МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Сумський державний університет

Кафедра «Технологія машинобудування, верстати та інструменти»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

_____ В.О.Іванов

«___» _____ 2023р.

ПРОЕКТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ВИГОТОВЛЕННЯ

Сателіту 2812-9-017

Бакалаврська кваліфікаційна робота

Напрям підготовки 6.050502 – Інженерна механіка

(Технології машинобудування)

Студент _Бабич Д.О._

Керівник _Динник О.Д._

Нормоконтороль _Динник О.Д._

2023

ЗАТВЕРДЖЕНО
Наказ Міністерства освіти і науки, молоді та спорту України
29 березня 2012 року № 384
Форма № Н-9.01

Державний вищий навчальний заклад
«Сумський державний університет»

Інститут, факультет Технічних систем та енергоефективних технологій
Кафедра Технології машинобудування, верстатів та інструментів
Освітньо-кваліфікаційний рівень перший (бакалаврський)
Напрям підготовки 131 – Прикладна механіка (Технології машинобудування)
(шифр і назва)

Спеціальність
(шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри технології машинобудування, верстатів та інструментів

_____ В. О. Іванов

«____» _____ 2023 року

З А В Д А Н Н Я
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ БАКАЛАВРА

Козлов Ярослав Вадимович
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту «Проектування технологічного процесу виготовлення сателіту 2812-9-017»

Керівник проекту Динник Оксана Дмитрівна, канд. техн. наук, ст. викладач
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом вищого навчального закладу від « » травня 2023 року № _
2. Строк подання студентом проекту « 12 » червня 2023 року
3. Вихідні дані до проекту
3.1 Креслення сателіту 2812-9-017
3.2 Річний обсяг випуску деталей – 6000 шт.
3.3 Базовий технологічний процес виготовлення сателіту 2812-9-017
4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки
4.1 Аналіз службового призначення машини, вузла, деталі
4.2 Аналіз технічних вимог на виготовлення деталі
4.3 Визначення типу виробництва та форми його організації
4.4 Аналіз технологічності конструкції деталі
4.5 Вибір способу отримання заготовки, розробка технічних вимог на заготовку
4.6 Аналіз існуючого технологічного процесу виготовлення деталі
4.7 Проектування верстатного пристрою

5. Консультанти розділів проекту

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

6. Дата видачі завдання «____» _____ 2023 року

К А Л Е Н Д А Р Н И Й П Л А Н

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту	Строк виконання етапів проекту	Примітка
1	Аналіз службового призначення машини, вузла, деталі. Опис конструктивних особливостей деталі та умов її експлуатації	10.05.23	
2	Аналіз технічних вимог на виготовлення деталі	12.05.23	
3	Визначення типу та форми організації виробництва	14.05.2	
4	Аналіз технологічності конструкції деталі	16.05.23	
5	Вибір способу отримання заготовки та розроблення технічних вимог до неї	18.05.23	
6	Аналіз існуючого технологічного процесу виготовлення деталі	22.05.23	
7	Проектування верстатного пристрою	14.05.2	
	Висновки	16.05.23	
	Список літературних джерел	18.05.23	
	Додатки. Презентація	22.05.23	

Студент _____ Козлов Я.В
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник роботи _____ Динник О.Д
(підпис) (прізвище та ініціали)

Шаблон за версією 02
Затверджено наказом
№ 0298-І від 17.04.2023 р.

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Сумський державний університет

Технічних систем та енергоефективних технологій
(повна назва інституту/факультету)

Кафедра технології машинобудування, верстатів та інструментів
(повна назва кафедри)

«До захисту допущено»
Завідувач кафедри
_____Віталій ІВАНОВ__
(підпис) (Ім'я та ПРІЗВИЩЕ)
____ _____ 2023.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня бакалавра

(бакалавр / магістр)

зі спеціальності ____131 Прикладна механіка_____ ,
(код та назва)

_____Технології машинобудування_____
(освітньо-професійної / освітньо-наукової) (назва програми)

на тему: Проєктування технологічного процесу виготовлення сателіту 2812-9-017__

_____

Здобувача (ки) групи ТМс2-91к **Козлова Ярослава Вадимовича**
(шифр групи) (прізвище, ім'я, по батькові)

Кваліфікаційна робота містить результати власних досліджень. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело.

_____ Ярослав КОЗЛОВ_____
(підпис) (Ім'я та ПРІЗВИЩЕ здобувача)

Керівник _к.т.н. Оксана ДИННИК_____ _____
(посада, науковий ступінь, вчене звання, Ім'я та ПРІЗВИЩЕ) (підпис)

Консультант[1)] _____ _____
(посада, науковий ступінь, вчене звання Ім'я та ПРІЗВИЩЕ) (підпис)

Суми – 2023

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка: стор. 64, рис. 10, табл. 20, джерел посилань 20.

Об’єкт дослідження – сателіт 2812-9-017.

Мета роботи – проектування технологічного процесу виготовлення сателіту 2812-9-017

Під час виконання кваліфікаційної роботи бакалавра були проаналізовані: службове призначення виробу, вузла та самої деталі, технологічні вимоги, що пред’являються до деталі, її технологічність та спосіб отримання заготовки.

Розроблено операційні технології для двох операцій технологічного процесу. Також для них розраховані режими різання і виконано нормування часу, вибрані верстатні пристрої та ріжучі інструменти для обробки даної деталі на аналізованих технологічних операціях.

Розраховано припуски та допуски на найбільш точний розмір та визначені тип виробництва, партія та такт випуску.

Спроектований верстатний пристрій для фрезерної операції з ЧПК.

САТЕЛІТ, ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ПРОЦЕС, РЕЖИМ РІЗАННЯ, НОРМИ ЧАСУ, ТЕХНОЛОГІЧНА ОПЕРАЦІЯ, ФРЕЗА, ВЕРСТАТ, РІЗЕЦЬ

ЗМІСТ

Вступ 5

1 Аналіз службового призначення машини, вузла, деталі. Опис конструктивних особливостей деталі та умов її експлуатації 6

2 Аналіз технічних вимог на виготовлення деталі 11

3 Визначення типу виробництва, такту випуску та партії запуску 14

4 Аналіз технологічності конструкції деталі 19

5 Вибір способу отримання заготовки та розробка технічних вимог до неї 20

6 Аналіз існуючого чи типового технологічного процесу 26

6.1 Розрахунок припусків на механічну обробку 26

6.2 Аналіз та обґрунтування схеми базування і закріплення заготівки .. 28

6.3 Обґрунтування вибору металорізального верстата 37

6.4 Обґрунтування вибору верстатних пристроїв, металорізального та вимірювального інструментів 38

6.5 Розрахунки режимів різання 40

6.6 Технічне нормування операції 50

7 Проектування верстатного пристрою для установлення і закріплення заготовки 53

Висновки 62

Перелік джерел посилання 63

Додаток А

Додаток Б

Додаток В

Додаток Г

					ТМ 20090018-00 ПЗ			
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Козлов Я.В			Проектування технологічного процесу виготовлення сателіту 2812-9-017	Літ.	Арк.	Акрушів
Перевір.		Динник О.Д					4	64
						СумДУ, ТМс2 – 91к		
Н. Контр.		Динник О.Д						
Затверд.		Іванов В.О						

ВСТУП

Будь-яка галузь народного господарства, виконуючи певну роботу з видобутку природних матеріалів, їх переробку у необхідний стан та виготовлення продукції, не може обійтися без машин і механізмів, тобто без виробів машинобудування. Технічний прогрес характеризується не тільки постійним удосконалюванням конструкції машин, але і безупинним удосконалюванням технологій їх виготовлення.

Усе це і визначає найважливішу роль у розвитку суспільства технології машинобудування, а саме: машинобудування та рівень його розвитку потрібно розглядати як найважливіший показник рівня його досконалості.

З наукової точки зору технологія машинобудування – галузь науки, що займається вивченням закономірностей, що діють у процесі виготовлення машин, з метою використання їх для забезпечення необхідної якості машин при найвищій продуктивності і найменшій їх собівартості.

Сучасні технології мають у своєму арсеналі надточні багатоцільові верстати з програмним керуванням, надтверді інструментальні матеріали, електрохімічні та електрофізичні способи обробки, автоматизовані системи проектування технологічних процесів, пристроїв та інструментів. В машинобудуванні досить важливу роль відіграє правильність, раціональність та швидкість операційного налагодження. Від вміння вірного налагодження залежить точність розмірів, час на обслуговування верстата та обробку деталей. Тому й кваліфікація працівника повинна бути досить високою. І саме тому ми повинні приділяти особливу увагу до операційного налагодження.

Вживання прогресивних високопродуктивних методів обробки, що забезпечують високу точність і якість поверхонь деталей машини, методів зміцнення робочих поверхонь, що підвищують ресурс роботи деталі і машини в цілому, ефективне використання автоматичних і потокових ліній, верстатів з ЧПУ – все це направлено на вирішення головних завдань: підвищення ефективності виробництва і якості продукції.

1 АНАЛІЗ СЛУЖБОВОГО ПРИЗНАЧЕННЯ МАШИНИ, ВУЗЛА, ДЕТАЛІ. ОПИС КОНСТРУКТИВНИХ ОСОБЛИВОСТЕЙ ДЕТАЛІ ТА УМОВ ЇЇ ЕКСПЛУАТАЦІЇ

Службове призначення регулятора тиску уніфікованого РДУ-1

Деталь «сателіт 2812-9-017» входить до складу пристрою ”Регулятор тиску уніфікований РДУ-1”, який використовують у вугільно-видобувній промисловості. Регулятор тиску оснащений електромагнітоприводом, який складається з електромагніту, управління котрим здійснює котушка, рухомий сердечник та сателіт, який створює замкнутий простір. Дана деталь працює в умові дії магнітного поля, тому основними вимогами, які ставляться до неї є магнітні властивості.

Принцип роботи регулятора тиску.

Газ високого тиску з газопроводу, що підводиться, поступає в порожнину виконавчого пристрою 1 (див. рис.1.1), проходить через проміжок, що утворюється затвором 6 і прокладкою ущільнення 9, і редукується.

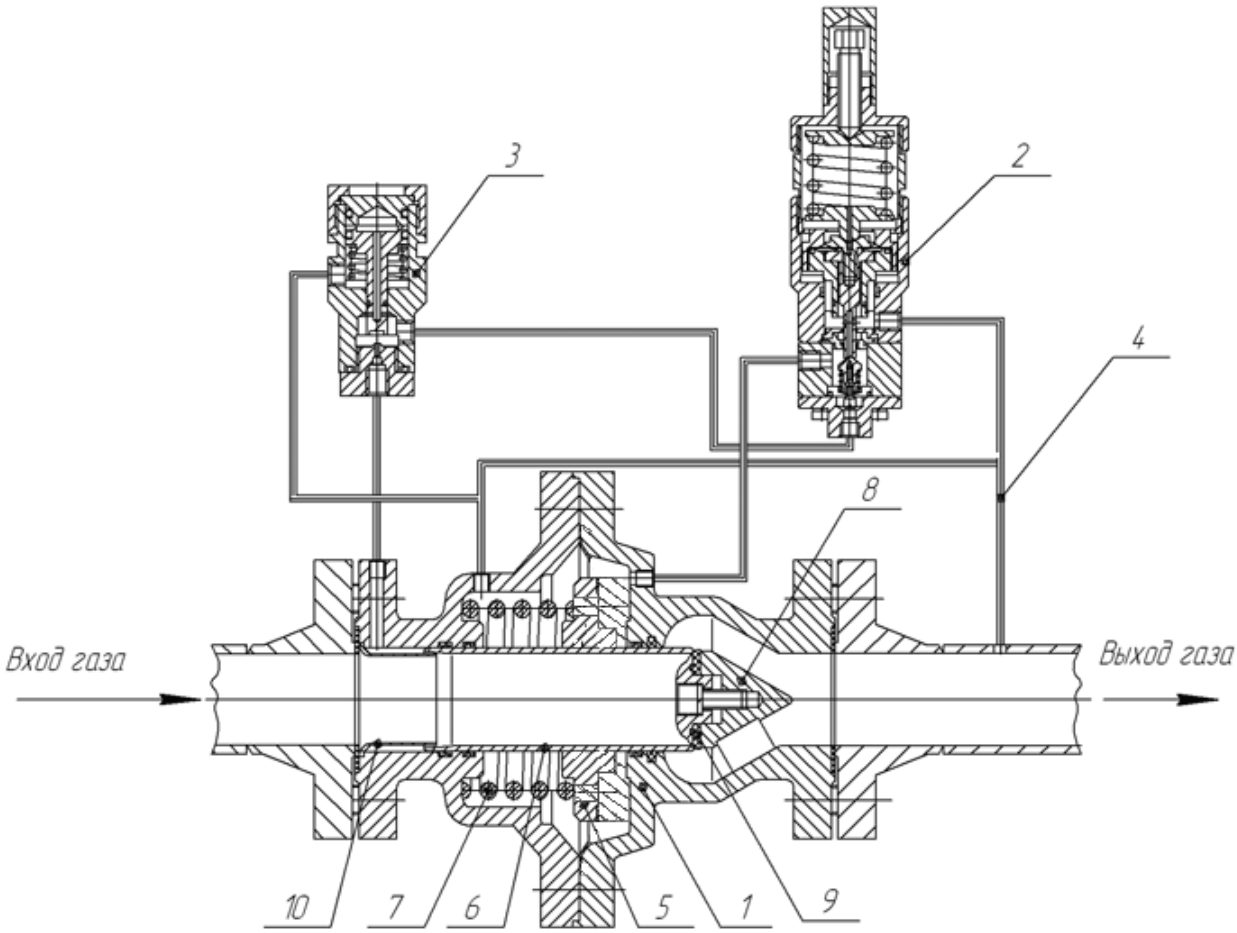
Величина вихідного тиску встановлюється налаштуванням підсилювача 2.

Відхилення вихідного тиску, що виникає в результаті зміни газоспоживання або вхідного тиску, сприймається чутливим елементом підсилювача і перетворюється в пневматичний сигнал (підвищення або пониження керуючого тиску), що поступає в порожнину приводу виконавчого пристрою.

Процес автоматичної підтримки вихідного тиску в заданих межах здійснюється таким чином: підвищення або пониження вихідного тиску викликає переміщення мембрани підсилювача вгору або вниз за рахунок порушення рівноваги діючих на нього сил – зусиль пружини, з одного боку, і вихідного тиску – з іншою. При цьому клапан міняє положення відносно сідла, що призводить до зміни тиску, що поступає в порожнину виконавчого пристрою.

Керуючий тиск зміниться, і затвор під дією поворотної пружини 7 переміститься в нове положення.

В результаті цього витрата газу через регулятор зміниться, що приведе до відновлення величини вихідного тиску в заданих межах.



1 – виконавчий пристрій; 2 – підсилювач; 3 – редуктор перепаду; 4 – трубка імпульсна вихідного газопроводу; 5 – сателіт; 6 – затвор; 7 – пружина; 8 – заплата; 9 – прокладка ущільнення; 10 – кожух

Рисунок 1.1 – Принципова схема регулятора

Призначення регулятора:

- регулятор відноситься до груп інтелектуальних пристроїв і призначений для стабілізації на заданому рівні вихідного тиску або обмеження витрати газу через регулятор при редукуванні тиску шляхом формування управляючих дій по результатах вимірювань вихідного тиску.

- регулятор може використовуватися в якості автономного пристрою або функціональної ланки в системі автоматичного управління технологічним устаткуванням ГРС, наприклад, в комплексах управління підігрівачем газу і вузлом редукування газу. Регулятор може також використовуватися як клапан-відсікач.

- при використовуванні як автономний пристрій регулятор оснащується

контролером, який обробляє результати вимірювань управляючого тиску і тиску на виході регулятора. По результатах вимірювань, відповідно до заданого алгоритму, формуються управляючі дії на електромагнітні клапани регулятора.

Службове призначення сателіту

Деталь сателіт 2812-9-017 відноситься до типу коротко-циліндричних деталей. Вона складається з:

- зовнішніх циліндричних поверхонь діаметром 108 мм, 72 мм, 60 мм;
- наскрізного центрального двоступінчатого отвору одна сходинка якого діаметром 40 мм інша діаметром 22,5 мм;
- 4 отворів для кріплення діаметром 6,5 м;
- 4 різьбових отворів М3;
- трьох фасок 1х45°;
- трьох пазів один шириною 32 мм, 16 мм з радіусом заокруглення R8, третій паз шириною 10 мм з радіусом заокруглення R5.

В залежності від службового призначення всі поверхні деталей діляться на основні, допоміжні ,виконавчі та вільні.

На рисунку 1.2 основними поверхнями деталі являються: циліндрична поверхня 1, торець 2 і двоступінчастий отвір 8,9,19 – вони визначають положення стакану в корпусі.

Допоміжними являються пази 10,11,22 – вони визначають положення деталей, що приєднуються відносно даної.

Виконавчими поверхнями є отвори з поверхнями 4,5,6, і різьбових отворів 12 – дані поверхні вказують на службове призначення даного виробу.

Вільними поверхнями являються решта поверхонь деталі (див. табл.1.1) – вільні поверхні, не торкаються поверхонь інших деталей, та призначені для з’єднання основних, допоміжних та виконавчих поверхонь між собою.

Таблиця відповідностей і матриця зв'язків приведені в табл. 1.2 і табл. 1.3.

Таблиця 1.1 – Класифікація поверхонь

Вид поверхні	Номери поверхонь
Виконавча	4,5,6,12
ОКБ	1,2,8,9,19
ДКБ	10,11,22
Вільні	3,7,13,14,15,16,17,18,20,21,22

Таблиця 1.2 – Таблиця відповідностей

Зв’язки	Ступені вільності	Найменування баз
1,2,3	I,VI, V	УБ
4,5	III, II	ПОБ
6	IV	ОБ

Таблиця 1.3 – Матриця зв’язків

Найменування баз		X	Y	Z
УБ	L	1	0	0
	α	0	1	1
ПОБ	L	0	1	1
	α	0	0	0
ОБ	L	0	0	0
	α	1	0	0

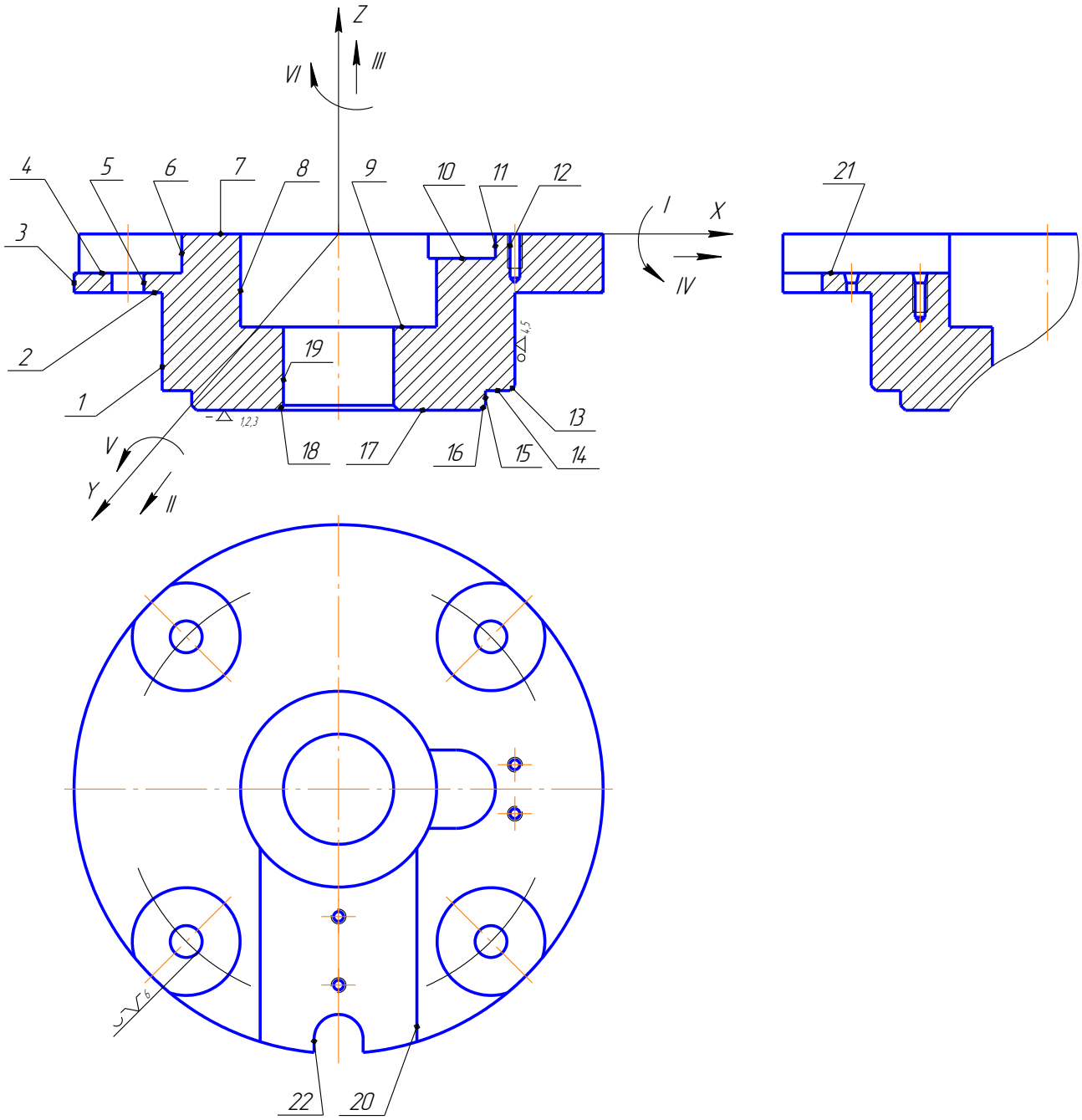


Рисунок 1.2 – Схема призначених поверхонь деталі

2 АНАЛІЗ ТЕХНІЧНИХ ВИМОГ НА ВИГОТОВЛЕННЯ ДЕТАЛІ

Деталь сателіт має просту геометричну форму та невеликий діапазон коливання розмірів деталі. Проста конфігурація деталі забезпечує можливість обробки на вітчизняних високопродуктивних верстатах.

Розміри, що вказані на кресленні не викликають технологічних труднощів при їхньому досягненні при обробці заготовки на верстатах.

На кресленні вказані всі необхідні розміри, види та перерізи.

Найточнішими поверхнями деталі ”сателіт 2812-9-017” є чотири отвори для кріплення Ø6,5 Н7.

До наведеної деталі висуваються наступні вимоги:

- неспіввісність отвору В і поверхні Г не більше 0,06мм;

- гострі кромки необхідно притупити;

- покриття повинне бути ц 15.Хр;

Відповідно до технічних вимог, точність виготовлення поверхонь на котрих відсутні вказівки про їх точність або шорсткість, повинна становити Ra6,3.

Важливим аспектом у роботі деталі – є матеріал, з якого вона виготовлена.

Матеріал деталі ”сателіт” – магнітом’яка сталь 11895 за ГОСТ 11036-75. Вона відноситься до сталі з особливими експлуатаційними властивостями, відрізняється легкою намагнічуваністю і перемагнічуваністю під дією електромагнітного поля.

Характерними властивостями магнітом’ягких матеріалів є їх здатність намагнічуватися навіть в слабких полях (висока магнітна проникність) і малі втрати на перемагнічування.

Магнітом’ягкі матеріали прийнято класифікувати по їхньому основному хімічному складу, який значною мірою визначає технологію виробництва, властивості і сфери застосування матеріалу. Відповідно до цього магнітом’ягкі матеріали підрозділяють на різні групи. Хімічний склад даної сталі наведено в таблиці 2.1.

Електротехнічні (крем'янисті) сталі є твердим розчином кремнію в залізі.

Таблиця 2.1 – Хімічний склад сталі 11895

Марка	Вміст елементів, %					
	Вуглець	Фосфор	Марганець	Кремній	Сірка	Мідь
11895	0,035	0,02	0,3	0,3	0,03	0,3

До переваг електротехнічних сталей відносяться великі значення питомого електричного опору і високі магнітні властивості. Основними недоліками цих сталей є підвищена твердість і крихкість, а також знижені в порівнянні із залізом значення індукції насичення. Електротехнічні сталі виготовляють гарячекатаними з ізотропними магнітними властивостями і холоднокатаними – малотекстурованими і текстурованими з анізотропією магнітних властивостей.

Електротехнічні сталі в порівнянні з іншими магнітними матеріалами найширше застосовуються для виготовлення магнітопроводів електричних машин, трансформаторів, дроселів і інших пристроїв, розрахованих на роботу при частоті до 400 - 500 Гц в області малих, середніх і сильних полів, іноді в постійних полях і при підвищених частотах (до 10 кГц).

Від листових і стрічкових металевих матеріалів вимагаються висока пластичність, що забезпечує хорошу якість штампувань і тривалість роботи штампів, хорошу якість поверхні (відсутність іржі, окалини, що відшаровується, горбків, вм'ятин і т. п.), відсутність різної товщини; від листових матеріалів, крім того, – мінімальні хвилястість і коробоватість.

Виконання цих вимог дозволяє підвищити коефіцієнт заповнення, що обумовлює менші габаритні розміри виробу.

Магнітні властивості матеріалів після механічної обробки відновлюють шляхом термообробки (відпалу).

Сталь 11895 не викликає складностей при обробці, легко оброблюється різанням.

Для деталі сателіт висувають вимоги щодо покриття – воно повинне бути ц15хр.

Переваги цинкового покриття та самої технології полягають в наступному:

Термодифузійне цинкове покриття є найнадійнішим і екологічно чистим серед інших методів захисту металів від корозії. Застосування цього виду покриття добре себе зарекомендувало в сильно агресивних середовищах (морське середовище, хімічне виробництво і так далі).

Корозійна стійкість термодифузійного покриття, відповідно до ГОСТ Р 9.316-2006 в 3-5 разів перевищує стійкість гальванічного покриття, а так само в 2-2,5 разу перевищує стійкість гарячого цинкування.

Це покриття дозволяє продовжити термін служби деталей, особливо схильних до дії агресивних середовищ, до 40-50 років. Висока корозійна стійкість (до 1500 годин в камері соляного туману).

Покриття в точності відтворює профіль поверхні виробу в цілому і окремих деталей на ній (різьблення, маркування, інший тонкий рельєф поверхні).

Температура насичення відносно не велика, тому покриття може бути нанесене на пружинні і інші заздалегідь термооброблені деталі (мостове кріплення ГОСТ 52643-2006).

Цей вид покриття має більш високу твердість, ніж інші цинкові покриття (мікротвердість 450 МПа) і має хороший опір абразивному зносу.

3 ВИЗНАЧЕННЯ ТИПУ ВИРОБНИЦТВА, ТАКТУ ВИПУСКУ ТА ПАРТІЇ ЗАПУСКУ

Тип виробництва згідно ГОСТ 3.1108 – 74 характеризується коефіцієнтом закріплення операції $К_{з.о.}$, який показує відношення всіх різноманітних технологічних операцій, які виконуються чи тих, що підлягають виконанню, підрозділами на протязі місяця, до числа робочих місць.

Визначаємо кількість верстатів за формулою:

$$m_p = \frac{N \cdot T_{шт}}{60 \cdot F_Д \cdot \eta_{З.Н.}}, \text{ шт} \qquad (3.1)$$

де N – річна програма, шт.; N = 900 шт (див. завдання);

$Т_{шт\ (шт\text{-}к)}$ – штучний час, хв;

$F_д$ – дійсний річний фонд часу, год;

$\eta_{з.н}$ – нормативний коефіцієнт завантаження обладнання, $\eta_{з.н}$ = 0,8 … 0,9;

приймаємо $\eta_{з.н}$ = 0,85.

Розрахунки виконуємо на прикладі операції 005. Для решти операцій всі необхідні розрахунки записуємо в таблицю 3.1.

$$m_p = \frac{9000 \cdot 6{,}6}{60 \cdot 4029 \cdot 0{,}85} = 0{,}03$$

Визначаємо фактичний коефіцієнт завантаження робочого місця за формулою:

$$\eta_{з.ф} = \frac{m_p}{p}, \qquad (3.2)$$

де р – прийнята кількість обладнання, відповідає округленому значенню верстатів у більшу сторону;

$m_р$ – кількість верстатів.

$$\eta_{з.ф} = \frac{0,03}{1} = 0,03$$

Визначаємо кількість операцій які виконуються на робочому місці за формулою:

$$O = \frac{\eta_{з.н.ср.}}{\eta_{з.ф.}}, \quad (3.3)$$

$$O = \frac{0,85}{0,03} = 29$$

Таблиця 3.1 – Вихідні дані для розрахунку типу виробництва

Назва операції	$T_{шт}$	$m_р$	р	$\eta_{з.ф}$	О
Токарно-гвинторізна	6,6	0,03	1	0,03	29
Токарно-револьверна	5,9	0,03	1	0,03	29
Токарно-гвинторізна	11,3	0,05	1	0,05	17
Вертикально свердлильна	4,5	0,02	1	0,02	43
Фрезерна з ЧПК	9,8	0,04	1	0,04	22
Свердлильна з ЧПК	8,5	0,04	1	0,04	22
Разом	46,6	-	6	-	162

Так як, $К_{з.о}$ відображає періодичність обслуговування робітника всією необхідною інформацією, а також оснащення робочого місця всіма необхідними елементами виробництва, то $К_{з.о}$ оцінюється до явочного числа робочих місць з розрахунку на одну зміну.

Отримавши всі необхідні дані розраховуємо коефіцієнт закріплення операцій за формулою:

$$K_{з.о.} = \frac{\Sigma O}{\Sigma P}, \quad (3.4)$$

де $\sum O$ – сумарне число різних операцій;

Р – число робочих підрозділів, що виконують різні операції.

$$K_{з.о} = \frac{162}{6} = 27$$

що відповідає дрібносерійному типу виробництва, так як 20 < $К_{з.о}$<40

Визначаємо форму організації виробництва:

Розраховуємо добовий випуск деталей ([2, с.22]) за формулою:

$$N_{доб} = \frac{N}{250}, \text{ шт} \qquad (3.5)$$

$$N_{доб} = \frac{900}{250} = 4\text{шт}$$

де N – річна програма випуску, шт.;

250 дні – кількість робочих днів у році [2, с.22].

Добова продуктивність потокової лінії при завантаженні її на 60% ([2], с. 22) розраховується за формулою:

$$Q_{доб} = \frac{F_{доб}}{T_{ср}} \cdot 0{,}6, \text{ шт}, \qquad (3.6)$$

де $F_{доб}$ – добовий фонд часу роботи устаткування, хв;

$T_{ср}$ – середня трудомісткість механічних операцій, хв.

Розраховуємо добовий фонд часу роботи устаткування ([2], с. 22) за формулою:

$$F_{доб} = \frac{60 \cdot F_д}{250}, \text{ хв} \qquad (3.7)$$

Підставляємо значення:

$$F_{доб} = \frac{60 \cdot 4029}{250} = 967\text{хв}$$

Розраховуємо середню трудомісткість механічних операцій ([2], с. 22) за формулою:

$$T_{ср} = \frac{\sum T_{шт}}{m}, \text{ хв} \qquad (3.8)$$

де m – число операцій.

$$T_{ср} = \frac{46,6}{6} = 7,77 \text{хв}$$

Отже, добова продуктивність потокової лінії при завантаженні її на 60%:

$$Q = \frac{967}{7,77} \cdot 0,6 = 75 \text{шт}$$

При порівнянні $N_{доб}$ = 4шт. < Q = 75шт. бачимо, що добовий випуск деталей набагато більший за добову продуктивність потокової лінії при завантаженні її на 60%, тобто застосування однономенклатурної потокової лінії недоцільно, тому застосовуємо групову форму організації виробництва.

Дрібносерійне виробництво характеризується випуском партій, тому визначаємо кількість деталей у партії для одночасного запуску за формулою:

$$n = \frac{N_{річ} \cdot a}{250}, \text{ шт} \qquad (3.9)$$

де $a = 24$ дні – періодичність запуску деталей у виготовлення.

$$n = \frac{900 \cdot 24}{250} = 87 \text{ шт}$$

Коротка характеристика обраного типу виробництва.

При дрібносерійному виробництві вироби виготовляють партіями або дрібними серіями, що складаються з однойменних, однотипних по конструкції і однакових за розмірами виробів, що запускаються у виробництво одночасно.

Використовується універсальне, спеціалізоване і частково спеціальне обладнання. Широко застосовуються верстати з ЧПУ, обробні центри, а також

гнучкі автоматизовані системи на основі верстатів з ЧПУ, пов'язаних транспортуючими пристроями, керованими від ЕОМ. Устаткування розставляються по технологічним групам з урахуванням напрямку основних вантажопотоків цеху, по предметно-замкнутим ділянкам.

Технологічна оснастка в основному універсальна, Велике поширення має універсально-збірна, переналагоджувати технологічне оснащення, що дозволяє значно підвищити коефіцієнт оснащеності дрібносерійного виробництва.

Застосовуваний різальний інструмент – універсальний і спеціальний.

Вимірювальний інструмент – калібри, спеціальний вимірювальний інструмент.

Кваліфікація робітників вище ніж в масовому виробництві, але нижча ніж в одиничному. Поряд з робітниками універсальщиками та наладчиками, працюючими на складному універсальному обладнанні використовуються робітники-оператори, що працюють на настроєних верстатах.

Технологічна документація та нормування докладно розробляється для найбільш складних і відповідальних заготовок і спрощеного нормування для простих заготовок.

У відповідності з даним типом виробництва та порядком виконання операцій, розташування технологічного обладнання встановлюється групова форма організації технологічного процесу, яка характеризується однорідними конструктивно-технологічними ознаками виробів, єдністю засобів технологічного оснащення. Верстатний парк повинен бути спеціалізований в такій мірі, щоб був можливий перехід від виробництва однієї серії машин до виробництва іншої, кілька відрізняється від першої в конструктивному відношенні.

Дрібносерійне виробництво значно економніше, ніж одиничне виробництво, так як краще використання устаткування, спеціалізація робочих, збільшення продуктивності праці забезпечують зменшення собівартості продукції.

4 АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЧНОСТІ КОНСТРУКЦІЇ ДЕТАЛІ

Деталь сателіт має просту геометричну форму і невеликий діапазон коливання розмірів деталі. Проста конфігурація деталі забезпечує можливість обробки на високопродуктивних верстатах. Конструкційні елементи деталі: отвори кріплення діаметр 6,5мм, різьбові отвори М3, пази шириною 10мм, 16мм і 32мм, центральний отвір діаметром 22,5мм, фаски 1×45° не викликають ніяких складностей при обробці і з точки зору технологічності є технологічними.

Проаналізувавши креслення деталі можна сказати, що:

- точність розмірів і параметри шорсткості по зовнішньоциліндричним поверхням діаметром 60f9 мм і 72f9 мм не відповідають вимогам сучасних стандартів. Насправді шорсткість повинна бути Ra=2,5 мкм (згідно ГОСТ 2789-73), а не Ra=6,3 мкм, як позначено на кресленні. Так же для діаметрального розміру 6,5Н7 мм шорсткість повинна становити Ra=1,6 мкм;

- вимоги поставлені до поверхонь деталі, щодо точності і шорсткості не викликають технологічних складностей, легко досягаються в процесі обробки і дозволяють використовувати високопродуктивні методи;

- задані чотири отвори розміром М3, котрі необхідно просвердлити на глибину $10^{+0,36}$ мм, що викликає деякі ускладнення; свердло таких габаритів може легко зламатися, якщо не оптимізувати чи невірно обрати режими різання. Процес нарізання різі М3 в чотирьох отворах за допомогою мітчика є складним. Адже, враховуючи сили різання, зняття необхідного шару матеріалу і, найголовніше, довжини отвору – мітчик може зламатися й залишитися в оброблюваному отворі, після чого його не можлива буде видалити звідти без пошкодження деталі;

- за технічними вимогами задана умова неспіввісності отвору Б і поверхні В не більше 0,06мм – процес досягнення даного відношення досить трудомісткий – необхідно проводити обробку на одній операції (при незмінному базуванні), що не завжди доречно;

- кут між отворами ø22(+0,52; 0) мм становить 90º±5′, що є також доволі точною вимогою.

5 ВИБІР СПОСОБУ ОТРИМАННЯ ЗАГОТОВКИ ТА РОЗРОБКА ТЕХНІЧНИХ ВИМОГ ДО НЕЇ

У машинобудуванні основними видами заготовок для деталей є сталеві та чавунні виливки, виливки з кольорових металів та сплавів, штамповки та різноманітні профілі прокату.

Спосіб отримання заготовки повинен бути найбільш економічним при завданому об'ємі випуску деталей.

При призначенні способу виготовлення вихідної заготовки технолог повинен враховувати таке:

- тип виробництва;

- матеріал деталі;

- габаритні розміри деталі, її складність та такі характерні параметри, як товщина стінок, перепад діаметрів ступеневого валу, діаметр отвору при використанні литва чи пластичного деформування тощо.

У нашому випадку пропоную два методи отримання заготовки: заготовка отримана методом штампування та заготовка отримана з прокату.

Перший спосіб – заготовка отримана методом штампування.

Розраховуємо припуски заготовки для заданої деталі по ГОСТ 7505-89. Дані заносимо до таблиці 5.1.

Таблиця 5.1 – Визначення розмірів штамповки по ГОСТ 7505-89

Розмір деталі, мм	Припуск табличний, мм	Припуск розрахований, мм	Допуск на розмір заготівки, мм	Розмір заготівки, мм
Ø108	1,7	1,7·2	2,2	Ø111,4
Ø72	1,6	1,6·2	2,0	Ø75,2
Ø60	1,6	1,6·2	2,0	Ø63,2
Ø40	1,6	1,6·2	1,6	Ø36,8
36	1,5	1,5·2	1,6	39
24	1,5	1,5-1,5	1,6	24
19	1,5	1,5-1,5	1,6	19
4	1,5	1,5-1,5	1,6	4

Виконуємо ескіз заготовки, отриманої методом штампування (див. рис.5.1).

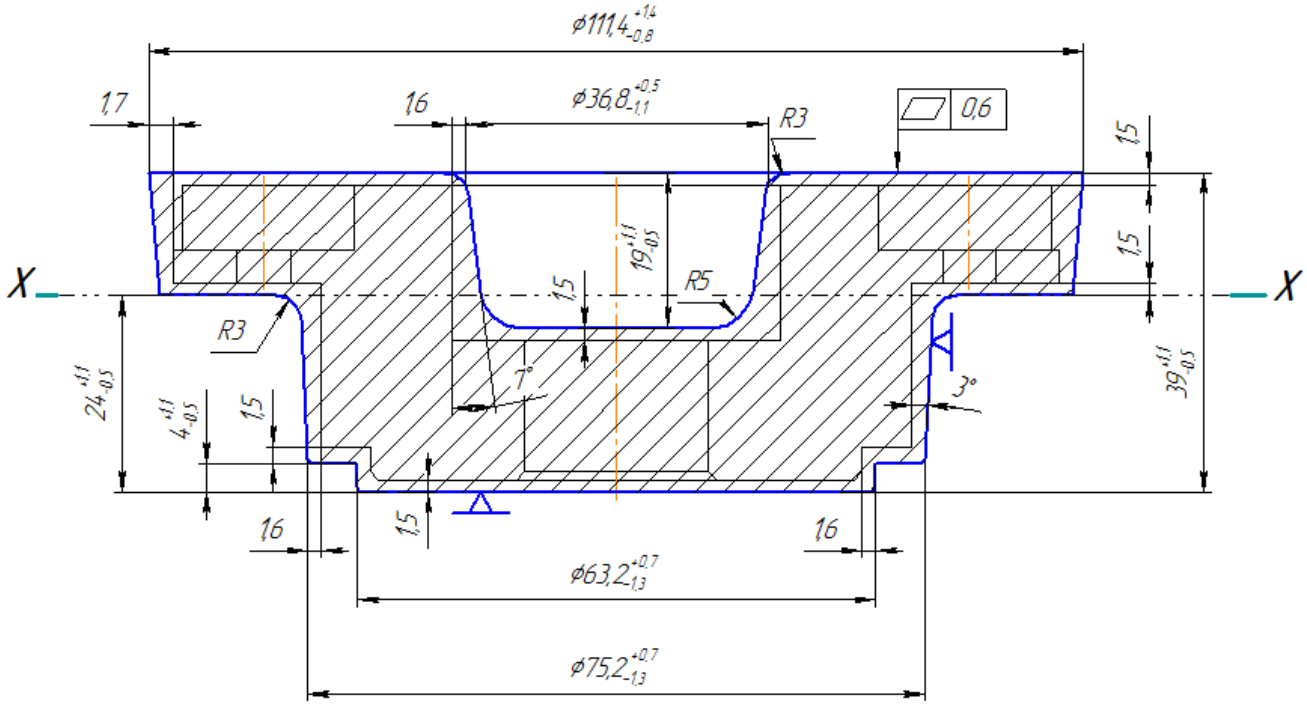


Рисунок 5.1 – Ескіз заготовки отриманої методом штампування

Визначаємо масу заготівки за формулою:

$$m_з = V_{заг} \cdot \rho, \text{ кг} \tag{5.1}$$

де $V_{заг}$ – загальний об`єм, який складається з простих фігур, мм^3;

$\rho = 7{,}8 \cdot 10^{-6}$ кг/мм^3 – густина сталі;

Визначаємо загальний об’єм. Для цього розіб’ємо заготовку на чотири простих циліндри та знайдемо їх об’єми за формулами:

$$V_{заг} = V_1 + V_2 + V_3 - V_4, \text{ мм}^3 \tag{5.2}$$

$$V_1 = \frac{\pi D_1^2}{4} \cdot l_1, \text{ мм}^3 \tag{5.3}$$

$$V_1 = \frac{3{,}14 \cdot 111{,}4^2}{4} \cdot 15 = 146127{,}3 \text{ мм}^3$$

$$V_2 = \frac{\pi D_2^2}{4} \cdot l_2, \text{ мм}^3 \quad (5.4)$$

$$V_2 = \frac{3{,}14 \cdot 75{,}2^2}{4} \cdot 20 = 88784{,}1 \text{мм}^3$$

$$V_3 = \frac{\pi D_3^2}{4} \cdot l_3, \text{ мм}^3 \quad (5.5)$$

$$V_3 = \frac{3{,}14 \cdot 63{,}2^2}{4} \cdot 4 = 12541{,}9 \text{ мм}^3$$

$$V_4 = \frac{\pi D_4^2}{4} \cdot l_4, \text{ мм}^3 \quad (5.6)$$

$$V_4 = \frac{3{,}14 \cdot 36{,}8^2}{4} \cdot 19 = 20198{,}5 \text{ мм}^3$$

$$V_{заг} = 146127{,}3 + 88784{,}1 + 12541{,}9 - 20198{,}5 = 227254{,}8 \text{мм}^3$$

$$m_з = 227254{,}8 \cdot 7{,}8 \cdot 10^{-6} = 1{,}77 \text{кг}$$

Визначаємо собівартість заготівки за формулою [2], с. 31:

$$S_{заг} = \left(\frac{C_i}{1000} \cdot Q \cdot K_т \cdot K_с \cdot K_в \cdot K_м \cdot K_п \right) - (Q - q) \cdot \frac{S_{відх}}{1000}, \text{ грн} \quad (5.7)$$

де $C_i = 13730$ – базова вартість 1 тони заготовки, грн; [2], с.31, табл.2.6;

$S_{âiäõ} = 1250$ – вартість 1 тони відходів, грн; [2], с.32, табл.2.7;

$K_т = 1{,}05$ – коефіцієнт, що залежить від точності; [2], с.33;

$K_с = 1{,}0$ – коефіцієнт, що залежить від групи складності; [2], с.33, табл.2.8;

$K_в = 1{,}14$ – коефіцієнт, що залежить від марки матеріалу; [2], с.33, табл.2.8;

$K_м = 1{,}13$ – коефіцієнт, що залежить від маси заготовки; [2], с.34;

$K_п = 0{,}8$ – коефіцієнт, що залежить від об`єму виробництва заготовки; [2], с.31, табл.2.6;

$Q = 1{,}77$ – маса заготовки, кг;

$q = 1{,}1$ – маса деталі, кг.

$$S_{çàã} = \left(\frac{13730}{1000} \cdot 1{,}77 \cdot 1{,}05 \cdot 1{,}0 \cdot 1{,}14 \cdot 1{,}13 \cdot 0{,}8\right) - (1{,}77 - 1{,}1) \cdot \frac{1250}{1000} = 25{,}5 \text{ грн.}$$

Визначаємо коефіцієнт використання матеріалу за формулою:

$$K_{вм} = \frac{M_q}{M_з} \qquad (5.8)$$

$$K_{вм} = \frac{1{,}1}{1{,}77} = 0{,}62$$

Виходячи з конструкції деталі та її габаритних розмірів, доцільно буде запропонувати другий метод отримання заготовки – виготовлену з прокату. За таблицею 2.2 ст.26 [2] обираємо вид прокату, для деталі сателіт приймаємо круглий прокат. Розмір прокату встановлюємо за таблицею ГОСТ 2590-2008 в залежності від відношення D/L розмір прокату D=115, L=42. Ескіз заготовки з круглого прокату зображений на рисунку 5.2.

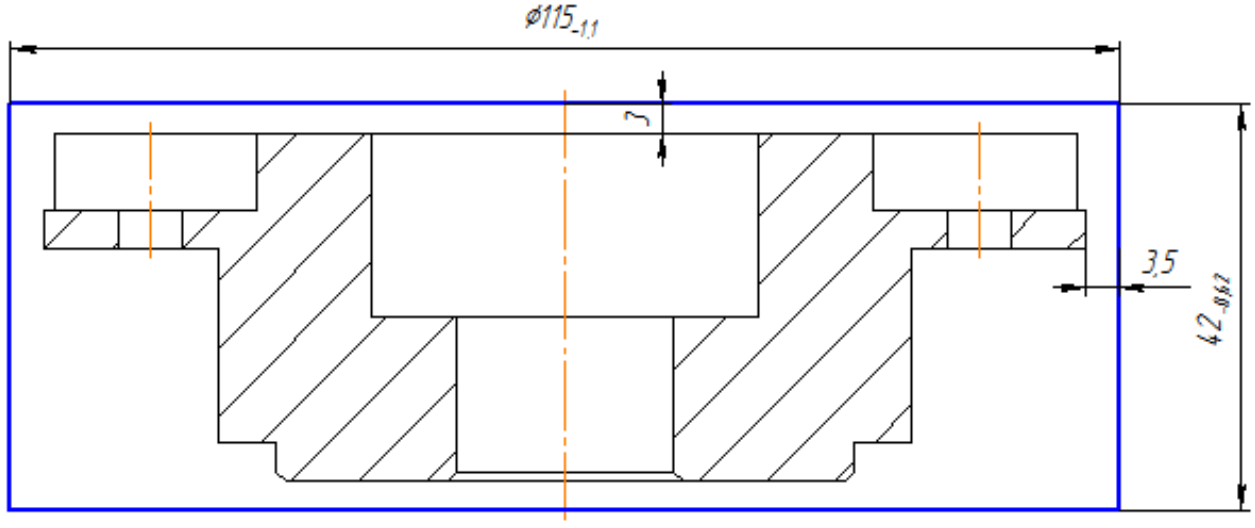


Рисунок 5.2 – Ескіз заготовки з круглого прокату

Знаходимо об’єм та масу заготовки за формулами 5.1 та 5.3:

$$V_{çàã} = \frac{3{,}14 \cdot 115^2}{4} \cdot 42 = 436028{,}25\,\text{мм}^3$$

$$m = 436028{,}25 \cdot 7{,}8 \cdot 10^{-6} = 3{,}4\,\text{кг}$$

Проводимо економічне обґрунтування вибору заготовки прокат.

Визначаємо собівартість заготовки із прокату за формулою:

$$S_{заг} = M + \Sigma C_{оз},\ \text{грн} \qquad (5.9)$$

де М – затрати на матеріал заготовки, грн.;

$\Sigma C_{оз}$ – технологічна собівартість операції розрізання і правки.

$$\Sigma C_{о.з} = \frac{Cп.з \cdot T_{шт}}{60 \cdot 100}\ ,\ \text{грн} \qquad (5.10)$$

де $C_{п.з}$ – приведені затрати на робочому місці, грн/год;

$T_{шт.}$ – штучний, або штучно-калькуляційний час виконання заготівельної операції.

Приведені затрати на правку на розрізання прутка $C_{п.з} = 6000 - 6500$ грн/год приймаємо середнє значення $C_{п.з} = 6300$ грн/год.

Приведені затрати на правку на верстаті автоматі $C_{п.з} = 5800 - 6100$ грн/год приймаємо середнє значення $C_{п.з} = 6000$ грн/год.

Затрати на матеріал обчислюємо спираючись на масу прокату і масу стружки, що здається.

$$M = \frac{Q \cdot S}{1000} - (Q - q) \cdot \frac{Sв}{1000},\ \text{грн} \qquad (5.11)$$

де Q = 3,4кг – маса заготовки;

q = 1,1кг – маса готової деталі;

S = 7500грн – ціна 1 тони матеріалу;

$S_в$ = 750грн – ціна 1 тони відходів.

$$M = \frac{3{,}4 \cdot 7500}{1000} - (3{,}4 - 1{,}1) \cdot \frac{750}{1000} = 23{,}78\,\text{грн}$$

Визначаємо технологічну собівартість операцій розрізання прутка і правки:

$$C_{о.з\ роз} = \frac{6300 \cdot 3{,}241}{60 \cdot 100} = 3{,}4\,грн$$

$$C_{о.з\ пр} = \frac{6000 \cdot 3{,}8}{60 \cdot 100} = 3{,}8\,грн.$$

Загальна собівартість технологічних операцій:

$$\sum C_{о.з.} = \sum C_{о.з.роз.} + \sum C_{о.з.пр.},\ грн \qquad (5.12)$$

$$\sum C_{о.з.} = 3{,}4 + 3{,}8 = 7{,}2\,грн$$

Визначаємо собівартість заготовки із прокату:

$$S_{заг} = 23{,}78 + 7{,}2 = 30{,}98\ грн$$

Визначаємо коефіцієнт використання матеріалу за формулою 5.8:

$$K_{вм} = \frac{1{,}1}{3{,}4} = 0{,}32$$

З розрахунків можна зробити висновок, що використання заготовки отриманої методом штампування, з точки зору економічних розрахунків та коефіцієнта використання матеріалу доцільне.

Технічні вимоги до заготівки:

- вихідний індекс 11;
- штампувальні ухили: зовнішні 3º, внутрішні 7º;
- ступінь складності поковки С2;
- клас точності поковки Т4;
- група сталі М1;
- допустимі облої до 1мм на сторону;
- зміщення по лінії роз'єму штампу – до 0,5мм;
- твердість 156..207 НВ;
- термообробка – відпал ізотермічний.

6 АНАЛІЗ ІСНУЮЧОГО ЧИ ТИПОВОГО ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ

6.1 Розрахунок припусків на механічну обробку

Згідно спроектованого технологічного процесу на виготовлення деталі ”сателіт 2812-9-017”, робимо розрахунки припусків та допусків на найбільш точний діаметральний розмір (4 отвори Ø6,5H7), використовуючи ПЕОМ.

Вихідні дані:

Кількість стадій обробки поверхні разом із заготівельною – 3:

- свердління;
- зенкерування.

Послідовність вибору елементів припуску:

Визначаємо висоту мікронерівностей Rz та глибину дефектного шару h:

а) для заготовки Rz = 150; T = 200 мкм [2, с. 63, табл. 4.3];

б) для переходів [2, с. 65, табл. 4.6]:

- свердління Rz = 40; T = 60 мкм;
- зенкерування Rz = 20; T = 40 мкм

Визначаємо просторові відхилення за формулою:

$$\rho = \sqrt{\rho_{зм}^2 + \rho_{кор}^2}\ ,\text{мкм} \qquad (6.1)$$

де $\rho_{çì}$ = 500 мкм – величина відхилення розташування [16, с. 187, табл. 21];

$\rho_{êîð}$ = 0 – величина питомого короблення, мкм.

$$\rho = \sqrt{500^2 + 0^2} = 500\,\text{мкм}$$

Визначаємо величину просторових відхилення розміщення для інших переходів за формулою:

$$\rho_{çàã} = k_{ó} \cdot \rho_{ç}, \text{мкм} \qquad (6.2)$$

де k_y – коефіцієнт уточнення форми, залежить від виду обробки.

- свердління k_y = 0,05;
- зенкерування k_y = 0,025.

Розраховуємо ρ для кожного переходу:

$$\rho_{свердл} = 0{,}05 \cdot 500 = 25 \text{ мкм}$$

$$\rho_{зенк} = 0{,}025 \cdot 500 = 12{,}5 \text{ мкм}$$

Визначаємо похибку базування та закріплення деталі для кожного переходу:

- свердління $\varepsilon_{баз} = 250$ мкм, $\varepsilon_{закр} = 160$ мкм;

- зенкерування $\varepsilon_{баз} = 250$ мкм, $\varepsilon_{закр} = 160$ мкм.

Отримані вихідні дані вводимо в програму на ПЕОМ, яка виконує підрахунки припусків та міжопераційних розмірів, результати представлені в таблиці 6.1.

Таблиця 6.1 – Результати підрахунку на ПЕОМ припусків та міжопераційних розмірів на Ø6,5H7

Расчетные значения			Принятые значения, мм							
припуск, мкм		расчет-ный размер, мм	расчет-ный размер	номинальный размер с предельными отклонениями		предельный размер		припуск, мкм		
мини	расч.					мини-мальный	макси-мальный	миним	расч.	макс.
-	-	3.635	3.63	3.63	+0.150 0	3.63	3.78	-	-	-
1863	2013	5.646	5.646	5.646	+0.058 0	5.646	5.704	1866	2018	2074
794	852	6.5	6.5	6.5	+0.015 0	6.5	6.515	796	852	869

На основі цих підрахунків будуємо схему розташування припусків та допусків зображену на рисунку 6.1, яку потім розміщуємо на кресленні заготовки.

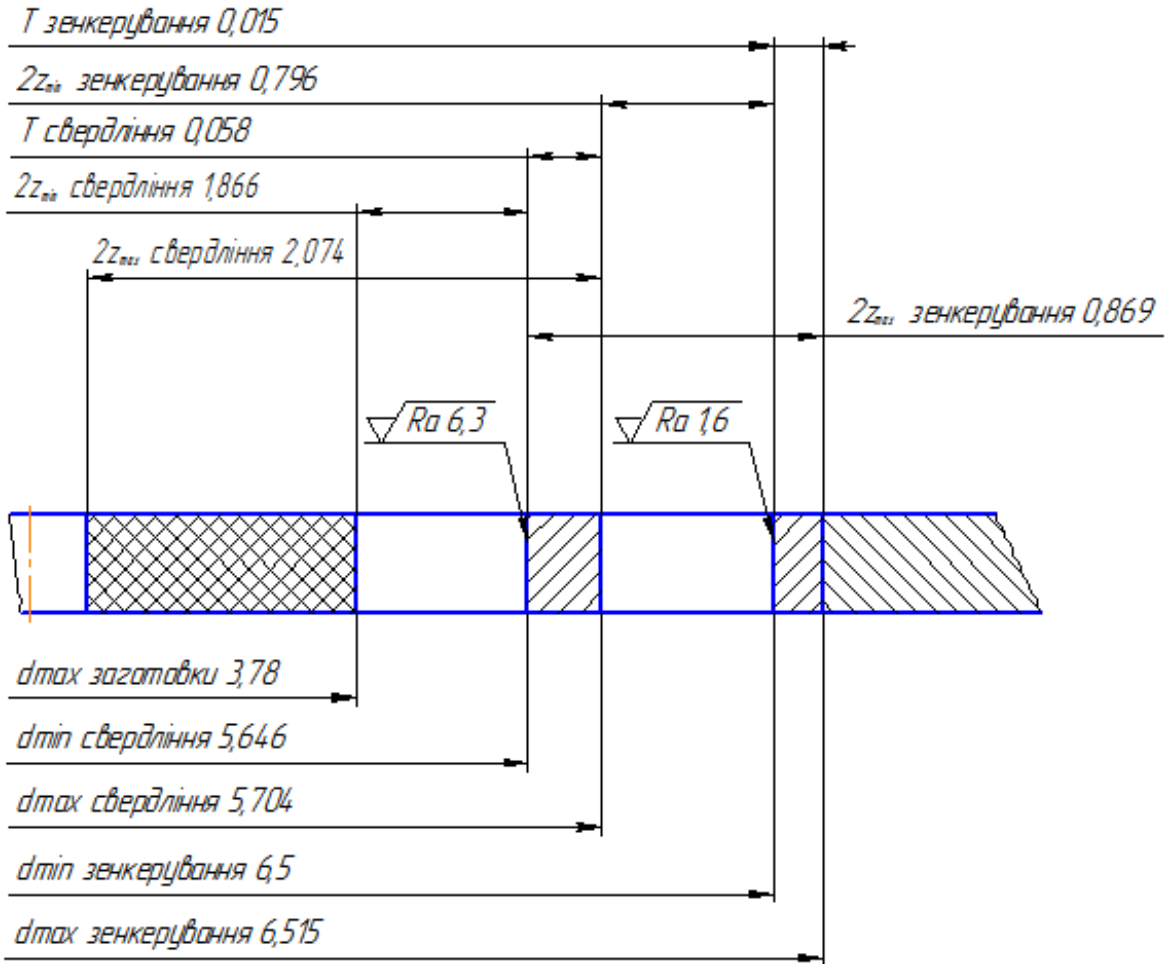


Рисунок 6.1 – Схема розташування припусків та допусків

6.2 Аналіз та обґрунтування схем базування і закріплення заготовки

Розглянемо технологічний процес виготовлення деталі ”сателіт”.

Технологічний процес складений відповідно до виконання технічних вимог для одержання даної деталі (див. табл.6.2).

Таблиця 6.2 – Базовий технологічний процес

№ операції	Назва операції	Короткий зміст операції	Обладнання
1	2	3	4
005	Обробка тиском		Кривошипний прес

Продовження таблиці 6.2

1	2	3	4
010	Термічна обробка	Досягнення необхідних властивостей матеріалу	Піч
015	Токарна з ЧПК	Точити зовнішні та внутрішні поверхні по керуючій програмі (напівчистова обробка)	Токарний верстат з ЧПК моделі 1П756ДФ3
020	Токарно-гвинторізна	Точити зовнішні та внутрішні поверхні (чистова обробка)	Токарно-гвинторізний верстат моделі 16К20
025	Вертикально-свердлильна	Свердлити чотири отвори	Вертикально-свердлильний верстат моделі 2Н125
030	Слюсарна	Зачистити гострі кромки	М1204-000
035	Фрезерна з ЧПК	Фрезерувати пази згідно керуючої програми	Фрезерний верстат з ЧПК моделі 6Р13Ф
040	Слюсарна	Зачистити гострі кромки	М1204-000
045	Свердлильна з ЧПК	Точити отвори та нарізати різь згідно керуючої програми	Свердлильний верстат с ЧПК моделі 2Р135Ф2
050	Промивальна		Промивочний стіл
055	Покриття		
060	Технічний контроль		Стіл ВТК

Вибір схем базування і закріплення заготовки істотно впливає не тільки на точність і якість оброблюваних поверхонь, але й на подальше обґрунтування вибору верстатного устаткування, засобів технічного оснащення. Обрана схема базування повинна передбачати як принцип сталості, так і принцип єдності технологічної, конструкторської і вимірювальної баз, забезпечувати можливість простого і зручного закріплення заготівки, багатоінструментальної обробки поверхонь.

На операції №015 відбувається чорнова токарна обробка заготовки за два установи.

Пропоную два способи закріплення заготовки для Установа Б.

Перший спосіб (рисунок 6.2) – заготовка встановлена в трикулачковому патроні циліндричною поверхнею 72f9 мм з упором в торець. Наведемо таблиці відповідностей (табл.6.3) та матрицю зв'язків (табл.6.4) для даного варіанту базування заготовки.

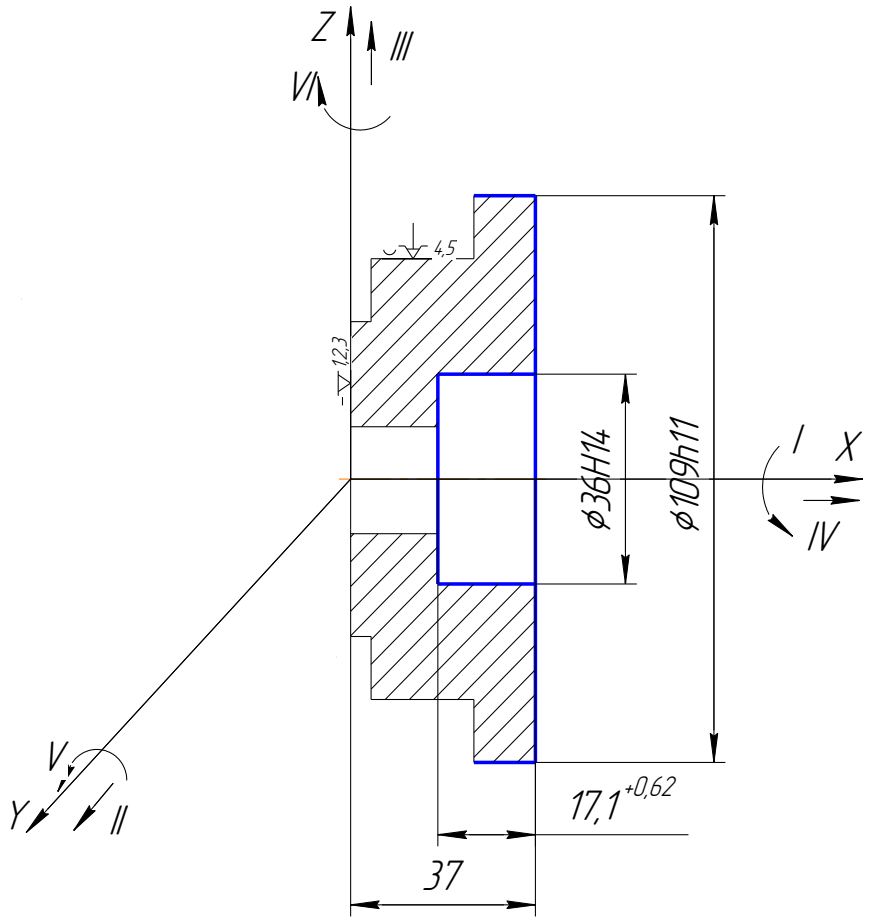


Рисунок 6.2 – Перший спосіб базування заготовки

Таблиця 6.3 – Таблиця відповідностей

Зв'язки	Ступені вільності	Найменування баз
1,2,3	I,VI, V	УБ
4,5	III, II	ПОБ
6	IV	Вакансія

Таблиця 6.4 – Матриця зв’язків

Найменування баз		X	Y	Z
УБ	L	1	0	0
	α	0	1	1
ПОБ	L	0	1	1
	α	0	0	0
Вакансія	L	0	0	0
	α	1	0	0

Визначимо похибку базування за першим варіантом для циліндричної поверхні ⌀109h11 мм (рисунок 6.2):

- $\varepsilon_{б109} \neq 0$; $\varepsilon_{б109}$=40 мкм

Порівняємо дану похибку із допуском на розмір 109 мм. Оскільки T_8=220 мкм, то похибка базування $\varepsilon_{б109}$=40 мкм [5, с. 74] не перевищує допуск $T_{ø72}$=74 мкм, що є доцільним.

Другий спосіб (рисунок 6.3) – заготовка встановлена в трикулачковому патроні циліндричною поверхнею 22h12 мм з упором в торець. Наведемо таблиці відповідностей (табл.6.5) та матрицю зв’язків (табл.6.6) для даного варіанту базування заготовки.

Таблиця 6.5 – Таблиця відповідностей

Зв’язки	Ступені вільності	Найменування баз
1,2,3	I,VI, V	УБ
4,5	III, II	ПОБ
6	IV	Вакансія

Таблиця 6.6 – Матриця зв’язків

Найменування баз		X	Y	Z
УБ	L	1	0	0
	α	0	1	1
ПОБ	L	0	1	1
	α	0	0	0
Вакансія	L	0	0	0
	α	1	0	0

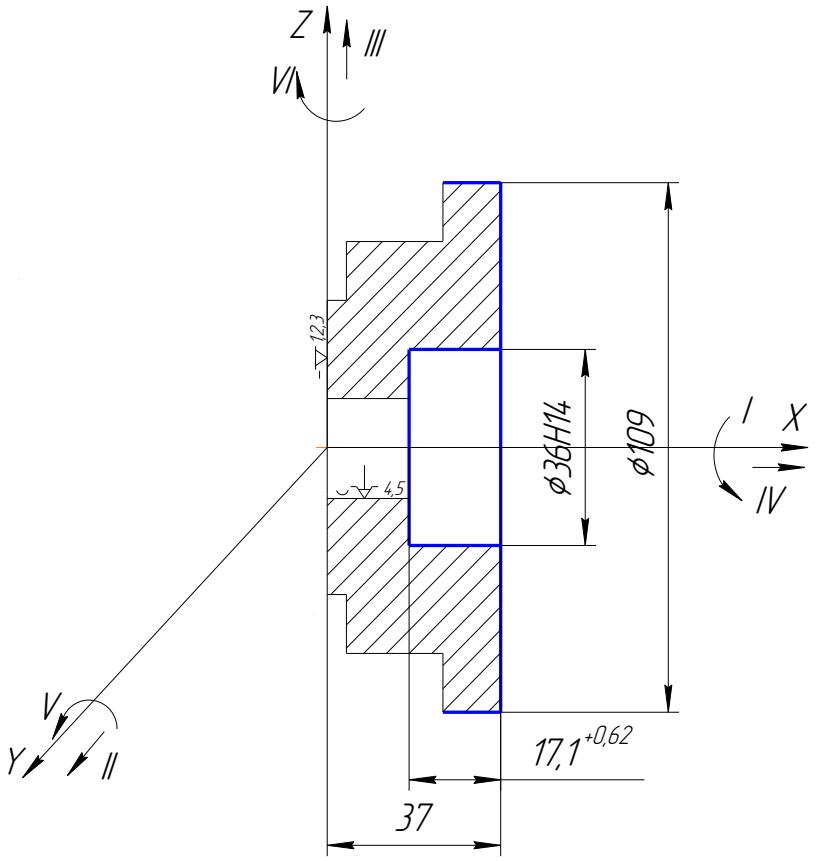


Рисунок 6.3 – Другий спосіб базування заготовки

Визначимо похибку базування за першим варіантом для циліндричної поверхні ⌀109h11 мм (рисунок 6.2):

- $\varepsilon_{б109} \neq 0$; $\varepsilon_{б8}$=80 мкм

Порівняємо дану похибку із допуском на розмір 109 мм. Оскільки T_8=220

мкм, то похибка базування $\varepsilon_{б8}$=80 мкм [5, с.74] не перевищує допуск $T_{ø72}$=74 мкм, що є доцільним, то даний варіант теж має місце існувати. Так як в першому варіанті похибка базування менша, то пропоную використовувати саме першу схему.

На операціях №035 і №045 відбувається обробка заготовки по верхньому торцю. Тому, вважаю за доцільне використати однакову схему базування.

Як приклад базування заготовки, розглянемо вертикально-фрезерну операцію №035. На даній операції виконують чистове фрезерування пазів з лінійним розмірами: $32^{+0,62}$мм, $16^{+0,43}$мм та 10h9мм.

Пропоную два способи закріплення заготовки. Перший спосіб (рисунок 6.4) – заготовка встановлена на нерухому опору нижнім торцем, затиснена в лещатах з призматичними губками та на зрізаний палець по отвору $ø6,5^{+0,36}$. Наведемо таблиці відповідностей (табл.6.7) та матрицю зв'язків (табл.6.8) для даного варіанту базування заготовки.

Таблиця 6.7 – Таблиця відповідностей

Зв'язки	Ступені вільності	Найменування баз
1,2,3	III, IV, V	УБ
4,5	I, II	ПОБ
6	VI	ОБ

Таблиця 6.8 – Матриця зв'язків

Найменування баз		X	Y	Z
УБ	L	0	0	1
	α	1	1	0
ПОБ	L	1	1	0
	α	0	0	0
ОБ	L	0	0	0
	α	0	0	1

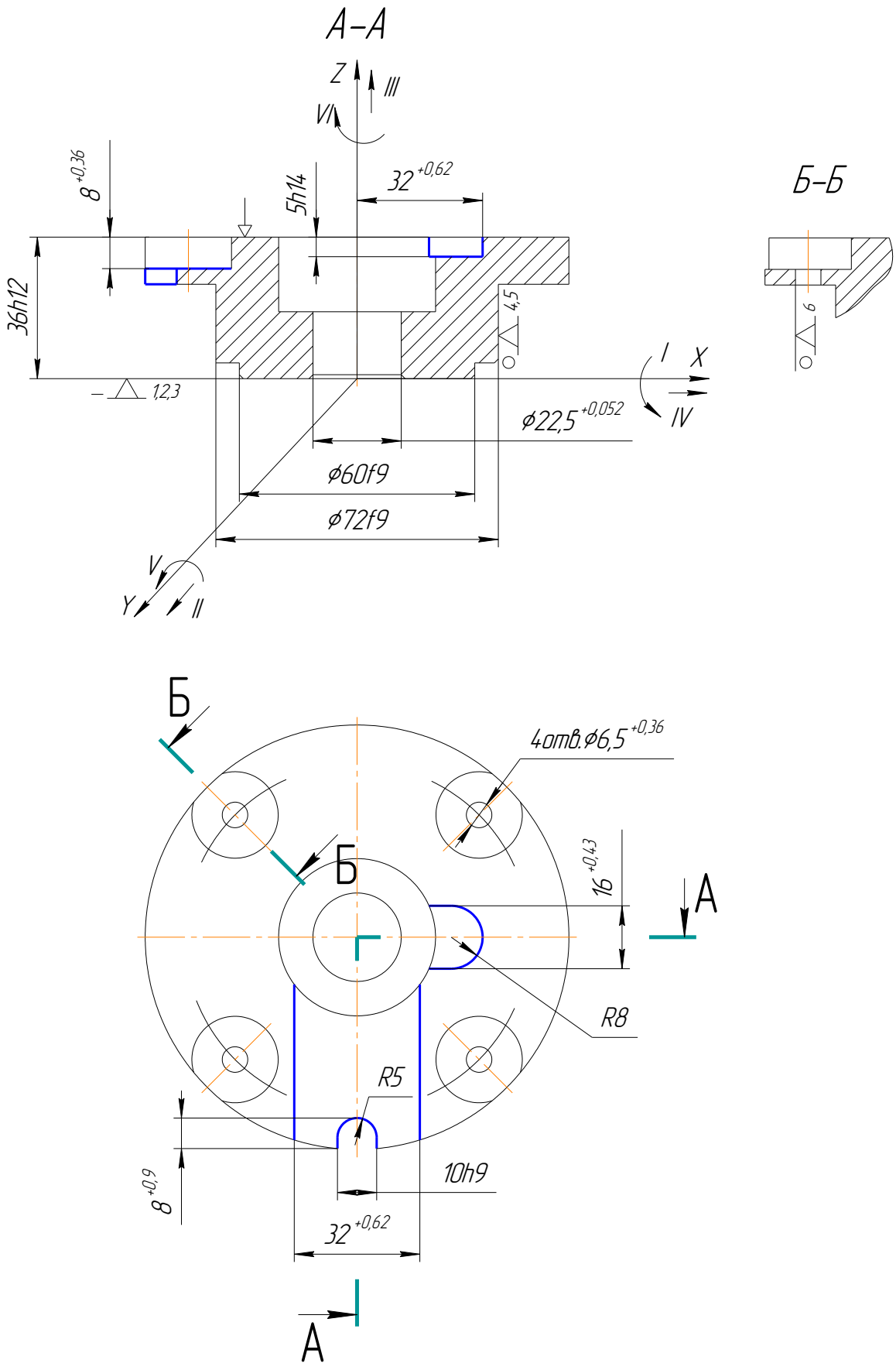


Рисунок 6.4 – Перший спосіб базування заготовки

Визначимо похибку базування за першим варіантом для пазу $32^{+0,62}$ мм, котрий фрезерують на глибину $8^{+0,36}$ мм (рисунок 6.4):

- $\varepsilon_{б8} \neq 0$; $\varepsilon_{б8}$=250 мкм

Порівняємо дану похибку із допуском на розмір 72 мм. Оскільки T_8=620 мкм, то похибка базування $\varepsilon_{б8}$=250 мкм [5, с. 74] не перевищує допуск $T_{ø72}$=74 мкм, що є доцільним.

Другий спосіб (рисунок 6.5) – заготовка встановлена на нерухому опору нижнім торцем, на оправку в другій сходинці центрального отвору та на зрізаний палець по отвору $ø6,5^{+0,36}$.Наведемо таблиці відповідностей (табл.6.9) та матрицю зв'язків (табл.6.10) для даного варіанту базування заготовки.

Таблиця 6.9 – Таблиця відповідностей

Зв'язки	Ступені вільності	Найменування баз
1,2,3	III, IV, V	УБ
4,5	I, II	ПОБ
6	VI	ОБ

Таблиця 6.10 – Матриця зв'язків

Найменування баз		X	Y	Z
УБ	L	0	0	1
	α	1	1	0
ПОБ	L	1	1	0
	α	0	0	0
ОБ	L	0	0	0
	α	0	0	1

При базуванні на оправку $\varepsilon_{б8}$=0;

Так як T_8=620 мкм, а похибка базування $\varepsilon_{б8}$=0 [5, с. 77], то даний варіант теж має місце існувати. Перевагу можна надати даній схемі, але перша схема також доцільна. Пропоную використовувати саме першу схему.

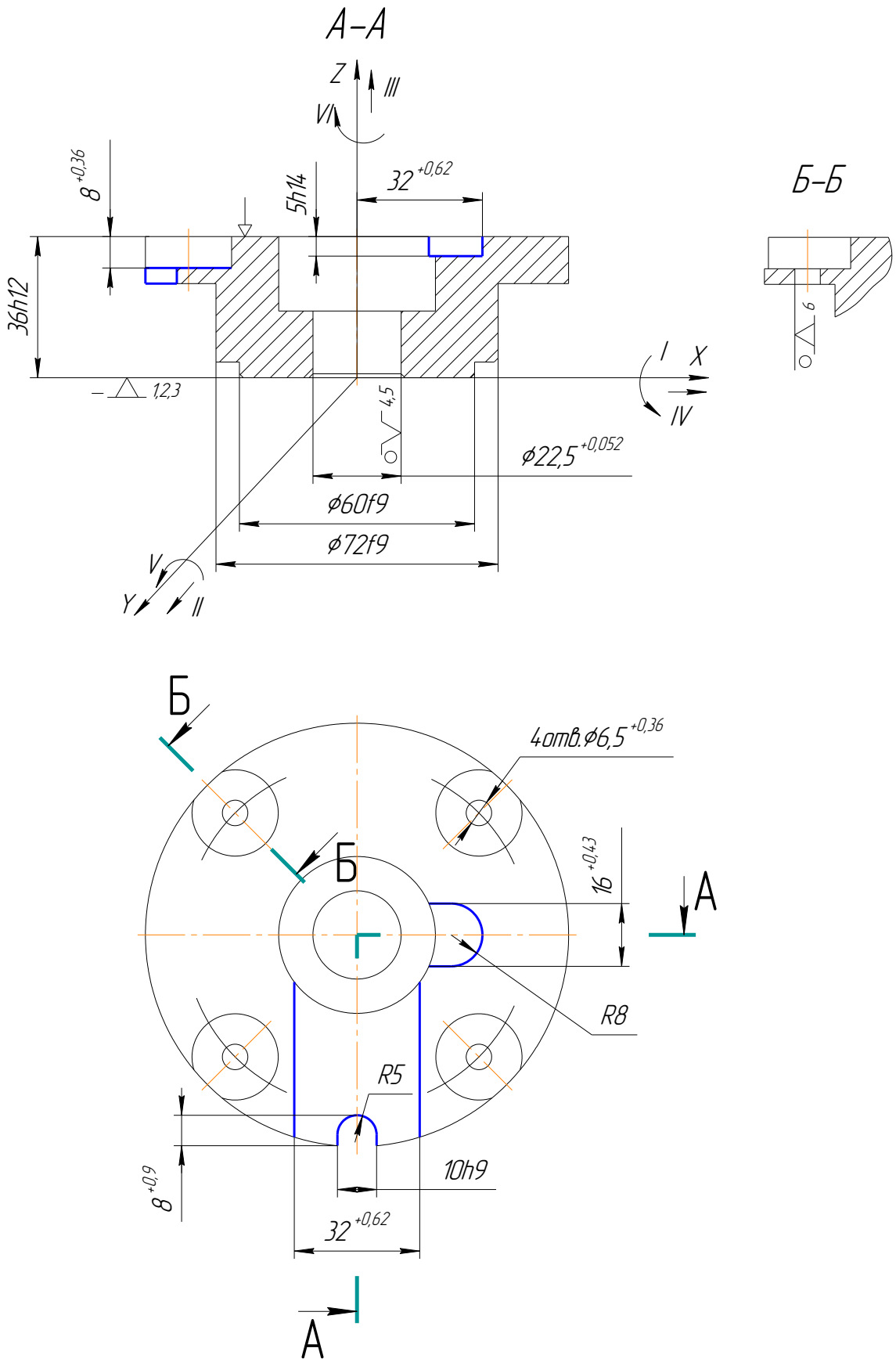


Рисунок 6.5 – Другий спосіб базування заготовки

6.3 Обґрунтування вибору металорізальних верстатів

При виборі металорізального верстата перевагу слід надавати високопродуктивному обладнанню, орієнтуючись на сучасні верстати вітчизняного та зарубіжного виробництва.

При виборі верстата керуємося такими вимогами:

- можливість виконання необхідних технологічних способів обробки поверхонь, які увійшли до певної операції;

- тип виробництва;

- габарити робочого простору;

- необхідну потужність двигунів;

- кількість інструментів, які можна установити на верстаті.

На операції 015 доцільно буде застосувати токарний верстат із ЧПК моделі 1П756ДФ3. Пропоную порівняти його з верстатом цієї ж групи – 1П752МФ3 (табл. 6.11).

Таблиця 6.11 – Порівняння параметрів токарних верстатів

Модель верстата	1П756ДФ3	1П752МФ3
Найбільший розмір оброблюваної, мм: довжина	320	250
Найбільше переміщення супорта, мм: повздовжнє чи вертикальне поперечне чи горизонтальне	720 480	1035 350
Частота обертання шпинделя, об/хв	8-1600	6,3-1250
Число позицій поворотної револьверної головки	4; 6	–
Потужність електродвигуна головного привода, кВт	30	22

Беручи до уваги ці показники, можна зробити висновок, що параметрів верстата 1П756ДФ3 достатньо для виконуваних процесів обробки деталі на даній операції. Також при порівнянні було виявлено декілька недоліків верстата

1П752МФ3 наприклад, відсутність поворотної револьверної головки, що є важливим, адже на операції застосовують два різальні інструменти.

На операції 035 в заводському техпроцесі застосований вертикально-фрезерний верстат із ЧПК моделі 6Р13Ф3. Пропоную порівняти його з верстатом більш сучасним та продуктивним CORMAK MILL 650 (табл. 6.12).

Таблиця 6.12– Порівняння параметрів фрезерних верстатів

Модель верстата	CORMAK MILL 650	654Ф3
Розміри робочої поверхні стола (ширина х довжина), мм	320×1250	400×1600
Найбільший кут повороту шпиндельної головки,°	±45	-
Число швидкостей шпинделя	18	18
Частота обертання шпинделя, об/хв	31,5-1600	25-1250
Число подач стола	18	18
Подача стола, мм/хв.:		0,1-4800
повздовжня та поперечна	25-1250	
вертикальна	8,3-416,6	
Потужність електродвигуна привода головного руху, кВт	7,5	15

Як бачимо, технічні характеристики верстатів подібні, але надаємо перевагу більш сучасному верстату CORMAK MILL 650 – потужності його електродвигуна в 7,5 кВт буде достатньо для проведення необхідних робіт при обробці заготовки.

6.4 Обґрунтування вибору верстатних пристроїв, металорізального та вимірювального інструментів

Вибір верстатного пристрою пов'язаний з типом виробництва і конфігурацією деталі.

На операції 015 застосовують:

- патрон 7120-0079-1-2П ГОСТ24351-80;

- втулка 6105-0066 ГОСТ17178-71. Конусність даної втулки – 7:24.

На операції 035 застосовують:

- універсальний збірний пристрій – УЗП;

- втулку 6103-0003 ГОСТ13790-68. Конусність даної втулки – 7:24.

На операції 015 процес обробки виконується за допомогою наступних інструментів:

- токарний правий контурний різець 2101-0643 згідно ГОСТ20872-80. Ріжуча пластинка виготовлена з матеріалу марки Т30К4; загальна довжина інструменту становить 150мм.;

- спіральне свердло 2301–3469 за ГОСТ 12121–77 з номінальним діаметром ϕ22мм. Воно виготовлене з матеріалу марки Р6М5; точність – нормальна, клас В. Загальна довжина становить 280мм, довжина робочої частини – 180мм.

На операції 035 обробка пазів виконується за допомогою наступних кінцевих фрез з конічним хвостовиком:

- 2223-0152 ГОСТ 17026-71 з номінальним діаметром ø32мм;

- 2223-0083 ГОСТ 17026-71 з номінальним діаметром ø16мм;

- 2223-0024 ГОСТ 17026-71 з номінальним діаметром ø10мм.

Дані інструменти використовують для фрезерування пазів, виступів та площин деталей із різноманітних марок сталі та чавунів.

На операції 015 для контролю обробленої поверхні використовують наступні інструменти:

- зразок шорсткості за ГОСТ 9378-93;

- штангенциркуль ШЦІ-125-0,1 ГОСТ166-89.

На операції 035 для контролю обробленої поверхні використовують наступні інструменти:

- зразок шорсткості за ГОСТ 9378-93;
- штангенциркуль ШЦІ-125-0,1 ГОСТ166-80.

6.5 Розрахунки режимів різання

Операція 015 токарна із ЧПК.

На операцію 015 розрахунково-аналітичним методом розраховуємо режими різання на циліндричну поверхню Ø60,7 мм. На решту поверхонь режими різання визначаємо табличним методом, результати розрахунків заносимо до таблиці 6.13.

Визначаємо глибину різання за формулою:

$$t = \frac{D - d}{2}, \text{ мм} \qquad (6.3)$$

де D – діаметр заготовки, мм;

d – діаметр який отримуємо на даній операції, мм.

$$t = \frac{63{,}2 - 60{,}7}{2} = 1{,}25 \text{ мм}$$

Визначаємо подачу за формулою:

$$S_o = S_{табл} \cdot K_{Sd} \cdot K_{SN} \cdot K_{SM} \cdot K_{SY} \cdot K_{SP} \cdot K_{S\varphi}, \text{ мм/об} \qquad (6.4)$$

де $S_{табл}$ = 0,5 мм/об – табличне значення подачі (табл.11, с.266);

K_{Sd} = 0,9 – перетин державки різця;

K_{SN} = 1,0 – міцність ріжучої частини;

K_{SM} = 1,0 – механічні властивості оброблюваного матеріалу;

K_{SY} = 0,8 – схема закріплення;

K_{SP} = 1,0 – стан поверхні;

$K_{S\varphi}$ = 1,0 – геометрія різця.

$$S_0 = 0{,}5 \cdot 0{,}9 \cdot 1{,}0 \cdot 1{,}0 \cdot 0{,}8 \cdot 1{,}0 \cdot 1{,}0 = 0{,}36 \text{ мм/об}$$

Корегуємо подачу за паспортними даними токарного верстата із ЧПК моделі 1П756ДФ3.

$$S_д = 0{,}5 \text{ мм/об}$$

Визначаємо швидкість різання за формулою:

$$V = \frac{C_V}{T^m \cdot t^x \cdot S_д^{ó}} \cdot \hat{E}v, \text{ м/хв} \qquad (6.5)$$

де C_V , x, y, m – коефіцієнт та показники степеня [5, с.269, табл.17]:

$C_V = 244$;

x = 0,15;

y = 0,35;

m = 0,20;

T = 60 хв – період стійкості;

K_v – загальний поправочний коефіцієнт на швидкість різання, що враховує фактичні умови різання, визначаємо за формулою:

$$K_v = Km_V \cdot Kn_V \cdot Kи_v \cdot K\varphi_V \cdot Kr_V \qquad (6.6)$$

де $Kn_V = 0{,}8$ – коефіцієнт, що враховує стан заготовки, [5, с.263, табл.5];

$Kи_v = 1{,}00$ – коефіцієнт, що враховує вплив матеріалу інструменту, [5, с.263, табл.6];

$K\varphi_V = 1{,}0$ – коефіцієнт, що враховує вплив параметрів різця, [5, с.271, табл.18];

Kr = 1,03 – коефіцієнт, що враховує радіус при вершині різця, [5, с.271, табл.18];

Km_v – коефіцієнт, що враховує якість оброблюваного матеріалу [5, с.261, табл.1]:

$$K_{m_V} = K_r \cdot \left(\frac{750}{НВ}\right)^{n_v}, \qquad (6.7)$$

$$K_{m_V} = 0{,}8 \cdot \left(\frac{750}{450}\right)^{1{,}0} = 1{,}33$$

Підставляємо значення:

$$K_V = 1{,}33 \cdot 0{,}8 \cdot 1{,}0 \cdot 1{,}0 \cdot 1{,}03 = 1{,}1$$

Тоді

$$V = \frac{244}{60^{0{,}2} \cdot 1{,}25^{0{,}15} \cdot 0{,}5^{0{,}35}} \cdot 1{,}1 = 133 \text{ м/хв}$$

Визначаємо частоту обертання шпинделя за формулою:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\Pi \cdot D}, \qquad (6.8)$$

$$n = \frac{1000 \cdot 133}{3{,}14 \cdot 60{,}7} = 697{,}8 \text{об/хв}$$

Приймаємо найближче значення по паспортним даним токарного верстата із ЧПК моделі 1П756ДФ3.

$$n_д = 700 \text{ об/хв}$$

Фактична швидкість різання за формулою:

$$V_ф = \frac{\Pi \cdot D \cdot n_д}{1000}, \text{ м/хв} \qquad (6.9)$$

$$V_ф = \frac{3{,}14 \cdot 60{,}7 \cdot 700}{1000} = 133{,}5 \text{м}$$

Визначаємо силу різання за формулою:

$$P_Z = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S_o^y \cdot V_ф^n \cdot K_p, \text{Н} \qquad (6.10)$$

де C_P, x, y, n – коефіцієнт та показники степеня [5, с.274, табл.22]:

$C_P = 300$;

x = 1,0;

y = 0,75;

n = -0,15;

K_p – коефіцієнт, що враховує якість оброблюваного матеріалу, визначається за формулою:

$$K_p = Km_p \cdot K\varphi_P \cdot K\gamma_P \cdot K_{\lambda P} \cdot Kr_p, \quad (6.11)$$

де Km_p – коефіцієнт, що враховує якість оброблюваного матеріалу [5, с.264, табл.9];

$K\varphi_P$, $K\gamma_P$, $K_{\lambda P}$, Kr_p – коефіцієнт, що залежить від геометричних параметрів різця, відповідно головний кут в плані φ, переднього кута γ, кута нахилу різальної кромки λ та радіуса при вершині різця r [5 , с.275, табл.23]:

$K\varphi_P$ = 1,0;

$K\gamma_P$ = 1,1;

$K_{\lambda P}$ = 1,0;

Kr_p = 1,0.

$$K_{m_V} = K_r \cdot \left(\frac{750}{HB}\right)^{n_v}, \quad (6.12)$$

Підставляємо значення:

$$K_{m_V} = 0{,}8 \cdot \left(\frac{750}{450}\right)^{1{,}0} = 1{,}33$$

Отже, коефіцієнт, що враховує якість оброблюваного матеріалу становить:

$$K_P = 1{,}33 \cdot 1{,}0 \cdot 1{,}1 \cdot 1{,}0 \cdot 1{,}0 = 1{,}46$$

Отже, сила різання становить:

$$P_Z = 10 \cdot 300 \cdot 1{,}25^{1{,}0} \cdot 0{,}5^{0{,}75} \cdot 133{,}5^{-0{,}15} \cdot 1{,}46 = 6741{,}2\,\text{Н}$$

Визначаємо потужність різання за формулою:

$$N_{різ} = \frac{P_Z \cdot V}{1020 \cdot 60}, \text{кВт} \quad (6.13)$$

Підставляємо значення:

$$N_{різ} = \frac{6741{,}2 \cdot 133{,}5}{1020 \cdot 60} = 14{,}7 \text{ кВт}$$

Перевіряємо чи достатня потужність приводу токарного верстата із ЧПК моделі 1П756ДФ3. Необхідно щоб виконувалася умова:

$$N_{різ} \leq N_{шп},$$

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

$$N_{шп} = N_д \cdot \eta, \text{ кВт} \qquad (6.14)$$

де $N_o = 30$ – потужність двигуна, кВт;

$\eta = 0{,}75$ – коефіцієнт корисної дії.

$$N_{шп} = 30 \cdot 0{,}75 = 22{,}5 \text{ кВт}$$

$$14{,}7 \text{ кВт} < 22{,}5 \text{ кВт}$$

Умова різання виконується, тобто обробка можлива.

Визначаємо основний час за формулою:

$$T_o = \frac{L}{S_i \cdot n_д}, \text{ хв} \qquad (6.15)$$

де L – довжина робочого ходу інструменту, визначаємо за формулою:

$$L = l_o + l_{вр} + l_{пер}, \text{ мм} \qquad (6.16)$$

де l_o – довжина оброблюваної поверхні, мм; $l_o = 4{,}5$ мм;

$l_{вр}$ – довжина врізання;

$l_{пер}$ – довжина перебігу

$$L = 4{,}5+1{,}3=5{,}8 \text{ мм}$$

$$T_o = \frac{5{,}8}{0{,}5 \cdot 700} = 0{,}02 \text{ хв}$$

Наведемо в таблиці 6.13 режими різання для інших переходів.

Таблиця 6.13 – Режими обробки на переходи операції 015

Параметри / Переходи	t, мм	S, мм/об	$n_д$, хв$^{-1}$	$V_ф$, м/хв	i	T_O, хв
Установ А						
Точити торець 1	1	0,5	550	143	1	0,12
Точити поверхню 2	1,25	0,5	700	159	1	0,11
Точити торець 3	1	0,5	700	159	1	0,02
Точити торець 5	4	0,5	550	105	1	0,11
Свердлити отвір 6	11	0,5	400	28	1	0,24
Установ Б						
Точити поверхню 7	1,5	0,5	550	188	1	0,09
Точити торець 8	1	0,5	550	188	1	0,18
Розточити отвір 9	1,6	0,5	550	69	1	0,11
Точити торець 10	1,5	0,5	550	69	1	0,07

Для операції 035 розрахунково-аналітичним методом розраховуємо режими різання на паз шириною 32мм, а для всіх інших – табличним методом.

Оброблюваний матеріал – сталь 11895 ГОСТ 11036 – 75; $\sigma_b = 450$ МПа.

Різальний інструмент для паза шириною 32мм – фреза кінцева D = 32 мм, кількість зубів z = 4, матеріал фрези – швидкорізальна сталь Р6М5 по ГОСТ17026-71.

Призначаємо глибину різання.

Так як необхідну точність можна досягти за одну чорнову стадію обробки, припуск знімаємо за один прохід, отже t = 8 мм.

Призначаємо подачу на зуб фрези.

Вибираємо подачу на зуб для обробки пазів.

$S_{табл}$ = 0,19 мм/зуб.

Вибране значення подачі корегуємо з урахуванням поправочних коефіцієнтів по формулі:

$$S_z = S_{табл} \cdot K_{S_M} \cdot K_{S_{MФ}} \cdot K_{S_И} \cdot K_{S_Z}, \quad (6.17)$$

де K_{S_M} – твердість оброблюваного матеріалу;

$K_{S_{MФ}}$ – матеріал ріжучої частини фрези;

$K_{S_И}$ – відношення фактичного числа зубів до нормативного;

K_{S_Z} – відношення вильоту фрези до діаметру.

$$S_z = 0{,}19 \cdot 1{,}0 \cdot 1{,}0 \cdot 0{,}7 \cdot 1{,}0 = 0{,}133 \text{ мм/зуб}$$

Остаточно приймаємо – $S_z = 0{,}133$ мм/зуб.

Вибираємо швидкість різання.

Даний параметр визначимо згідно формули:

$$V = \frac{C_V \cdot D^q}{T^m \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot z^p} \cdot \text{Kv, м/хв} \quad (6.18)$$

де C_v, q, x, y, u, p, m – коефіцієнти та показники степеню, значення яких обираємо згідно [5, с.286, табл.39];

Т – період стійкості фрези згідно [5, с.290, табл.40];

K_v – загальний поправочний коефіцієнт на швидкість різання, котрий враховує фактичні умови різання, визначаємо за формулою:

$$K_v = K_{M_v} \cdot K_{П_v} \cdot K_{И_v}, \quad (6.19)$$

де $K_{П_v}$ – коефіцієнт, що враховує стан поверхні заготовки, [5, с.263, табл.5];

$K_{И_v}$ – коефіцієнт, який враховує матеріал інструмента, [5, с.263, табл.6];

K_{Mv} – коефіцієнт, котрий враховує якість оброблюваного матеріалу:

$$K_{M_v} = K_r \cdot \left(\frac{750}{\sigma_B}\right)^{n_v}, \quad (6.20)$$

де Kr – коефіцієнт, котрий характеризує групу сталі по оброблюваності, [5, с.262, табл.2];

σ_B – міцність оброблюваного матеріалу;

n_v – показник степеню при обробці фрезою, [5, с.262, табл.2].

$$K_{m_v} = 1{,}0 \cdot \left(\frac{750}{270}\right)^{-0{,}9} = 0{,}4$$

$$K_v = 0{,}4 \cdot 0{,}8 \cdot 1{,}0 = 0{,}32$$

Тоді

$$V = \frac{46{,}7 \cdot 32^{0{,}45}}{120^{0{,}33} \cdot 8^{0{,}5} \cdot 0{,}133^{0{,}5} \cdot 32^{0{,}1} \cdot 6^{0{,}1}} \cdot 0{,}32 = 26{,}22 \text{ м/хв}$$

Визначаємо частоту обертання шпинделя за формулою 6.8:

$$n = \frac{1000 \times 26{,}22}{3{,}14 \times 32} = 261 \text{îá/õâ}$$

По паспорту верстата приймаємо найближче значення:

$$n_д = 250 \text{ об/хв}$$

Фактичну швидкість різання визначаємо за формулою 6.9:

$$V_ф = \frac{3{,}14 \cdot 32 \cdot 250}{1000} = 25{,}12 \text{м}$$

Визначаємо силу різання, за формулою:

$$P_Z = \frac{10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot z}{D^q \cdot n^w} \cdot K_{Mp}, \text{Н} \quad (6.21)$$

де C_p, x, y, u, q, w – коефіцієнти та показники степеню, [5, с.291, табл.41];

K_{M_p} – поправочний коефіцієнт, котрий враховує вплив якості оброблюваного матеріалу на силові залежності.

$$\mathrm{K_{Mp}} = \left(\frac{\sigma_{\mathrm{B}}}{750}\right)^{\mathrm{n}}, \tag{6.22}$$

де n – показник степеня при фрезеруванні, n=0,3

$$\mathrm{K_{Mp}} = \left(\frac{270}{750}\right)^{0,3} = 0,74$$

Підставляємо значення:

$$P_Z = \frac{10 \cdot 68,2 \cdot 8^{0,86} \cdot 0,133^{0,72} \cdot 32^{1,0} \cdot 6}{32^{0,86} \cdot 250^{0}} \cdot 0,74 = 6882\ \mathrm{Н}$$

Визначаємо потужність різання за формулою 6.13:

$$N_{різ} = \frac{6882 \cdot 26,22}{1020 \times 60} = 2,95\ \text{кВт}$$

Визначаємо фактичну швидкість різання за формулою 6,9:

$$\mathrm{V_ф} = \frac{3,14 \cdot 32 \cdot 250}{1000} = 25,12\text{м}$$

Визначаємо фактичну потужність різання за формулою:

$$\mathrm{N_ф} = N \cdot \frac{V_ф}{\mathrm{V}}, \text{кВт} \tag{6.23}$$

$$\mathrm{N_ф} = 3,52 \cdot \frac{25,12}{26,22} = 3,37\text{кВт}$$

$$2,95\text{кВт} < 3,37\text{кВт}$$

Умова різання виконується, тобто обробка заготовки можлива.

Визначаємо основний час за формулою:

$$T_o = \frac{L}{S_Z \cdot n \cdot z},\ \text{хв} \qquad (6.24)$$

де L – довжина робочого ходу інструменту, визначаємо за формулою 6.16:

$$L = 34 + 16 = 50\ \text{мм}$$

$$T_o = \frac{50}{0{,}133 \cdot 250 \cdot 6} = 0{,}25\ \text{хв}$$

Режими різання для інших переходів наведено в таблиці 6.14.

Таблиця 6.14 – Режими різання для пазів шириною 16 мм та 10 мм для операції 035

Параметри / Розмір	t, мм	S_z, мм/зуб	V, м/хв	n, об/хв	N, кВт	T_o, хв
Ø16 мм	5	0,05	32	630	1,44	0,29
Ø10 мм	4	0,05	32	630	1,44	0,35

6.6 Технічне нормування операції

Розраховуємо технічне нормування на операцію 015.

Так, як деталь ”сателіт” виготовляється в умовах дрібносерійне виробництво, то розрахуємо норму штучно-калькуляційного часу $T_{шт-к}$ за формулою:

$$T_{шт-к} = \frac{T_{п-з}}{n} + T_{шт}, \text{ хв} \quad (6.25)$$

де $T_{п-з}$ – підготовчо-заключний час, [6, с. 215, додаток 6.3];

n – кількість деталей в партії запуску;

$T_{шт}$ – норма штучного часу.

Підготовчо-заключний час визначаємо за формулою:

$$T_{п-з} = T_{н.в} + T_{д.п}, \text{ хв} \quad (6.26)$$

де $T_{н.в}$ – норматив на наладку верстата, інструменту та пристроїв;

$T_{д.п}$ – норматив на додаткові прийоми.

$$T_{п-з} = 8+3=11 \text{ хв}$$

Штучний час виконання операції визначаємо за формулою:

$$T_{шт} = T_{о} + T_{д} + T_{об} + T_{від}, \text{ хв} \quad (6.27)$$

де $T_{о}$ – основний час;

$T_{д}$ – допоміжний час;

$T_{об}$ – час на обслуговування робочого місця;

$T_{від}$ – час перерв на відпочинок та особисті потреби, [6, с.214, додаток 6.1].

Розраховуємо допоміжний час за формулою:

$$T_{д} = T_{в.з} + T_{з.в} + T_{уп} + T_{вим}, \text{ хв} \quad (6.28)$$

де $T_{в.з}$ – час на встановлення та зняття деталі, [6, с.197, додаток 5.1];

$T_{з.в}$ – час на закріплення та розкріплення деталі, [6, с.201, додаток 5.7];

$T_{уп}$ – час на прийоми управління, [6, с. 205, додаток 5.9];

$T_{вим}$ – час на виміри деталі, [6, с.207, додаток 5.12].

$$T_д = 0,08 + 0,024 + 0,01 + 0,12 = 0,234 \text{ хв}$$

Розраховуємо час на обслуговування робочого місця за формулою:

$$T_{об} = T_{тех} + T_{орг}, \text{ хв} \quad (6.29)$$

де $T_{тех}$ – час на технічне обслуговування робочого місця, [6, с. 209, додаток 5.17];

$T_{орг}$ – час на організаційне обслуговування, [6, с. 212, додаток 5.21].

Підставляємо значення:

$$T_{об} = 1,5 + 2,1 = 3,6 \text{ хв}$$

Час перерв на відпочинок та особисті потреби визначається в залежності від оперативного часу, котрий розраховуємо згідно формули:

$$T_{оп} = T_о + T_д, \text{ хв} \quad (6.30)$$

$$T_{оп} = 1,07 + 0,234 = 1,304 \text{ хв}$$

Отже штучний час на операції становить:

$$T_{шт} = 1,07 + 0,234 + 3,6 + 6,5 = 11,4 \text{ хв}$$

Тоді штучно-калькуляційний час на операцію становить:

$$T_{шт-к} = \frac{11}{87} + 11,4 = 11,5 \text{ хв}$$

Технічне нормування на операцію 035.

Розраховуємо підготовчо-заключний час, [6, с.217, додаток 6.5] за формулою:

$$T_{п-з} = T_{н.в} + T_{в.с} + T_{д.п}, \text{ хв} \quad (6.31)$$

де $T_{н.в}$ – норматив на наладку верстата та встановлення пристроїв;

$T_{в.с}$ – норматив на встановлення фрези;

$T_{д.п}$ – норматив на додаткові прийоми.

$$T_{п-з} = 3 + 2 + 5 = 10 \text{ хв}$$

Розраховуємо допоміжний час за формулою 6.28:

$$T_д = T_{в.з} + T_{з.в} + T_{уп} + T_{вим}, \text{ хв}$$

де $T_{в.з}$ – час на встановлення та зняття деталі, [6, с.199, додаток 5.6];

$T_{з.в}$ – час на закріплення та розкріплення деталі, [6, с.201, додаток 5.7];

$T_{уп}$ – час на прийоми управління, [6, с.205, додаток 5.9];

$T_{вим}$ – час на виміри деталі, [6, с.208, додаток 5.14].

$$T_д = 0,08 + 0,024 + 0,06 + 0,16 = 0,324 \text{ хв}$$

Розраховуємо час на обслуговування робочого місця за формулою 6.29:

$$T_{об} = T_{тех} + T_{орг}, \text{ хв}$$

де $T_{тех}$ – час на технічне обслуговування робочого місця, [6, с.210, додаток 5.18];

$T_{орг}$ – час на організаційне обслуговування, [6, с.212, додаток 5.21].

Підставляємо значення:

$$T_{об} = 1,8 + 1,4 = 3,2 \text{ хв}$$

Розраховуємо оперативний час за формулою 6.30:

$$T_{оп} = 0,89 + 0,324 = 1,214 \text{ хв}$$

Визначаємо штучний час на операцію за формулою 6.27:

$$T_{шт} = 0,89 + 0,324 + 3,2 + 6 = 10,414 \text{ хв}$$

Отже, штучно-калькуляційний час на операцію становить:

$$T_{шт-к} = \frac{10}{87} + 10,414 = 10,5 \text{ хв}$$

7 ПРОЕКТУВАННЯ ВЕРСТАТНОГО ПРИСТРОЮ

На фрезерній операції із ЧПК №035, оброблювана заготовка встановлюється в лещата, котрі працівник, до та після виконання операції, розтискає самостійно, використовуючи лише силові можливості своїх рук. Процес встановлення прижима, відбувається таким же чином.

Для полегшення трудомісткості виконання даної операції, зменшення допоміжного часу – рекомендую задіяти універсальний збірний пристрій на основі пневматичного приводу.

Розроблення та обґрунтування схем базування

На даній операції виконується обробка трьох пазів шириною $32^{+0,62}$ мм, $16^{+0,43}$ мм та 10h9 мм.

Обґрунтування схеми базування дивись у розділі 6.2.

Уточнення параметрів точності

Точність форми

Похибка форми паза характеризується відхиленням від площинності дна паза і стінки паза.

Оскільки на кресленні допуски на форми пазів не задані, то для рівня геометричної точності А допуск площинності беремо орієнтовно в межах 60% від допуску на глибину паза.

Розрахункове значення допуску площинності дна паза:

- для паза шириною $32^{+0,62}$ мм:

$$T_{\square 32}=0,6\cdot 360=216 \text{ (мкм)}$$

- для паза шириною $16^{+0,43}$ мм:

$$T_{\square 16}=0,6\cdot 750=450 \text{ (мкм)}$$

Згідно [9, с.107] приймаємо: $T_{\square 32}$=300 мкм, котре відповідає 15 ступеню точності; $T_{\square 16}$=400 мкм, що належить 11 квалітету.

Розрахункове значення допуску прямолінійності стінки паза:

$$T_{—8}=0,6\cdot 900=540 \text{ (мкм)}$$

Згідно [9, с.107] приймаємо найближче стандартне значення: T_{8}=500мкм, що відповідає 15 ступеню точності.

Так як для пазів шириною $32^{+0,62}$ мм і $16^{+0,43}$ мм не вказано граничних відхилень на їхню довжину, то й розрахувати допуски прямолінійності стінки ми не можемо.

Точність розташування

Похибка розташування зазначених пазів характеризується відхиленням від симетричності відносно вісі деталі.

Оскільки на кресленні значення відхилення від симетричності не задані, то для рівня геометричної точності А допуск площинності беремо орієнтовно в межах 60% від допуску на ширину паза.

Розрахункове значення допуску симетричності паза:

- для паза шириною $32^{+0,62}$ мм:

$$T_{32}=0,6\cdot620=372 \text{ (мкм)}$$

- для паза шириною $16^{+0,43}$ мм:

$$T_{16}=0,6\cdot430=258 \text{ (мкм)}$$

- для паза шириною $8^{+0,36}$ мм:

$$T_{8}=0,6\cdot360=216 \text{ (мкм)}$$

Згідно [9, с.107] приймаємо: T_{32}=500 мкм, котре відповідає 13 ступеню точності; T_{16}=300 мкм, що належить 13 квалітету; T_{8}=0,25 – 13 квалітет.

Шорсткість

На кресленні деталі вказано шорсткість поверхонь пазів $32^{+0,62}$ мм, $16^{+0,43}$ мм та 10h9 мм – Ra=6,3 мкм.

Технічні параметри верстата.

Заготовка буде оброблюватися на вертикально-фрезерному верстаті із ЧПК моделі CORMAK MILL 650.

Розрахунок сил затиску

Визначаємо силу затиску лещат з призматичними губками:

$$W = \frac{K \cdot Mкр \cdot \sin\frac{\alpha}{2}}{f \cdot D}, \text{Н} \qquad (7.1)$$

де $M_{кр}$ – крутний момент;

α – кут призми;

f – коефіцієнт тертя на робочих поверхнях затискання; для гладких поверхонь $f = 0{,}16$;

D – діаметр затискаємої поверхні;

К – коефіцієнт запасу:

$$К = К_0 \cdot К_1 \cdot К_2 \cdot К_3 \cdot К_4 \cdot К_5 \cdot К_6, \qquad (7.2)$$

де $К_0 = 1{,}5$ – коефіцієнт гарантованого запасу;

$К_1 = 1{,}0$ – коефіцієнт, котрий враховує збільшення сил різання через випадкові нерівності на оброблюваних поверхнях при чистовій обробці;

$К_2 = 1{,}0$ – коефіцієнт, котрий характеризує збільшення сили різання внаслідок затуплення ріжучого інструменту [5, с. 84, табл.9];

$К_3 = 1{,}0$ – коефіцієнт, котрий враховує збільшення сили різання при переривчастосу різанні;

$К_4 = 1{,}2$ – коефіцієнт, що характеризує постійність сили затиску в ЗМ;

$К_5 = 1{,}0$ – коефіцієнт, що характеризує ергономіку ручних ЗМ;

$К_6 = 1{,}5$ – коефіцієнт, що враховується при наявності моментів, що намагаються повернути заготовку, що встановлена плоскою поверхнею на постійні опори; при встановленні на опорні пластинки.

$$К = 1{,}5 \cdot 1{,}0 \cdot 1{,}0 \cdot 1{,}0 \cdot 1{,}2 \cdot 1{,}0 \cdot 1{,}5 = 2{,}7$$

Приймаємо значення коефіцієнта запасу – К = 2,7

Визначаємо силу затиску:

$$W = \frac{2{,}7 \cdot 247752 \cdot 0{,}707}{0{,}25 \cdot 72} = 26274 \text{Н}$$

Пояснення вибору привода

Застосування механізованих верстатних пристроїв забезпечує значне підвищення продуктивності роботи верстатів та полегшує працю робітників при затисканні та розтисканні оброблюваних деталей в пристрої.

Для закріплення сателіту в лещатах з призматичними губками застосовуємо пневмокамеру двосторонньої дії.

Щоб визначити діаметр пневмокамери використовуємо формулу:

$$Q = \left(\frac{\pi}{4}\right) \cdot D^2 \cdot p \cdot \eta, Н \qquad (7.3)$$

де D – діаметр пневмокамери (поршня);

p = 0,63МПа – тиск стиснутого повітря;

η = 0,85-0,9 – к.к.д., що враховує втрати в пневмокамери.

Тоді маємо:

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot \eta \cdot p}}, \text{ мм} \qquad (7.4)$$

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot 20200}{3,14 \cdot 0,63 \cdot 0,85}} = 219,25 мм$$

Приводимо до стандартного значення:

D = 220мм. Згідно [13, табл.4, с.29] d=35мм.

Розрахунок на міцність

Перевіряємо міцність деталі стакан за формулою:

$$\sigma = \frac{4 \cdot W}{П \cdot D^2} \le [\sigma], \text{ МПа} \qquad (7.5)$$

де W = 26274 Н – сила затиску лещат з призматичними губками;

D = 72 мм – затискаємий діаметр стакана;

$[\sigma]$ = 270 МПа – допустиме значення межі міцності для сталі 11895 за ГОСТ 11036-75.

Підставляємо значення:

$$\sigma = \frac{4 \cdot 26274}{3{,}14 \cdot 72^2} = 6{,}5\,\text{МПа}$$

Виконуємо перевірку:

$$\sigma = 5\text{МПа} < [\sigma] = 270\text{МПа}$$

Отже, деталь відповідає заданим параметрам міцності.

Розрахунки пристрою на точність

Розрахункову похибку пристрою знаходимо за формулою [14, с.26]:

$$\varepsilon_{пр} \le T - K_T \sqrt{(K_{T1} \cdot \varepsilon_б)^2 + \varepsilon_з^2 + \varepsilon_у^2 + \varepsilon_п^2 + \varepsilon_и^2 + (K_{T2} \cdot \omega)^2 + \varepsilon_{поз}^2}, \qquad (7.6)$$

де Т = 216 мкм – найбільший жорсткий допуск розташування, що одержують на даній операції;

$К_Т$ = 1,2 – коефіцієнт, що враховує можливий відступ окремих складових від нормального закону розподілу випадкових величин;

$К_{Т1}$ = 0,8 – коефіцієнт, що враховує деяке зменшення граничного значення похибки базування;

$\varepsilon_б$ = 26,8 мкм – похибка базування заготовки в пристрої;

$\varepsilon_з$ = 0 – похибка закріплення, виникає в результаті зсуву оброблюваних поверхонь заготовок від дії затискної сили. Так, як на операції використовується механізований затискний пристрій то даною похибкою нехтують;

$\varepsilon_у$ = 20 мкм – похибка установки пристрою на верстаті;

$\varepsilon_п$ = 0 – похибка перекосу інструменту (існує при обробці отвору осьовим інструментом);

$\varepsilon_и$ = 0 – похибка, що виникає внаслідок зношування настановних елементів пристрою. Рівномірне зношення щодо осі центрів виникає в установочно-затискних елементах типу призматичні губки лещат, що не приводить до появи в них радіального биття. Тобто $\varepsilon_и$ може дорівнювати нулю.

$К_{Т2}$ = 0,6 – коефіцієнт, що враховує ймовірність появи похибки обробки;

ω – середня економічна точність обробки. Так, як операція виконується на фрезерному верстаті, то квалітет точності = 6 і становить 16 мкм [14, с.47];

$\varepsilon_{поз}$ = 10мкм – похибка позиціонування.

Підставляємо значення:

$$\varepsilon_{пр} = 216 - 1{,}2\sqrt{(0{,}8 \cdot 26{,}8)^2 + 0^2 + 20^2 + 0^2 + 0^2 + (0{,}6 \cdot 16)^2 + 10^2} = 177 \text{ мкм}$$

З урахуванням стандартного ряду беремо допуск радіального биття відносно поверхні губок лещат, [15, с.109]:

$$\varepsilon_{пр} = 160 \text{ мкм}$$

Опис та принцип дії пристрою

Загалом, пристрій працює за наступною схемою.

Встановивши деталь на площину, відбувається її затискання в лещатах. Подаючи повітря до без штокової порожнини, поршень 3 рухається вгору, витискаючи повітря в атмосферу. Цим самим, відбувається переміщення важеля 11, котрий рухається в бік заготовки, що призводить до затиснення останньої в рухомих губках 9. Зворотній рух поршень 3 виконує при подачі повітря до порожнини камери; опускаючись, поршень через важіль 11 розтискає лещата.

ВИСНОВКИ

Під час виконання даного дипломного проекту був зроблений наступний об’єм роботи:

- проведений аналіз службового призначення машини – регулятора тиску уніфікованого РДУ-1, аналіз службового призначення деталі – сателіт. Крім цього, виконаний опис конструктивних особливостей деталі та умови її експлуатації;

- проведений аналіз технологічних вимог на виготовлення деталі – сателіт 2812-9-017 де був проаналізований матеріал деталі, точність розмірів та шорсткості, які ставлять до деталі;

- з використанням ПЕОМ визначений тип виробництва – дрібносерійний (при річному випуску деталей 900 штук); також визначили організаційні умови роботи, такт випуску та партії запуску;

- виконаний вибір метода отримання заготовки та її розрахунок. Було прийнято метод штампування так, як цей метод дозволяє максимально наблизити форму отриманої заготовки до форми готової деталі, а також цей більш економічно доцільний. Був проведений розрахунок розмірів заготовки по ГОСТ 7505-89, за результатами якого спроектували креслення заготовки;

- виконаний аналіз технологічних операцій технологічного процесу. Для аналізу було взято операції: 015 – токарна із ЧПК та 035 – фрезерна із ЧПК. Були розглянуті ймовірні схеми базування та закріплення. Після порівнянь були прийняті верстати з числово-програмним програмуванням моделей 1П756ДФ3 та CORMAK MILL 650; обрали необхідні ріжучі і вимірювальні інструменти та верстатні пристрої;

- виконаний розрахунок режимів різання. Також виконано нормування технологічних операцій;

- спроектовано верстатний пристрій для фрезерної операції;

- виконана технологічна документація, креслення заготовки, креслення аркуша маршрутного технологічного процесу, креслення аркуша технологічного налагодження, креслення спроектованого верстатного пристрою.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

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

2. Справочник технолога - машиностроителя: В 2 т. / Под ред. А.Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова. - 4-е изд., перераб. и доп. - М.: Машиностроение, 1986. - Т. 2. - 496 с.

3. Марочник сталей і сплавів. https://metinvest-smc.com/ua/steel/stal-15/

4. Методичні вказівки до практичних робіт з дисципліни «Технологічні основи машинобудування» / Укладач О.У. Захаркін. – Суми: Вид-во СумДУ, 2009.– 53 с.

5. ГОСТ 7505-89 «Поковки стальные штампованные. Допуски, припуски и кузнечные напуски, издание официальное, Москва – 1990 г.

6. Общемашиностроительные нормативы режимов резания для технического нормирования работ на металлорежущих станках. - Ч. 1. Токарные, карусельные, токарно-револьверные, алмазно-расточные, сверлильные, долбежные и фрезерные станки.- М.: Машиностроение, 1974. - 416 с.

7. Методичні вказівки та завдання до виконання практичних і контрольних робіт з курсу «Технологічні методи виробництва заготовок деталей машин»/ Укладачі: О.І. Акілов, Д.Г. Голдун. - Суми: Вид-во СумДУ, 2009. – 57 с.

8. Залога, В.О. Розрахунок режимів різання при точінні, свердлинні та фрезеруванні [Текст] : навч. посіб. / В. О. Залога. — К. : ІСДО, 1994. — 176 с..

9. Общемашиностроительные нормативы времени вспомогательного, на обслуживание рабочего места и подготовительно-заключительного для технического нормирования станочных работ. Серийное производство. - М.: Машиностроение, 1974. - 434 с.

10. Панов А.А., Аникин В.В. Обработка металлов резанием: Справочник технолога; Под общ. Ред. А.А. Панова. 2-е изд.,перераб. и доп.-М.: Машиностроение, 2004.-784 с.

11. Общемашиностроительные нормативы режимов резания для технического

нормирования работ на шлифовальных и доводочных станках. - М.: Машиностроение, 1974. - 203 с.

12. Нефедов Н.А., Осипов К.А. Сборник задач и примеров по резанию металлов и режущему инструменту: Учебное пособие для техникумов. – 5-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1990. – 448 с.

13. Захаркин А.У. Методические указания для практических работ по курсам «Теоретические основы изготовления деталей и сборки машин» и «Технология машиностроения» для студентов направления 0902 «Инженерная механика» всех форм обучения [Текст] : А. У. Захаркин, В. Г. Евтухов. – Сумы изд. СумДУ 2004. – 75 с.

14. Методичні вказівки до оформлення документації при виконанні розрахунково-графічних і курсових робіт, курсових і дипломних проектів з технології машинобудування: у 2 частинах. – Ч. 1. Загальні відомості / укладачі: В. Г. Євтухов, В. О. Іванов.–Суми : Сумський державний університет, 2011.–55 с.

15. Кушніров, П. В. Технологічна оснастка [Електронний ресурс] : навч. посіб. / П. В. Кушніров, А. В. Євтухов, І. М. Дегтярьов. — Суми : СумДУ, 2020. — 140 с.

16. Дичковський, М. Г. Технологічна оснастка. Курс лекцій [Текст] : навч. посіб. / М. Г. Дичковський. — Херсон : Олді-плюс, 2011. — 324 с.

17. Безпека життєдіяльності та охорона праці [Електронний ресурс] : довід. у 2-х ч. Ч. 1 : (А-Н) / Ю. В. Буц, О. І. Богатов, О. Г. Зима [та ін.] ; за заг. ред. Ю. В. Буца; Харківський національний економічний університет ім. С. Кузнеця. - Електрон. текстові дан. (2,71 МБ). - Харків : ХНЕУ ім. С. Кузнеця, 2020. - 181 с.

18. Охорона праці при роботі на металорізальних верстатах [Текст] : навч. посіб. / І.П. Пістун, І.О. Трунова, Т.В. Олянишен, Р.А. Яцюк. — Львів : Українська академія друкарства, 2011. — 372 с.

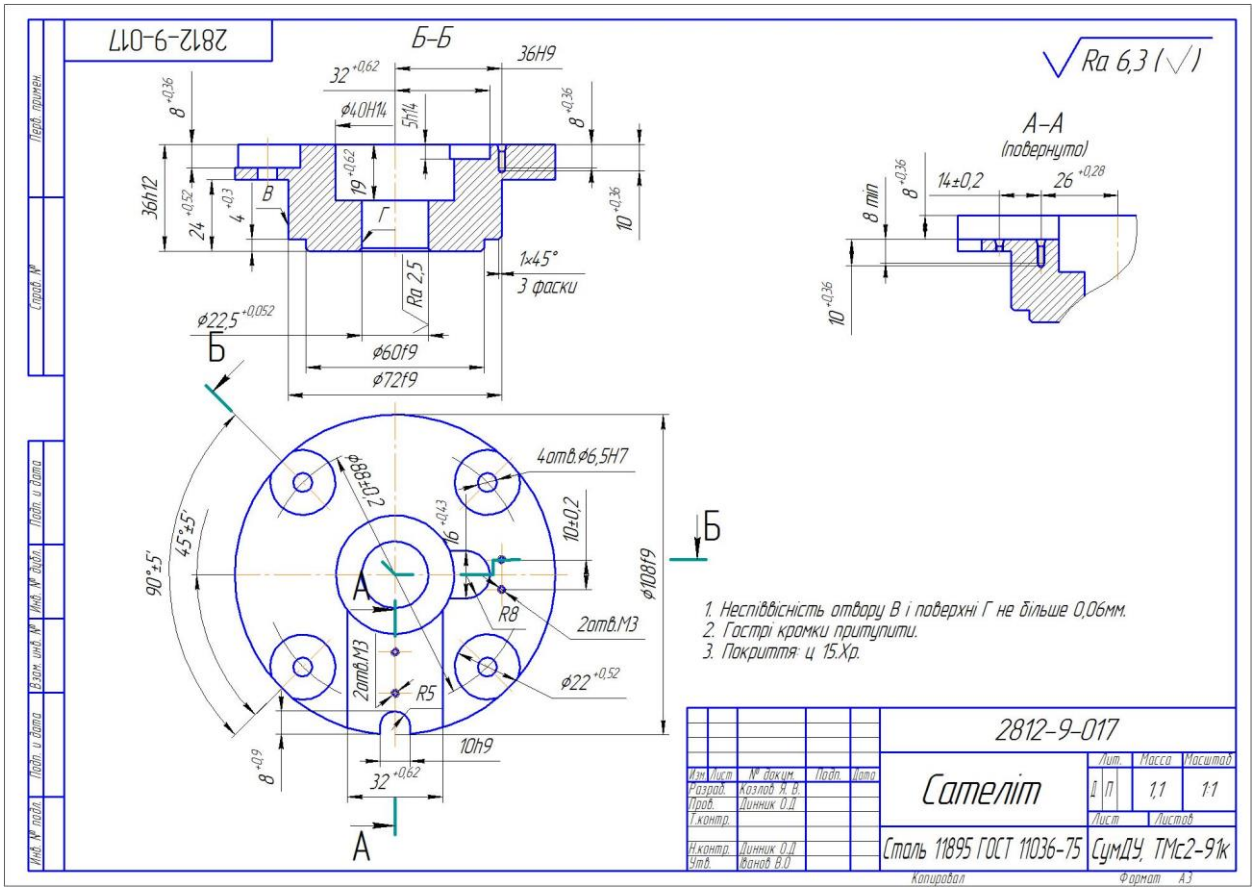
19. Кушніров П. В. Методичні вказівки до практичних занять з курсу “Технологічна оснастка”: П. В. Кушніров. – Суми: Вид-во Сум ДУ, 2009. – 52 с.

20. Закон України «Про охорону праці».

ДОДАТКИ

ДОДАТОК А

КРЕСЛЕННЯ ДЕТАЛІ САТЕЛІТ 2812-9-017



ДОДАТОК Б

РЕЗУЛЬТАТИ РОЗРАХУНКУ ПРИПУСКІВ НА РОЗМІР Ø6,5H7

Расчетные значения			Принятые значения, мм							
припуск, мкм		расчет-ный размер, мм	расчет-ный размер	номинальный размер с предельными отклонениями		предельный размер		припуск, мкм		
мини	расч.					мини-мальный	макси-мальный	миним	расч.	макс.
-	-	3.635	3.63	3.63	+0.150 0	3.63	3.78	-	-	-
1863	2013	5.646	5.646	5.646	+0.058 0	5.646	5.704	1866	2018	2074
794	852	6.5	6.5	6.5	+0.015 0	6.5	6.515	796	852	869

ДОДАТОК В

ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

Закон України «Про охорону праці»

Основоположним законодавчим документом в галузі охорони праці є Закон України «Про охорону праці», дія якого поширюється на всі підприємства, установи і організації незалежно від форм власності та видів їх діяльності, на усіх громадян, які працюють, а також залучені до праці на цих підприємствах.

Цей Закон визначає основні положення щодо реалізації конституційного права працівників на охорону їх життя і здоров'я у процесі трудової діяльності, на належні, безпечні і здорові умови праці, регулює за участю відповідних органів державної влади відносини між роботодавцем і працівником з питань безпеки, гігієни праці та виробничого середовища і встановлює єдиний порядок організації охорони праці в Україні.

В Україні, першій з країн СНД, Постановою Верховної Ради від 14.10.92 р. був прийнятий закон України «Про охорону праці», що містить 8 розділів, 49 статей. Верховна Рада України 16.10.2012 р. внесла зміни в Закон, котрий містить 9 розділів, 44 статті. У даних розділах описуються загальні положення з охорони праці, гарантії прав на охорону праці, організація охорони праці, стимулювання охорони праці, нормативно-правові акти з охорони праці, державне управління охороною праці, державний нагляд та громадський контроль за охороною праці, відповідальність за порушення законодавства про охорону праці та прикінцеві положення.

Закон України «Про охорону праці» закріплює за державою функції керування і надзору за охороною праці. Держава виступає гарантом створення безпечних і нешкідливих умов праці для робітників підприємств, установ, організацій всіх форм власності.

Закон України "Про охорону праці" визначає, що охорона праці – це система правових, соціально-економічних, організаційно-технічних,

санітарно-гігієнічних і лікувально-профілактичних заходів та засобів, спрямованих на збереження життя, здоров'я і працездатності людини у процесі саме трудової діяльності (а не праці, як це було передбачено раніше).

До основних правових принципів у сфері охорони праці в Україні належать:

- пріоритет охорони життя та здоров'я працівників перед економічними інтересами;повна відповідальність роботодавця за створення належних,безпечних і здорових умов праці;

- соціальний захист працівників, повне відшкодування шкоди особам, які потерпіли від нещасних випадків на виробництві та професійних захворювань;

- компетентність діяльності щодо забезпечення охорони праці;

- двосторонній зобов'язуючий (і працівника, і роботодавця) характер діяльності щодо додержання норм з охорони праці;

- встановлення єдиних вимог з охорони праці для всіх підприємств та суб'єктів підприємницької діяльності незалежно від форм власності та видів діяльності;

- встановлення та гарантування заходів самозахисту прав працівників на здорові та безпечні умови праці;

- обов'язковість відшкодування шкоди, заподіяної працівникові у зв'язку з виконанням трудових обов'язків та інші.

Іноземні громадяни і особи без громадянства, які працюють на підприємствах України, мають такі самі права на охорону праці як і громадяни України.

Державна політика у сфері охорони праці спрямована на створення належних, безпечних і здорових умов праці, запобігання нещасним випадкам та професійним захворюванням.

Загальним об'єктом охорони праці є працездатність як специфічна якість особи, тому для трудового права важливе значення має оцінка професійної працездатності особи (якісна характеристика здатності до певних видів

діяльності та кількісна характеристика допустимих обсягів навантаження). Це дає можливість обмежити для конкретних категорій працівників виконання певних видів трудової діяльності чи знизити трудове навантаження (наприклад, для неповнолітніх, жінок, інвалідів).

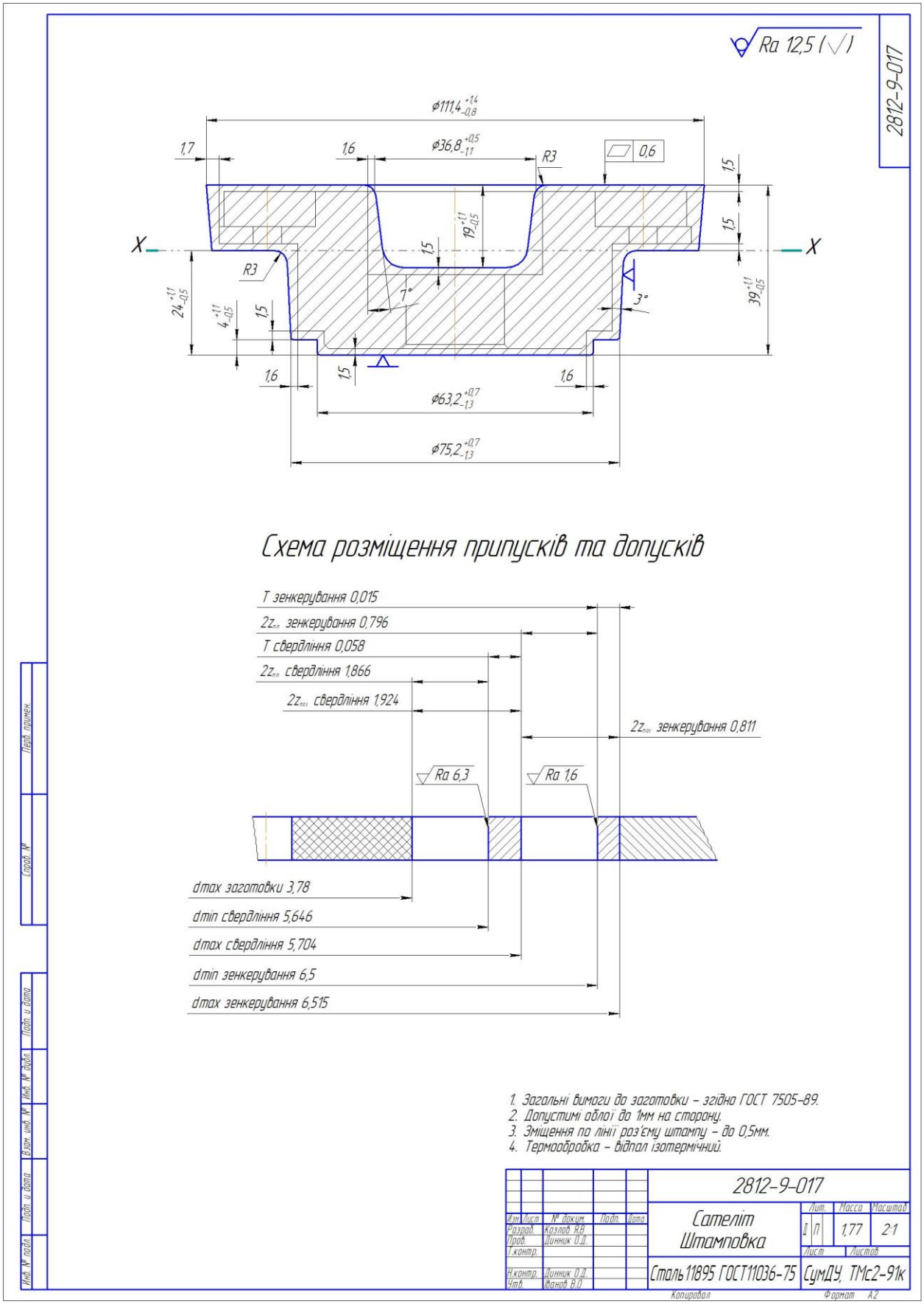
Обмеження (заборони) виконання окремих видів трудової діяльності реалізуються як при прийнятті на роботу, так і у процесі здійснення трудової діяльності особи (наприклад, за наслідками медичних оглядів окремих категорій працівників тощо).

Зниження трудового навантаження може виявлятися у встановленні певного режиму праці та відпочинку, зниженні норм виробітку, забороні залучення до нічних, надурочних робіт та робіт у вихідні дні, виконанні роботи за сумісництвом тощо.

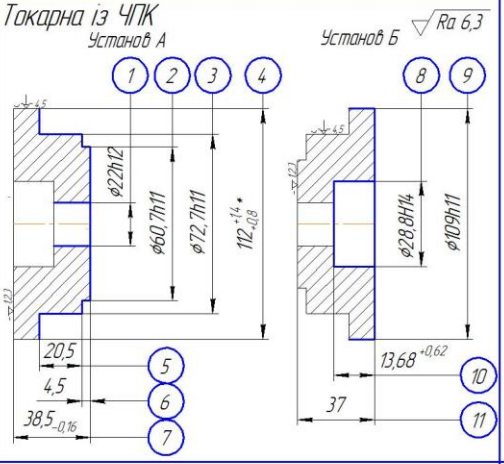
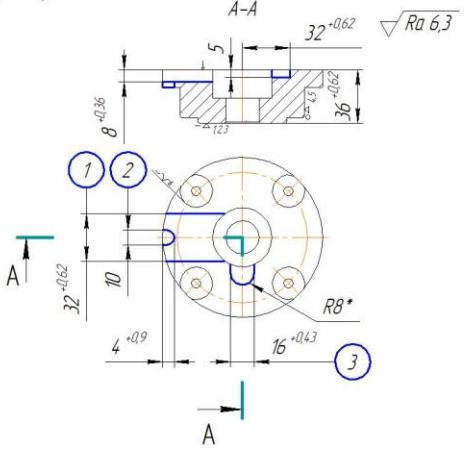
Таким чином, як міжгалузевий інститут охорона праці є цілісною системою норм різної галузевої належності, що регулює спеціальні заходи з охорони здоров'я окремих категорій громадян, зайнятих у сфері праці, від несприятливого впливу виробничих факторів на їхню працездатність.

Для практичної реалізації Закону "Про охорону праці" був прийнятий 15 грудня 1993 року Закон України "Про внесення змін і доповнень, що стосуються охорони праці, до Кодексу законів про працю України", а також Закон України "Про внесення змін і доповнень до Кодексу України про адміністративні правопорушення і Кримінального кодексу України" від 15 січня 1995 року і ряд підзаконних актів, затверджених постановою Кабінету Міністрів: Положення про створення Національної Ради з питань безпеки життєдіяльності населення, Положення про розслідування та облік нещасних випадків, професійних захворювань і аварій на підприємствах, в установах і організаціях, Правила відшкодування власником підприємства, установи, організації або уповноваженим ним органом шкоди, заподіяної працівнику ушкодженням здоров'я, пов'язаним із виконанням трудових обов'язків, Положення про порядок накладання штрафів на підприємства, установи і організації за порушення нормативних актів про охорону праці та ін.

ДОДАТОК Г
ГРАФІЧНА ЧАСТИНА РОБОТИ



ТМ 20090018-02 МТ

№	Найменування операції та операційний ескіз	Обладнання та модель	Пристосування та інструмент
005	Обробка тиском	Кривошипний прес	
010	Термічна обробка	Піч	
015	Токарна із ЧПК 	1П756ДФ3	Патрон 7120-0079-1-2П ГОСТ 24351-80; Втулка 6105-0066 ГОСТ 17178-71; Різець 2101-0643 Т30К4 ГОСТ 20872-80; Свердло 2301-3469 Р6М5 ГОСТ 12121-77; Штангенциркуль ШЦ-І-125-0,1 ГОСТ 166-89; Зразок шорсткості ГОСТ 9378-93
020	Токарно-гвинторізна	16К20	
025	Вертикально-свердлильна	2Н125	
030	Слюсарна	М1204-000	
035	Фрезерна із ЧПК 	CORMAK MILL 650	Універсальний збірний пристрій УЗП; Втулка 6103-0003 ГОСТ 13790-68; Втулка 6103-0143 ГОСТ 13598-85; Фреза (ø32) 2223-0152 ГОСТ 17026-71; Фреза (ø16) 2223-0083 ГОСТ 17026-71; Фреза (ø10) 2223-0024 ГОСТ 17026-71; Штангенциркуль ШЦ-І-125-0,1 ГОСТ 166-80; Зразок шорсткості ГОСТ 9378-93
040	Слюсарна	М1204-000	
045	Свердлильна з ЧПК	2Р135Ф2	
050	Промивання	Промивочний стіл	
055	Покриття		
060	Технічний контроль	Стіл ВТК	

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ТМ 20090018-02 МТ	
Разраб.		Козлов Я.В.			Маршрутний технологічнийпроцес виготовлення сателиту	Лит. Д П; Масса; Масштаб
Пров.		Динник О.Д.				Лист; Листов
Т.контр.						
Н.контр.		Динник О.Д.				СумДУ ТМс2-91к
Утв.		Іванов В.О.				

Копировал Формат А2

Перв. примен. | Справ. № | Подп. и дата | Инв. № дубл. | Взам. инв. № | Подп. и дата | Инв. № подл.

ТМ 200950018-07-00.00 СБ

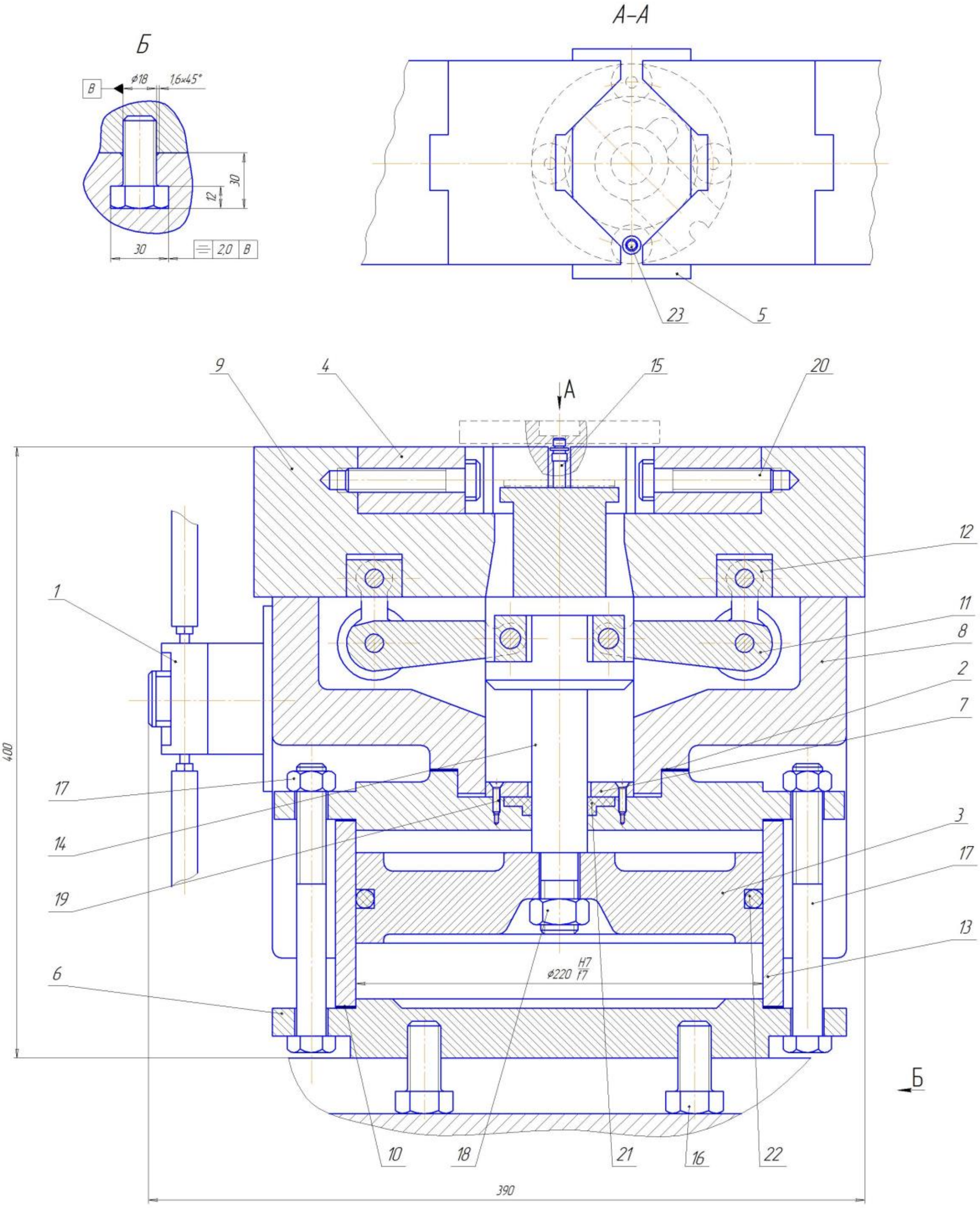
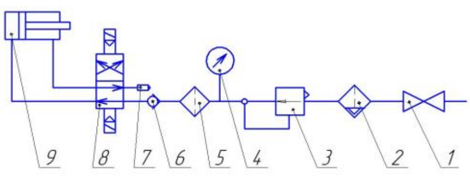


Схема включення пневмоциліндра



1. Вентиль
2. Фільтр вологовідділення
3. Редукційний пневмоклапан
4. Манометр
5. Маслорозпилювач
6. Клапан
7. Пневмоглушник
8. Пневморозподільник
9. Пневмоциліндр

Технічна характеристика:
1. Тиск повітря в системі 0,63 мПа;
2. Сила затиску – 26274 Н;
4. Устаткування – Верстат 6Р13Ф

Технічні вимоги:
1 Шток змазати: ЦИАТИМ 202 ГОСТ 11110-75
2 Періодичність змащування – 15 діб
3 Після складання пробірити на герметичність тиском 0,8 МПа

					ТМ 200950018-07-00.00 СБ		
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Пристрій для фрезерування Сборочный чертеж	Лит.	Масса	Масштаб
Разраб.		Козлов Я.В				Д П	19	1:1
Пров.		Динник О.Д				Лист	Листов	
Т.контр.								
Н.контр.		Динник О.Д				СумДУ, ТМс2-91к		
Утв.		Ванов В.О						

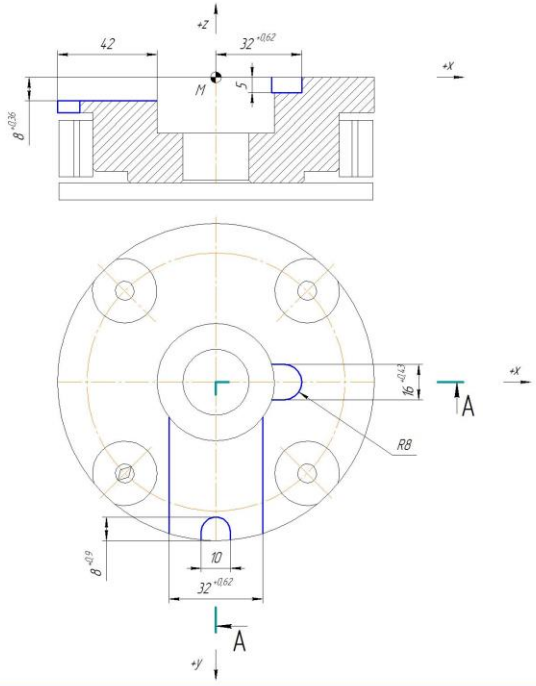
Копировал Формат А1

ТМ 200950018-06-00-00 ОН

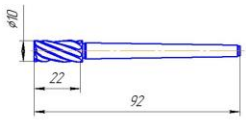
Ra 6,3 (√)

Операція 035. Фрезерна з ЧПК
Верстат моделі CORMAK MILL 650, N = 7,5 кВт

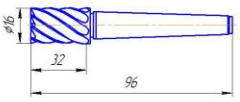
А–А



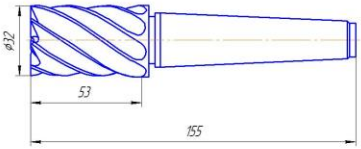
РИ1 Кінцева фреза 2223-0024 Р6М5 ГОСТ 17026-71



РИ2 Кінцева фреза 2223-0083 Р6М5 ГОСТ 17026-71



РИ3 Кінцева фреза 2223-0152 Р6М5 ГОСТ 17026-71



№ інстр-ументо	t, мм	i	n, об/хв	V, м/хв	S, мм/зуб	T_o, хв	$T_в$, хв	$T_{шт.}$, хв	$T_{шт.к.}$, хв
РИ1	4	1	630	32	0,05	0,35	0,32	10,4	10,5
РИ2	5	1	630	32	0,05	0,29			
РИ3	8	1	250	25,2	0,133	0,25			

ТМ 200950018-06-00-00 ОН

Налагка на операцію 035

Лит. | Маса | Масштаб

Лист | Листів 1

СумДУ, ТМс2-91к

Копіював | Формат А2