

Державний вищий навчальний заклад
«Сумський державний університет»

Технічних систем та енергоефективних технологій

(повне найменування інституту, назва факультету (відділення))

Кафедра технології машинобудування, верстатів та інструментів

(повна назва кафедри (предметної, циклової комісії))

Пояснювальна записка

до кваліфікаційної (роботи)

перший (бакалаврський)

(освітній рівень)

на тему: Проектування технологічного процесу
виготовлення деталі шток ЦБЗ –3405121

Виконав: студент IV курсу, групи ТМ-51к

напряму підготовки (спеціальності)

6.050502 Інженерна механіка

(Технології машинобудування)

(шифр і назва напряму підготовки, спеціальності)

Кучма А.О.

(прізвище та ініціали)

Керівник: Яшина Т.В.

(прізвище та ініціали)

Рецензент: _____

(прізвище та ініціали)

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Сумський державний університет

Кафедра «Технологія машинобудування, верстати та інструменти»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

_____ В.О.Залога

«___» _____ 2020 р.

ПРОЕКТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ВИГОТОВЛЕННЯ

ШТОК Ц63 - 3405121

Бакалаврська кваліфікаційна робота

Напрямок підготовки 6.050502 Інженерна механіка

(Технології машинобудування)

Студент

Кучма А.О.

Керівник

Яшина Т.В.

Нормоконтроль

Динник О.Д.

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	<i>Технічних систем та енергоефективних технологій</i>
Кафедра	<i>Технології машинобудування, верстатів та інструментів</i>
Освітній рівень	<i>перший (бакалаврський)</i>
Напрямок підготовки	<i>6.050502 Інженерна механіка (Технології машинобудування)</i> (шифр і назва)
Спеціальність	 (шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри технології
машинобудування, верстатів
та інструментів

_____ В.О.Залога

«___» _____ 2020 р.

**ЗАВДАННЯ
НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЕКТ (РОБОТУ) СТУДЕНТА**

Кудряшов Владислав Сергійович

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту (роботи)	<i>Проектування технологічного процесу виготовлення штоку Ц63 - 3405121</i>
керівник проекту	<i>Яшина Тетяна Вікторівна</i> (прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом вищого навчального закладу від «15» січня 2020 року № 07-III _____

2. Строк подання студентом проекту (роботи)	«10» червня 2020 року
---	-----------------------

3. Вихідні дані до проекту (роботи)	_____
-------------------------------------	-------

Креслення деталі «Шток Ц63-3405121»

Річний обсяг випуску деталей –2000

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

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 та розробка технічних вимог до неї

4.6 Аналіз існуючого чи типового технологічного процесу виготовлення деталі

4.7 Проектування верстатного пристрою

4.8 Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях

5. Консультанти розділів проекту (роботи)

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

6. Дата видачі завдання « 20 » квітня 2020 року

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту (роботи)	Строк виконання етапів проекту (роботи)	Примітка
1	<i>Аналіз службового призначення машини, вузла, деталі</i>	23.04.2020	
2	<i>Аналіз технічних вимог на виготовлення деталі</i>	03.05.2020	
3	<i>Визначення типу та форми організації виробництва</i>	07.05.2020	
4	<i>Аналіз технологічності конструкції деталі</i>	14.05.2020	
5	<i>Вибір способу отримання заготовки та розробка технічних вимог до неї</i>	21.05.2020	
6	<i>Аналіз існуючого чи типового технологічного процесу виготовлення деталі</i>	28.05.2020	
7	<i>Проектування верстатного пристрою для установлення і закріплення заготовки</i>	04.06.2020	
8	<i>Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях</i>	10.06.2020	

Студент

(підпис)

Кучма А.О.
(прізвище та ініціали)

Керівник проекту (роботи)

(підпис)

Яшина Т.В.
(прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

Кваліфікаційна робота бакалавра: 82 с., 17 рис., 17 табл., 16джерел.

В даній роботі проаналізовані: службове призначення виробу , вузла та деталі, технологічні вимоги , що пред'являються до деталі, обґрунтований тип виробництва та спосіб отримання заготовки.

В роботі запропоновані вдосконалення технологічного процесу виготовлення деталі «Шток Ц63–3405121»: вибраний найбільш раціональний спосіб закріплення заготовки , вибрано сучасні верстати та вимірювальний інструмент. Виконано розрахунок режимів різання аналітичним та табличним методом. Проведено технічне нормування операцій.

Розроблено комплект технічної документації в вигляді ВТД, КТП, КЕ аркушів.

В роботі розроблено спеціальний пристрій з пневматичним приводом для операції «040 Розточувальна з ЧПК».

В графічній частині роботи представлено креслення заготовки отриманої методом гарячого кривошипного штампування, маршрутний технологічний процес, операційне налагодження для операції 020 токарна з ЧПУ, спеціальне пристосування для операції 040 розточувальна з ЧПК.

Метою роботи є підвищення ефективності механічної обробки деталі шток за рахунок впровадження, сучасного технологічного оснащення та інструментів, здатних забезпечити якісну обробку заготовки.

Об'єкт дослідження – технологічний процес механічної обробки деталі «Шток Ц63–3405121».

Предмет дослідження – операції технологічного процесу механічної обробки деталі «Шток Ц63–3405121».

ДЕТАЛЬ, ШТОК , ЗАГОТОВКА , ОБРОБКА , ПОВЕРХНЯ, ТОЧІННЯ, ПРИПУСК, СХЕМА БАЗУВАННЯ, ІНСТРУМЕНТ, ВЕРСТАТ, РЕЖИМ РІЗАННЯ , НОРМИ ЧАСУ, ПРИСТОСУВАННЯ, ТОЧНІСТЬ, РОЗРАХУНОК.

ЗМІСТ

Вступ.....	5
1 Аналіз службового призначення машини, вузла, деталі. Опис конструкторських особливостей деталі та умов її експлуатації.....	6
2 Аналіз технічних умов виготовлення деталі.....	11
3 Визначення типу та форми організації виробництва.....	13
4 Аналіз технологічності конструкції деталі.....	19
5 Вибір способу отримання заготовки та розробка технологічних вимог до неї.....	21
6 Аналіз існуючого чи типового технологічного процесу виготовлення деталі.....	30
6.1 Розрахунок припусків на механічну обробку.....	33
6.2 Аналіз та обґрунтування схем базування і закріплення заготовки.	38
6.3 Обґрунтування вибору металорізальних верстатів.....	47
6.4 Обґрунтування вибору верстатних пристроїв, металорізального та вимірювального інструментів.....	49
6.5 Розрахунки режимів різання.....	51
6.6 Технічне нормування операцій.....	60
7 Проектування верстатного пристрою для встановлення і закріплення заготовки.....	63
Висновок.....	72
Список використаних джерел.....	73
Додаток А.....	75
Додаток Б.....	76
Додаток В.....	77
Додаток Г.....	79

					ТМ 180900010-00 ПЗ		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.		Кучма А.О.			Літ.	Арк.	Аркуші
Перевір.		Яшина Т.В.				4	82
Реценз.					КІСумДУ, ТМ-61		
Н. Контр.							
Затверд.							
Проектування технологічного процесу виготовлення деталі “Шток Ц63–3405121”							

ВСТУП

В умовах постійного розвитку та науково-технічного прогресу який з кожним роком прискорюється, галузі промисловості та народного господарства потребують високоефективних та автоматизованих машинах. Які дають можливість створювати якісну та конкурентоспроможну продукцію. Створення якісних і високоефективних машин неможливе без висококваліфікованих спеціалістів. Застосування таких працівників постійно дає можливість вдосконалювати технологію виготовлення машин та розроблювати раціональні технологічні процеси.

При сьогоднішніх умовах великої конкуренції на ринку праці, студентам вузів необхідно, як найкраще, знатися в теоретичних питаннях та мати високі практичними навичками, на сам перед, за своєю спеціальністю, для цього студенти виконують дипломне проектування яке дає змогу розвинути свої професійні навички з проектування технологічних процесів для створення якісних і зносостійких деталей з найменшими витратами людино-годин і найкращими економічними показниками.

В даній дипломній роботі буде проведено проектування технологічного просу виготовлення деталі “Шток Ц63–3405121” яка застосовується в виготовленні гідроциліндрів для тракторів моделі МТЗ–2522 які широко застосовуються в сільському господарстві, тому можна вважати, що покращення технологічного процесу виготовлення даної деталі є актуальним питанням яке допоможе, зменшити собівартість тракторів для сільського господарства в нашій країні.

Це дипломне проектування повинне закріпити, поглибити знання та узагальнити, отримані студентом на практичних заняттях, лекціях, лабораторних робота та курсових роботах. Роботою передбачено самостійну роботу з Державними стандартами, літературою та довідниками, а також вміти доцільно поєднувати теоретичні знання з практичним досвідом.

					ТМ 180900010.00.ПЗ	Арк.
						5
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

Службове призначення трактору МТЗ–2522.

Трактор МТЗ–2522 – агрегат підвищеної потужності, він є машиною нового покоління, що поєднує в своїх характеристиках помірну вартість, економічну експлуатацію, уніфікацію запасних частин, а також сумісність з різними навісними, напівнавісними і причіпними агрегатами.

Основним напрямком використання трактора п'ятого тягового класу є виконання в сільськогосподарських роботах на угіддях з великою площею.

Ефективність машини при виконанні цих робіт забезпечується потужною силовою установкою яка дозволяє використовувати трактор в комплексі з широко захватним високопродуктивним обладнанням, призначеним для оранки ґрунту, догляду за сільськогосподарськими культурами, збирання і транспортування врожаю.

Передній міст співвісного типу відрізняється від старіших моделей автоматичним включенням блокування диференціала. При необхідності водій може управляти блокуванням в ручному режимі.

Основні характеристики трактора МТЗ–2522:

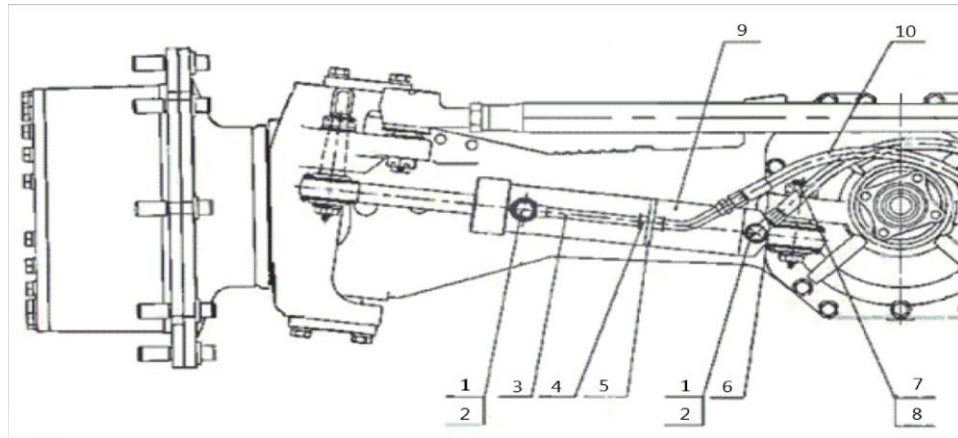
– двигун:	Д 260.7;
– потужність, кВт:	184 (250);
– номінальна частота обертання двигуна, об / хв.:	210;
– максимальний крутний момент, Нм:	990;
– витрата палива г / кВтг.:	227;
– коефіцієнт запасу крутного моменту,% :	15;
– ємність паливного бака, л.:	420;
– вага трактора, кг.:	11110.

					ТМ 180900010.00.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		6

Основні складові рульової трапеції трактора МТЗ–2522.

Рульова трапеція – це тип рульового управління, він складається з тяг різної довжини, що дозволяє повертати ведучі колеса на різний кут.

Рульова трапеція трактора МТЗ–2522 зображена на рисунку 1.1.



(1) – шайба Ф80–3407114; (2) – штуцер С80–4607204; (3) – маслопровід 2522–3407070; (4) – втулка 70–3506027; (5) – хомут Норма TORRO 70–90/9С6W; (6) – перехідник 2022–3407202; (7) – палець 102–3405112–01; (8) – гайка 102–3405113; (9) – гідроциліндр Ц63–3405115; (10) – рукав високого тиску 952–3407100–06

Рисунок 1.1 – Рульова трапеція трактора МТЗ–2522

Службове призначення гідроциліндра Ц63–3405115.

Гідроциліндр – об’ємний гідро двигун (пневмодвигун) зі зворотно-поступальним рухом вихідної ланки, який призначений для трансформації енергії потоку рідини в рух виконавчого механізму.

Гідроциліндр двосторонньої дії має такий принцип дії. При прямому, та при зворотному ході поршня, зусилля на шток гідроциліндра створюється за рахунок зростання тиску, відповідно, в поршневій чи штоковій порожнині.

						ТМ 180900010.00.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			7

Технічні характеристики гідроциліндра Ц63–3405115:

- тиск: номінальний 16 МПа, максимальний 20 МПа;
- зусилля на шток: штовхальне = 49,87 кН, тягуче = 38,56 кН;
- швидкість поршня : номінальна = 0,15 м/с, максимальна = 0,3м/с;
- гідromеханічне КПД: 0,94.

Службове призначення штока Ц63–3405121.

Шток Ц63–3405121 входить до складу гідроциліндра Ц63–3405115 в рульовій трапеції для тракторів МТЗ–2522/2822/3022. Вихідною ланкою є шток, який робить зворотно-поступальні рухи. Гідроциліндр перетворює енергію робочої рідини в енергію переміщення штока(механічну) відносно корпусу циліндра. Виконавчий елемент отримує поступальний рух через шток. Як виконавчий елемент виступає рульова трапеція трактора. Шток призначений для передання сили від поршня на підшипник, потім на палець.

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

Деталь шток складається двох основних елементів стержня і вушка з отвором. Деталь має не складну конструкцію.

Пронумеруємо всі поверхні деталі (рис 1.3) для того, щоб визначити основні поверхні деталі виходячи з їх службового призначення.

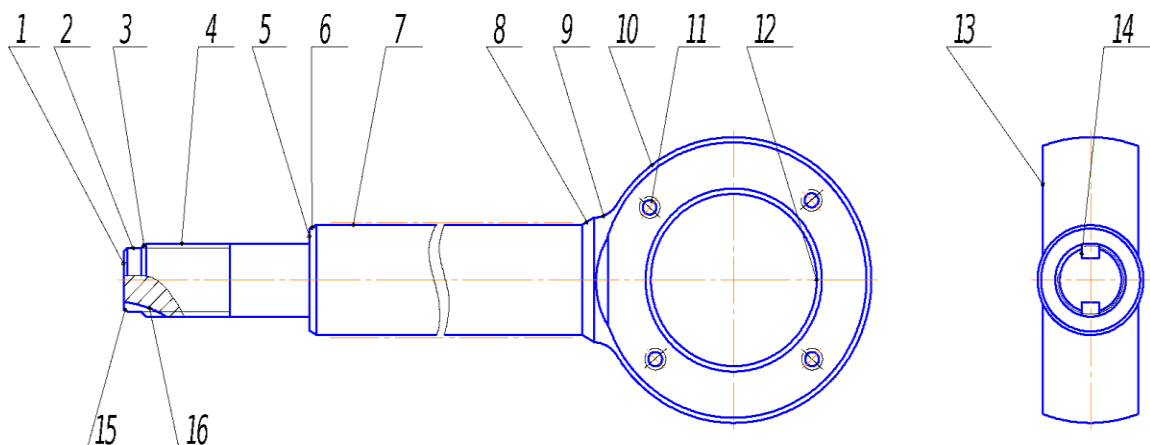


Рисунок 1.3 – Основні поверхні деталі

						ТМ 180900010.00.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			9

Основні конструкторські поверхні, що застосовуються для базування деталі в механізмі.

Основними конструкторськими поверхнями є: поверхня 7.

Допоміжні конструкторські поверхні, що застосовуються для базування інших деталей в механізмі. Такими поверхнями будуть: поверхню 4,5,7,11,12,13,16.

Виконавчі поверхні, за допомогою яких деталь виконує свої функції в механізмі: 4,7,12.

Вільні поверхні призначені для обмеження розміру деталі і надання їй певної форми, їх розмір і форма вибирається довільно. Такими поверхнями є: 1,2,3,6,8,9,10,15.

Класифікація поверхонь занесена до таблиці 1.1.

Таблиця 1.1 – Класифікація поверхонь штоку

Вид поверхні	Номери поверхонь
Виконавча	4,7,12
ОКБ	7
ДКБ	4,5,7,11,12,13,16
Вільні	1,2,3,6,8,9,10,15

2 АНАЛІЗ ТЕХНІЧНИХ УМОВ ВИГОТОВЛЕННЯ ДЕТАЛІ

Матеріал штока - конструкційна вуглецева сталь 45 (ГОСТ 1050-88) яку широко використовують в виготовленні різних видів і типорозмірів шпинделів, розподільних валів і колінчастих валів, шестерень, що працюють в умовах де необхідна підвищена міцність і зносостійкість матеріалу деталі.

Хімічний склад сталі наведений в таблиці 2.1

Таблиця 2.1 – Хімічний склад сталі 45 ГОСТ 1050–88

Вміст елементів, %			
Вуглець	Кремній	Марганець	Хром
0,42–0,50	0,17–0,37	0,50–0,80	0,25

Беручи до уваги службове призначення деталі, проведемо аналіз технічних умови на її виготовлення.

Найточніша поверхня даної деталі оброблюється з 7 квалітетом – це діаметр отвору, в який встановлюється підшипник. До нього пред'являються вимоги по перпендикулярності і перетинанню осей, а також цей отвір розгортають під підшипник з шорсткістю Ra 2,5. Ці умови є стандартними тому вони відповідають стандартизованим технічним вимогам на виготовлення деталей.

Підвищені вимоги обробки також застосовуються до поверхні $\varnothing 30f9$ на яку призначається допуск прямолінійності. Для поліпшення фізичних властивостей поверхневого шару цю поверхню піддають гарту СВЧ на глибину 1,5 мм до 40 HRCe. А також її хромують, що підвищує зносостійкість поверхонь тертя, надає захист від корозії, а також надає їй декоративно-закисних властивостей. Для збільшення терміну служби елементів

					ТМ 180900010.00.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		11

ущільнювачів поверхню піддають поліруванню, в результаті чого ми отримуємо шорсткість поверхні Ra 0,16.

Під час роботи гідроциліндра на шток впливають сили такого характеру: стиснення, розтягнення, вигин. Для обмеження цих значень на кресленні вказуються допуски на радіальне биття торця відносно циліндричної поверхні, при не виконанні даного допуску форми шток може почати заклинювати під час роботи гідроциліндра, що підвищить навантаження на нього.

Також на шток кріпиться пильовик який захищає підшипник, його закріплюють гвинтами. Для гвинтових отворів призначається позиційний допуск, для обмежити відхилення в розташуванні центрових кріпильних отворів і забезпечити так звану «збірність» сполучення. Його вказують тільки коли гвинтові отвори свердлять незалежно один від одного на верстатах з числовим програмним управлінням.

					ТМ 180900010.00.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		12

3 ВИЗНАЧЕННЯ ТИПУ ТА ФОРМИ ОРГАНІЗАЦІЇ ВИРОБНИЦТВА

Тип виробництва згідно ГОСТ 3.1108 – 74 визначається відносно коефіцієнта закріплення операції $K_{з.о.}$, який вказує на відношення всіх різноманітних технологічних операцій, якими виконуються чи тими, що підлягають виконанню, цехами на протязі місяця, до числа робочих місць.

Провівши аналіз креслення деталі і базового технічного процесу виготовлення деталі можна скласти технологічний процес виготовлення деталі (табл. 3.1).

Таблиця 3.1 – Результати розрахунків

Номер операції	Назва операції	$T_{шт}$	m_p	p	$\eta_{з.ф}$	O
010	Фрезерно–центруальна	3,7	0,038	1	0,038	20
015	Вертикально–свердлильна	1,24	0,014	1	0,014	55
020	Токарна з ЧПУ	23,34	0,241	1	0,241	4
030	Вертикально–фрезерна	1,65	0,017	1	0,017	44
035	Горизонтально–фрезерна	1,27	0,013	1	0,013	58
040	Розточувальна з ЧПК	4,83	0,050	1	0,050	15
045	Свердлильна з ЧПК	1,79	0,019	1	0,019	41
065	Кругло – шліфувальна	1,41	0,015	1	0,015	52
075	Кругло – шліфувальна	1,41	0,015	1	0,015	52
	Разом	40,64	–	9	–	341

Визначаємо кількість верстатів за формулою:

$$m_p = \frac{N \cdot T_{шт}}{60 \cdot F_{\partial} \cdot \eta_{з.н.}}, \text{ шт} \quad (3.1)$$

де N – річна програма, шт.; $N = 2000$ (за завданням)

$T_{шт}$ – штучний час, хв.;

						ТМ 180900010.00.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			13

$F_d = 4029$ дійсний річний фонд часу, годин;

$\eta_{з.н}$ – нормативний коефіцієнт завантаження обладнання, $\eta_{з.н} = 0,75 \dots 0,8$;
приймаємо $\eta_{з.н} = 0,75$.

Розрахунки виконуємо на прикладі операції 010. Для решти операцій всі необхідні розрахунки записуємо в таблицю 3.2.

$$m_p = \frac{2000 \cdot 3,7}{60 \cdot 4029 \cdot 0,75} = 0,038$$

Визначаємо фактичний коефіцієнт завантаження робочого місця за формулою:

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

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

m_p – кількість верстатів.

$$\eta_{з.ф} = \frac{0,038}{1} = 0,038$$

Визначаємо кількість операцій які виконуються на робочому місці за формулою:

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

					ТМ 180900010.00.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		14

$$O = \frac{0,75}{0,038} = 20$$

Так як, $K_{3.0}$ вказує на періодичність обслуговування робітника необхідною інформацією, а також оснащення робочого місця необхідними елементами виробництва, то $K_{3.0}$ знаходиться до явочного числа робочих місць з розрахунку на одну зміну.

Підрахувавши всі необхідні дані розрахуємо коефіцієнт закріплення операцій за формулою:

$$K_{3.0} = \frac{\sum O}{\sum P} \quad (3.4)$$

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

$\sum P$ – число робочих підрозділів, що виконують різні операції.

$$K_{3.0} = \frac{88}{7} = 37,89$$

що відповідає дрібно серійному типу виробництва, так як $20 < K_{3.0} < 40$.

Визначаємо форму організації виробництва:

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

$$N_{доб} = \frac{N}{254}, \text{ шт} \quad (3.5)$$

$$N_{доб} = \frac{2000}{254} = 8 \text{ шт}$$

де N – річна програма випуску, шт.;

					ТМ 180900010.00.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		15

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

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

$$Q = \frac{F_{\text{доб}}}{T_{\text{сп}}} \cdot 0,6, \text{ шт} \quad (3.6)$$

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

$T_{\text{сп}}$ – середня трудомісткість механічних операцій, хв..

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

$$F_{\text{доб}} = \frac{60 \cdot F_{\text{д}}}{254}, \text{ хв} \quad (3.7)$$

Підставляємо значення:

$$F_{\text{доб}} = \frac{60 \cdot 4029}{254} = 952 \text{ хв}$$

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

$$T_{\text{сп}} = \frac{\sum T_{\text{ум}}}{m}, \text{ хв} \quad (3.8)$$

де m – число операцій.

$$T_{\text{сп}} = \frac{40,64}{9} = 4,52 \text{ хв}$$

					ТМ 180900010.00.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		16

Знаходимо, добову продуктивність потоку лінії при навантаженні її на 60%:

$$Q = \frac{952}{4,52} \cdot 0,6 = 126,37$$

Проаналізувавши отримані дані $N_{доб} = 8 \text{ шт.} < Q = 127 \text{ шт.}$ бачимо, що добовий випуск деталей набагато більший за добову продуктивність потокової лінії при завантаженні її на 60%, це вказує на те, що застосування одно номенклатурної потокової лінії недоцільно, тому застосування групової форми організації виробництва є більш ефективним.

Дрібно серійне виробництво можна характеризувати випуском партій, тому визначаємо необхідно визначити кількість деталей у партії для одночасного запуску в виробництво:

$$n = \frac{N_p \cdot a}{254}, \text{ шт} \quad (3.9)$$

де a – періодичність запуску деталей у виготовлення; $a = 24$ дня;

$$n = \frac{2000 \cdot 24}{254} = 189 \text{ шт}$$

Проведемо коротку характеристику обраного типу виробництва.

При дрібно серійному виробництві деталі виконують серіями або партіями, що складаються з однотипних, однойменних 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

					ТМ 180900010.00.ПЗ	Арк.
						17
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

розставляються по технологічним групам з урахуванням напрямку основних вантажопотоків цеху, по предметно-замкнутим ділянкам.

Основна частина технологічної оснастки універсальна, велику роль має універсально-збірна та пере налагоджувальне технологічне оснащення, що підвищують в значній мірі коефіцієнт оснащеності виробництва.

Застосовуваний різальний інструмент – універсальний і спеціальний.

Вимірювальний інструмент який застосовується – це калібри, а також спеціальні вимірювальні інструменти.

Рівень кваліфікація працівників вищий ніж при масовому виробництві, але нижчий чим під час одиничного. Поряд з універсальними працівниками та наладчиками, які працюють на складному універсальному обладнанні використовуються робітники-оператори, що працюють на настроєних верстатах.

Технологічна документація та нормування повноцінно розробляється тільки для найбільш складних і точних деталей, а для простих деталей використовується спрощене нормування.

У відповідності з серійним типом виробництва та порядком виконання операцій на ньому, розташування технологічного обладнання встановлюється групова форма організації технологічного процесу, яке характеризується однорідними конструктивно-технологічними характеристиками виробів, єдністю засобів технологічного оснащення. Верстатний парк має бути спеціалізований в тій мірі, щоб було можливим перехід від виробництва однієї серії деталей до виготовлення іншої.

Серійне виробництво має значно кращі економічні показники, ніж одиничне виробництво, так як воно краще використовує устаткування, людину години, за рахунок чого зменшується собівартість однієї одиниці продукції.

					ТМ 180900010.00.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		18

4 АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЧНОСТІ КОНСТРУКЦІЇ ДЕТАЛІ

Деталь шток має просту геометричну форму і невеликий діапазон коливання розмірів деталі. Проста конфігурація деталі вказує на можливість обробки її на високопродуктивних верстатах. Основні конструкційні елементи деталі: зовнішня різьба діаметром 20мм, різьбові отвори М5, пази шириною 1.9мм, вушко штоку $\varnothing 47$ мм, фаски $0,6 \times 45^\circ$, $2 \times 30^\circ$ не викликають ніяких складностей при обробці і з точки зору технологічності є технологічними.

Провівши аналіз креслення деталі можна сказати, що:

а) найточнішими поверхнями деталі це довга циліндрична поверхня $\varnothing 30F9$ і внутрішня циліндрична поверхня вушка штока $\varnothing 47Js7$ при обробці яких необхідно виконувати тонке точіння і шліфівку до заданих параметрів.

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

в) задані вісім отворів розміром М5, котрі необхідно просвердлити на глибину $10+0,1$ мм, що викликає деякі ускладнення; свердло таких габаритів може легко зламатися, якщо не оптимізувати чи невірно обрати режими різання. Процес нарізання різі М5 в восьми 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;

г) також на кресленні вказані допуски на биття ступінчастої поверхні вала і прямолінійність зовнішньої циліндричної поверхні $\varnothing 30F9$, тому після операцій на циліндричних поверхнях необхідно буде проводити допоміжну операцію на перевірку биття і прямолінійності.

д) до внутрішньої циліндричної поверхні штока вказані високі вимоги точності та допуски на пересічення осей і перпендикулярності, тому для

					ТМ 180900010.00.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		19

обробки отвору вушка необхідно розробити пристосування що дозволить підвищити продуктивність і якість обробки даної поверхні

е) основними базами деталі для її обробки можуть виступити зовнішня циліндрична $\varnothing 30F9$ яку можна закріпити в призмах з упором в торець (для обробки поверхонь вішка штока , та 2 центрові отвори з упором в торець для обробки ступінчастої циліндричної поверхні.

е) дана деталь проходить ТВЧ загартування що підвищує її міцність, тому перед даною операцією необхідно провести слюсарні роботи, а після неї відпуск і круглошліфувальні роботи.

ж) також деталь проходить процедуру хромування під час якої її поверхню покривають А-Хтв.30, що підвищує її зносостійкість і тривалість служби.

					ТМ 180900010.00.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		20

5 ВИБІР СПОСОБУ ОТРИМАННЯ ЗАГОТОВКИ ТА РОЗРОБКА ТЕХНІЧНИХ ВИМОГ ДО НЕЇ

Для виготовлення заготовки деталі необхідно обрати найбільш економічно ефективний метод, який має забезпечувати технологічність виготовлення заготовки в деталь, при мінімальній її собівартості. Для визначення методу отримання заготовок слід звернути увагу на такі важливі фактори як: серійність випуску, конструкція та призначення деталі, технічні вимоги, доцільність виготовлення, та призначення з економічної точки зору. Виходячи з умов виробництва та матеріалу деталі, геометричні параметри штока, для виготовлення заготовки можна отримати при штампуванні на кривошипних гаряче штампувальних пресах (КГШП) або за допомогою прокату.

Перший спосіб – заготовка отримана методом штампування.

Точність лінійних розмірів поковки, отриманої штампуванням на КГШП у відкритих штампах, відповідає приблизно 14–17 квалітету точності.

Призначимо припуски на обробку по ГОСТ 7505–89.

Приймаємо такі параметри заготовки:

а) клас точності призначаємо Т4 (так як основне деформуюче обладнання: кривошипний гаряче штампувальний прес, технологічний процес: відкрите штампування);

б) група сталі М2 (так як сталь поковки середньо вуглецева).

Ступінь складності заготовки визначаємо за відношенням:

$$C = \frac{M_n}{M_\phi}, \text{ шт} \quad (5.1)$$

де, M_n – орієнтовна маса поковки, кг;

M_ϕ – маса фігури, в яку можна вписати деталь, кг.

					ТМ 180900010.00.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		21

Орієнтовна маса поковки визначається за формулою:

$$M_n = M_{\partial} \cdot K_p, \text{ кг} \quad (5.2)$$

де K_p – коефіцієнт для визначення орієнтовної маси поковки; $K_p=1,5$.

$$M_n = 2,27 \cdot 1,5 = 3,4 \text{ кг}$$

Масу фігури, в яку можна вписати деталь, визначаємо, беручи розміри деталі, збільшені на 1,05.

$$M_{\phi} = V_{\phi} \cdot \gamma, \text{ кг} \quad (5.3)$$

де, V_{ϕ} – об'єм фігури, в яку можна вписати задану деталь, мм^3 ;

γ – густина сталі; $\gamma = 7,85 \cdot 10^{-6} \text{ кг} \cdot \text{мм}^3$.

$$V_{\phi} = a \cdot b \cdot h, \text{ мм}^3 \quad (5.4)$$

де, a – довжина фігури, мм;

b – ширина фігури, мм;

h – висота фігури, мм.

$$V_{\phi} = 427,4 \cdot 81,9 \cdot 35,7 = 1249498,8 \text{ мм}^3$$

$$M_{\phi} = 1249498,8 \cdot 7,85 \cdot 10^{-6} = 9,8 \text{ кг}$$

$$C = \frac{3,4}{9,8} = 0,35.$$

					ТМ 180900010.00.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		22

Ступінь складності С2 (так як відношення маси поковки до маси геометричної фігури, в яку можна вписати форму поковки, $C = 0,35$).

Конфігурація роз'єму штампку – плоска. На основі знайдених показників визначаємо вихідний індекс – 12 [2].

Розраховуємо розміри поковки. Дані заносимо в таблицю 5.1.

Таблиця 5.1 – Розрахунок розмірів заготовки

Номинальний розмір елемента деталі, мм	Припуск на сторону, мм	Додатковий припуск на сторону, мм	Загальний припуск, мм	Допуск на розмір, мм	Остаточний розмір елемента заготовки, мм
ø30	1,3 · 2	0,3 · 2	3,2	+1,3 -0,7	ø33,5 ^{+1,3} _{-0,7}
ø47	1,5 · 2	0,3 · 2	3,4	+1,4 -0,8	ø43 ^{+1,4} _{-0,8}
ø78	1,4 · 2	0,3 · 2	3,4	+1,4 -0,8	ø81,5 ^{+1,4} _{-0,8}
ø20	1,3 · 2	0,3 · 2	3,2	+1,3 -0,7	ø23,5 ^{+1,3} _{-0,7}
274	1,9 · 2	0,3 · 2	4,4	+2,1 -1,1	278,5 ^{+2,1} _{-1,1}
48	1,5 · 2	0,3 · 2	3,4	+1,4 -0,8	52 ^{+1,4} _{-0,8}
27	1,4 · 2	0,5 · 2	3,8	+1,4 -0,8	31 ^{+1,4} _{-0,8}

h_2, R_3 – висота і радіус довгої циліндричної поверхні;

h_3, R_4 – висота і радіус короткої циліндричної поверхні;

h_4, R_5 – висота і радіус отвору вушка штоку.

$$V_3 = \frac{1}{2} \cdot 3,14 \cdot 31 \left(37,6^2 + 37,6^2 + \frac{1}{3} 31^2 \right) + 3,14 \cdot 16,75^2 \cdot 278,5 + 3,14 \cdot 11,75^2 \cdot 52 - 3,14 \cdot 21,5^2 \cdot 31 = 376106,53 \text{ мм}^3$$

$$M_3 = 376106,53 \cdot 7,85 \cdot 10^{-6} = 2,95 \text{ кг}$$

Визначаємо коефіцієнт використання матеріалу за формулою:

$$K_{\text{вм}} = \frac{M_{\text{д}}}{M_3} \quad (5.7)$$

де, $M_{\text{д}}$ – маса деталі, кг;

M_3 – маса заготовки, кг.

$$K_{\text{вм}} = \frac{2,27}{2,95} = 0,77$$

Визначаємо вартість поковки за формулою [2], с.31:

$$S_{\text{заг}} = (S_m \cdot M_3 \cdot K_m \cdot K_c \cdot K_e \cdot K_n) - (M_3 - M_{\text{д}}) \cdot S_{\text{відх}}, \text{ грн} \quad (5.8)$$

де S_m – базова вартість 1 кг заготовки, $S_m = 22,4$ грн./кг;

$S_{\text{відх}}$ – вартість 1 тони відходів, $S_{\text{відх}} = 2240$ грн;

K_m – коефіцієнт, що залежить від точності, $K_m = 1,05$;

K_c – коефіцієнт, що залежить від групи складності, $K_c = 0,84$;

K_e – коефіцієнт, що залежить від марки матеріалу, $K_e = 1,0$;

					ТМ 180900010.00.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		25

K_m – коефіцієнт, що залежить від маси заготовки, $K_m = 1,0$;

K_n – коефіцієнт, що залежить від об'єму виробництва заготовки, $K_n = 0,8$.

$$S_{заг} = (22,4 \cdot 2,95 \cdot 1,05 \cdot 0,84 \cdot 0,8) - (2,95 - 2,27) \cdot 2,24 = 45,1 \text{ грн}$$

Другий спосіб – заготовка отримана методом прямокутного прокату.

Виходячи з конструкції деталі і її габаритних розмірів, доцільно буде запропонувати другий метод отримання заготовки – виготовлену з прокату та розрахувати його собівартість. За таблицею 2.2 ст.26 [2] обираємо вид прокату, для деталі приймаємо прямокутний прокат. Розмір прокату встановлюємо за таблицею ГОСТ залежності від відношення D/L/H розмір прокату D=81 , L=410 h=35. Ескіз заготовки з круглого прокату зображений на рисунку 5.2.

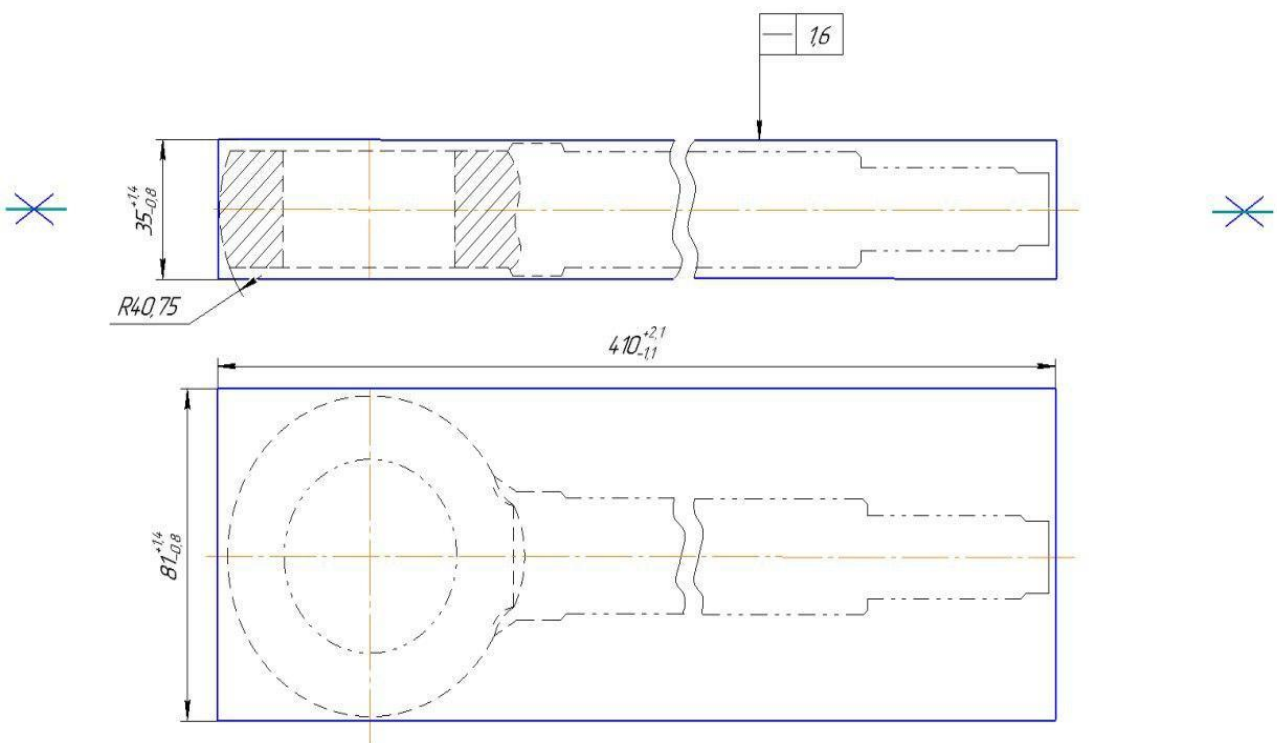


Рисунок 5.2 – Ескіз заготовки отриманої методом прокату

						ТМ 180900010.00.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			26

Знаходимо об'єм та масу заготовки за формулами (5.5) та (5.9):

$$V_3 = D \cdot L \cdot h, \text{ мм}^3 \quad (5.9)$$

$$V_3 = 81 \cdot 410 \cdot 35 = 1162350 \text{ мм}^3$$

$$M_3 = 1162350 \cdot 7,85 \cdot 10^{-6} = 9,12 \text{ кг}$$

Проводимо економічне обґрунтування вибору заготовки прокат.

Визначаємо собівартість заготовки із прокату за формулою:

$$S_{заг} = M + \sum C_{оз}, \text{ грн} \quad (5.10)$$

де M – затрати на матеріал заготовки, грн.;

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

$$\sum C_{оз} = \frac{C_{н.з} \cdot T_{шт}}{60 \cdot 100}, \text{ грн} \quad (5.11)$$

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

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

$C_{н.з} = 6000\text{--}6500$ грн/год – затрати на правку на розрізання прутка; приймаємо середнє значення $C_{н.з} = 6300$ грн/год;

$C_{н.з} = 5800\text{--}6100$ грн/год – затрати на правку на правку на верстаті автоматі; приймаємо середнє значення $C_{н.з} = 6000$ грн/год.

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

					ТМ 180900010.00.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		27

$$M = \frac{Q \cdot S}{1000} - (Q - q) \cdot \frac{S_6}{1000}, \text{ грн} \quad (5.12)$$

де $Q = 9,12$ кг – маса заготовки;

$q = 2,27$ кг – маса готової деталі;

$S = 7500$ грн – ціна 1 тони матеріалу;

$S_6 = 750$ грн – ціна 1 тони відходів.

$$M = \frac{9,12 \cdot 7500}{1000} - (9,12 - 2,27) \cdot \frac{750}{1000} = 46,16 \text{ грн}$$

Визначаємо технологічну собівартість операцій розрізання прутка і правки:

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

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

Загальна собівартість технологічних операцій:

$$\sum C_{o.з} = \sum C_{o.з \text{ роз}} + \sum C_{o.з \text{ пр}}, \text{ грн} \quad (5.13)$$

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

Визначаємо собівартість заготовки із прокату:

					ТМ 180900010.00.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		28

$$S_{заг} = 46,16 + 7,2 = 53,36 \text{ грн}$$

Визначаємо коефіцієнт використання матеріалу за формулою (5.7):

$$K_{ем} = \frac{2,27}{9,12} = 0,25$$

З розрахунків собівартості виготовлення заготовок двома методами можна зробити висновок, що використання заготовки отриманої методом штампування, з точки зору економічних розрахунків та коефіцієнта використання матеріалу доцільне ніж використання прокату.

До заготовки призначаються такі технічні вимоги [1]:

- гр. II 241...285 НВ ГОСТ 8479–70;
- клас точності Т4, група сталі М2, степінь точності С2, вихідний індекс – 12 по ГОСТ 7505–81;
- не вказані штамповані нахили – 7°;
- не вказані радіуси до – 2,5 мм;
- допустимий частковий зріз штампованих нахилів;
- зміщення по поверхні роз'єму штамп до 1 мм;
- зовнішні дефекти згідно ГОСТ 8479–70;
- поковка повинна бути очищена від окалини.

					ТМ 180900010.00.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		29

6 АНАЛІЗ ІСНУЮЧОГО ЧИ ТИПОВОГО ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ВИГОТОВЛЕННЯ ДЕТАЛІ

Таблиця 6.1 – Технологічний процес виготовлення деталі

Найменування операції	Зміст операції	Базування	Обладнання
1	2	3	4
005 Обробка тиском	Отримати заготовку	-	Кривошипно-гаряче штампувальний прес
010 Фрезерно - центрувальна	Фрезерувати торець, витримуючи розмір $407 \pm 0,8$; Центрувати торці одночасно по формі А 3.15 ГОСТ 14034-74, витримуючи розміри $3,9^{+0,5}$, $3,07 \pm 0,24$	Циліндрична поверхня з упором в торець	ПРД-02
015 Вертикально - свердлильна	Розсвердлити отвір, витримуючи розмір $\varnothing 44,7^{+0,25}$; Зенкувати отвір витримуючи розмір $\varnothing 45,9^{+0,10}$	Циліндрична поверхня з упором в торець	2Н135
020 Токарна з ЧПУ	Точити ступінчасту поверхню начорно, витримуючи розміри $\varnothing 17,5_{-0,43}$, $\varnothing 19,85_{-0,12}$, $\varnothing 30,82^{+0,62}$, $5 \pm 0,1$, $47 \pm 0,3$, $275 \pm 0,15$, фаски $2 \times 30^\circ$, $0,6 \times 45^\circ$, кут 45° ; Точити ступінчасту поверхню напівчисто, витримуючи розміри $\varnothing 30,24^{+0,25}$, 277 ;	Центрові отвори	16К20Ф3

Продовження таблиці 6.1

1	2	3	4
	Точити ступінчасту поверхню начисто, витримуючи розміри $\varnothing 30,03^{+0,1}$, 277; Точіння тонке ступінчатої поверхні, витримуючи розміри $\varnothing 30^{-0,075-0,127}$, 277; Нарізати різьбу M20×1,5-6g, витримуючи розмір 30 ⁺¹		
025 Правка	При битті поверхні А щодо центрових отворів більше 0,1 мм правити поверхню А до биття не більше 0,1 мм		
030 Вертикально-фрезерна	Фрезерувати поверхні, витримуючи розміри $27^{-0,52}$, $77 \pm 1,3$, кут 45°	Циліндрична поверхня з упором в торець	6M12П
035 Горизонтально-фрезерна	Фрезерувати 2 пази $5+0,3 \times 12 \pm 0,2$, витримуючи розмір $6 \pm 0,1$, послідовно	Циліндрична поверхня з упором в торець	6P82Г
040 Розточувальна з ЧПК	Розточити отвір $\varnothing 47 \pm 0,012$, до $\varnothing 46,7^{+0,04}$; Розточити фаску 0,60x45° в отворі $\varnothing 47 \pm 0,012$; Розточити другу фаску 0,60x45° в отворі $\varnothing 47 \pm 0,012$; Розвернути отвір $\varnothing 47 \pm 0,012$;	Циліндрична поверхня з упором в торець	6904ВМФ2

Продовження таблиці 6.1

1	2	3	4
	Розточити 2 канавки 1,9 ^{+0,14} до Ø49,5 ^{+0,25} послідовно, витримуючи розміри 10,75±0,215, 21,5 ^{+0,13}		
045 Свердлильна з ЧПК	Установ А Свердлити 4 отвори Ø4,2 ^{+0,13} , витримуючи розміри 45 о±5 о; 90 о; Ø62±0,3; Зенкерувати 4 фаски 0,6x45 о в отворах Ø4,2 ^{+0,13} . Нарізати різьбу в 4 отворах М5-6Н, витримуючи розмір 10+1 Установ Б Зенкерувати 4 фаски 0,6x45 о в отворах Ø4,2 ^{+0,13} . Нарізати різьбу в 4 отворах М5-6Н, витримуючи розмір 10 ⁺¹	Циліндрична поверхня з упором в торець	2Р135Ф3
050 Слюсарна	Зачистити задирки і притупити гострі кромки на фрезерованих поверхнях. Калібрувати різьбу М20×1,5-6	-	Верстак
055 Гартування	Гартувати СВЧ 1,5мм до 40 HRCe	-	ВЧГ2-100/0066
060 Відпуск	Відпуск високий при 600°С	-	-

					ТМ 180900010.00.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		32

Продовження таблиці 6.1

1	2	3	4
065 Кругло - шліфувальна	Полірувати поверхню під хромування	Центрові отвори	ЗМ153
070 Хромування	Хромувати поверхню	-	Лінія хромування
075 Кругло - шліфувальна	Полірувати поверхню	Центрові отвори	ЗМ153
080 Промивання	Промити деталь мильним розчином	-	8ФНС
085 Технічний контроль	- Кінцевий контроль розмірів деталі	-	Стіл ВТК

6.1 Розрахунок припусків на механічну обробку

Відповідно до виданого завдання необхідно становити припуски, допуски і між операційні розміри для обробки отвору $\varnothing 47Js7$. При цьому слід використовувати розрахунково-аналітичний метод Кована В.М. [4], в основі якого є розрахунок мінімального припуску по формулі:

$$2Z_{min_i} = 2 \left(Rz_{i-1} + H_{i-1} + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + E_{y^2}} \right), \text{ мкм} \quad (6.1)$$

де Rz_{i-1} – шорсткість поверхні, отримана при попередньому переході;

H_{i-1} – величина дефектного слою, отримана на попередньому переході;

ρ_{i-1} – величина просторових відхилень, отримана на попередньому переході;

E_{yi} – похибка встановлення заготовки.

Всі необхідні розрахунки проводимо на ЕОМ за допомогою програми «Припуск».

Приймаючи до уваги маршрут механічної обробки можна сказати, що дана поверхня, оброблюється в чотири етапи: розсвердлювання чорнове, зенкерування однократне, розточування чистове і тонке розгортання. Всі необхідні дання для розрахунку на ЕОМ вносимо до таблиці (додаток Б). Значення Rz_{i-1} і H_{i-1} визначались з [4,5], а величини просторових відхилень ρ_{i-1} розраховувались по формулі:

$$\rho_{i-1} = \sqrt{\rho_{см}^2 + \rho_{кор}^2}, \text{ мкм} \quad (6.2)$$

де $\rho_{см}$ – величина зміщення штампів, мкм;

$\rho_{кор}$ – величина короблення заготовки, мкм.

В свою чергу:

$$\rho_{кор} = \sqrt{(\Delta_k \cdot d)^2 + (\Delta_k \cdot l)^2}, \text{ мкм} \quad (6.3)$$

де Δ_k – максимальна величина короблення заготовки, мкм/мм;

d – діаметр оброблюваного отвору, мм.

l – довжина оброблюваного отвору, мм.

Тоді:

$$\rho_{кор} = \sqrt{(0,8 \cdot 47)^2 + (0,8 \cdot 27)^2} = 43,36 \text{ мкм}$$

Рівняння зміщення має вигляд:

$$\rho_{см} = \sqrt{\left(\frac{\sigma_B}{2}\right)^2 + \left(\frac{\sigma_\Gamma}{2}\right)^2}, \text{ мкм} \quad (6.4)$$

					ТМ 180900010.00.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		34

де σ_B і σ_T – допуски на розміри по класу точності.

$$\rho_{см} = \sqrt{\left(\frac{800}{2}\right)^2 + \left(\frac{800}{2}\right)^2} = 565,68 \text{ мкм}$$

Тоді:

$$\rho_{i-1} = \sqrt{565,68^2 + 43,36^2} = 567 \text{ мкм}$$

Залишкові значення величин просторових відхилень визначаємо з врахуванням коефіцієнта K_y :

$$\rho_{ост} = \rho_{i-1} \cdot K_y, \text{ мкм} \quad (6.5)$$

де $K_{y1} = 0,06$ – для чорнового розсвердлювання чорнового;

$K_{y2} = 0,06$ – для зенкерування однократного;

$K_{y3} = 0,05$ – для розточування чистового;

$K_{y4} = 0,04$ – для розвертання тонкого.

$$\rho_1 = 567 \cdot 0,06 = 34 \text{ мкм}$$

$$\rho_2 = 567 \cdot 0,06 = 34 \text{ мкм}$$

$$\rho_3 = 567 \cdot 0,05 = 28 \text{ мкм}$$

$$\rho_4 = 567 \cdot 0,04 = 23 \text{ мкм}$$

					ТМ 180900010.00.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		35

Наступні розрахунки припусків, допусків та між операційних розмірів заготовки проводимо з застосуванням ЕОМ. Вихідні дані заносимо до таблиці 6.2 результати розрахунків представлені в (додаток Б).

Таблиця 6.2 – Вихідні дані для розрахунку припусків на механічну обробку за допомогою ЕОМ

Найменування переходу або операції маршруту	Позначення точності	Допустимі відхилення, мм	Елементи припуску, мкм				
			Шорсткість	Дефектний шар	Просторові відхилення	Похибка базування	Похибка закріплення
Поковка штампуванням	ГОСТ 7062-90	+0.800 -1.400	160	200	567	0	24
Свердління	квалітет 12 +0.250 0	+0.250 0	50	70	34	0	24
Зенкерування	квалітет 10 +0.100 0	+0.100 0	32	40	34	0	24
Розточування	квалітет 8 +0.039 0	+0.039 0	20	20	28	0	24
Розвертання	квалітет 7 +0.012 -0.012	+0.012 -0.012	4	5	23	0	24

По даним які ми отримали після підрахунків на ЕОМ будуємо схему розташування припусків і допусків (рисунок 6.1).

6.2 Аналіз та обґрунтування схем базування і закріплення заготовки

Якість виготовленої деталі в високій мірі залежатиме від правильності встановлення і закріплення заготовки в верстаті. Встановлення деталі складається з її базування, тобто орієнтації заготовки щодо виконавчих органів верстата, інструменту або траєкторії його переміщення, і закріплення, тобто докладання зусиль до заготівлі для фіксації положення заготовки, досягнутого при базуванні.

Поверхня, яка використовується для базування, повинна відповідати таким вимогам:

- а) великі розміри, а також геометрично правильна форма;
- б) якомога менша шорсткість поверхні (напливів, без задирків, залишків системи відливання і т.д.);
- в) наявність розмірного зв'язку з оброблюваною поверхнею, або близьке розташування до оброблюваної поверхні;
- г) відсутність великих деформацій поверхонь;
- д) використання поверхнею принципу сталості баз;
- е) просте і зручне закріплення заготовки.

Для розгляду в цьому пункті дипломного проекту прийнято дві операції базового технологічного процесу:

- а) операція 020 токарна з ЧПУ;
- б) операція 040 розточувальна з ЧПК.

Вибір схем базування і закріплення заготовки дуже сильно впливає не тільки на точність та якість оброблювання поверхонь, а також і на наступне обґрунтування вибору верстатів та засобів технічного оснащення. Складена схема базування і закріплення повинна задовольняти всі принцип постійності, та принцип суміщення технологічної, конструкторської і вимірювальної баз, і при цьому забезпечувати просте і зручне встановлення на верстаті заготовки.

					ТМ 180900010.00.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		38

Розглянемо операцію 020 токарна з ЧПУ. На цій операції оброблюється ступінчаста циліндрична поверхня і нарізання різьби на її частині. Розглянемо 2 варіанти закріплення заготовки.

Перший варіант це закріплення заготовки в чотирьох кулачковому патроні з люнетом.

Всі переходи проводяться за 1 установ. За установчу базу приймаємо вушко штоку яке закріплюємо в чотирьох кулачковому патроні який буду подвійною напрямною базою і позбавить заготовку 4-х степенів вільності. Торець заготовки буде упором і позбавить 1-го ступеня вільності. Також для обробки будемо застосовувати люнет для підвищення якості обробки заготовки. В такий спосіб заготовки лишається 5-ти степенів вільності, шоста буде вакансією (табл. 6.3 і табл. 6.4). При базуванні заготовки таким способом створюється похибка тому $\epsilon_6 \neq 0$.

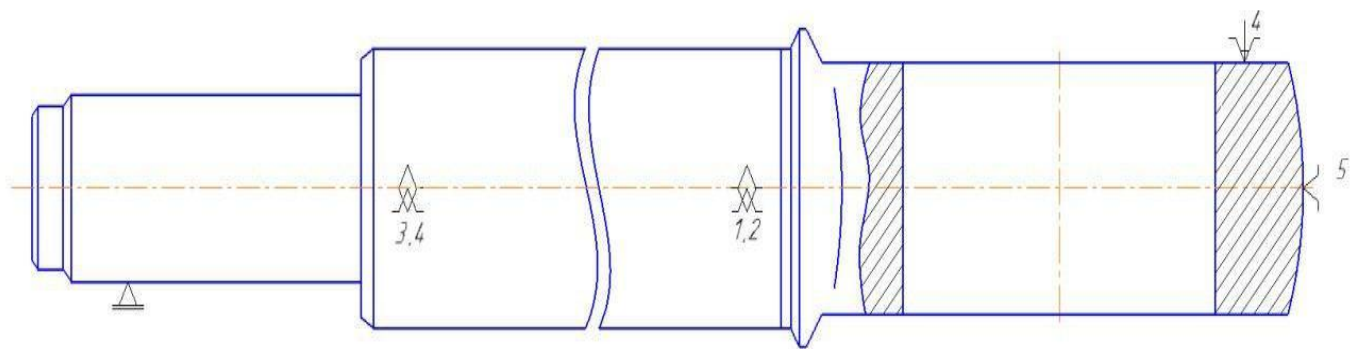


Рисунок 6.2 – Схема базування операції 020 перший варіант

Таблиця 6.3 – Таблиця відповідностей операції 020 перший варіант

					ТМ 180900010.00.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		39

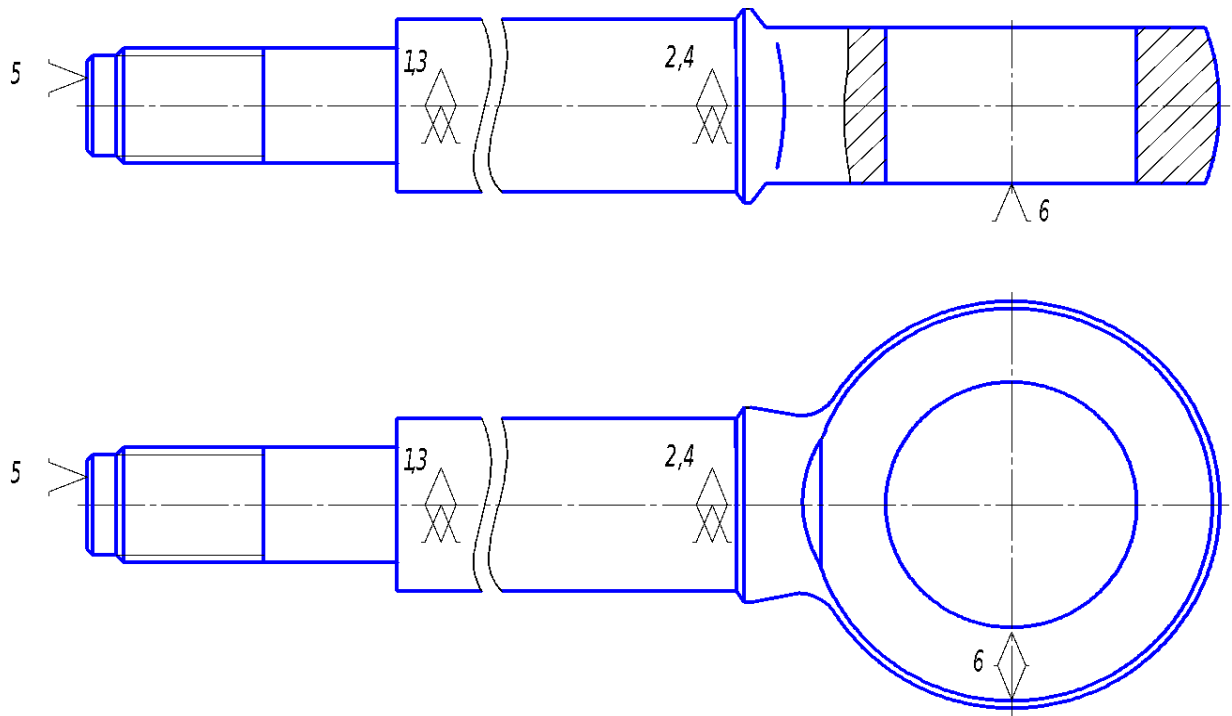


Рисунок 6.5 – Схема базування операція 040 перший варіант

При даному варіанті всі проходи проводяться за 2 установи. За встановлювальну базу приймаємо довгу циліндричну поверхню 30f9 заготовки, яка при закріпленні її в призмах є подвійною напрямною базою і позбавляє заготовку 4-х ступенів вільності. Торць заготовки буде опорною базою і позбавляє заготовку 1-го ступеня вільності. Площинна поверхня вушка штока буде слугувати опорною базою яка позбавляє 1-го ступеня вільності. У такий спосіб деталь позбавляється 6-ти ступенів вільності, (табл. 6.7 і табл. 6.8).

Таблиця 6.7 – Таблиця відповідностей операція 040 перший варіант

Зв'язки	Ступені вільності	Найменування баз
Подвійна напрямна	II, III, IV, V	1,2,3,4
Опорна	I, VI	5, 6

При цьому варіанті всі проходи проводяться за 2 установи. За встановлювальну базу приймаємо центрові отвори, які при закріпленні є подвійною напрямною базою і позбавляє заготовку 4-х ступенів вільності. Також лівий торець заготовки буде опорною базою і позбавляє заготовку 1-го ступеня вільності. Площинна поверхня вушка штока буде слугувати опорною базою яка позбавляє 1-го ступеня вільності. У такий спосіб деталь позбавляється 6-ти ступенів вільності, (табл. 6.8 і табл. 6.9).

Таблиця 6.9 – Таблиця відповідностей операція 040 другий варіант

Зв'язки	Ступені вільності	Найменування баз
Подвійна напрямна	II, III, IV, V	1,2,3,4
Опорна	I, VI	5, 6

Таблиця 6.10 – Матриця зв'язків при операція 040 другий варіант

Найменування баз		X	Y	Z
Подвійна напрямна	L	0	1	1
	α	1	1	0
Опорна	L	1	0	0
	α	0	0	1
Вакансія	L	0	0	0
	α	0	0	0

Розглянувши 2 варіанти закріплення заготовки можна сказати що застосування першого (за допомогою призм) буде мати менші затрати часу на її встановлення і забезпечувати достатню точність обробки заготовки.

6.3 Обґрунтування вибору металорізальних верстатів

На 020 Токарна з ЧПУ операції можна застосовувати багато різних моделей вертикально свердлильних верстатів. Порівняємо основні технічні характеристики декількох верстатів, та обираємо верстат який підходить за вимогами до нашого технологічного процесу, має достатню потужність, невеликі габаритні розміри, та за продуктивністю має менші економічні затрати для виготовлення деталі.

Верстат токарний патронно-центровий з ЧПУ 16М30Ф3:

– найбільший діаметр оброблюваного виробу над станиною, мм:	670
– найбільший діаметр оброблюваного виробу над супортом, мм:	320
– найбільший довжина виробу, мм:	1500,3000
– потужність двигуна головного руху, кВт:	30
– кількість робочих швидкостей шпинделя:	24
– обмеження чисел обертів шпинделя, об / хв:	8...2000
– потужність двигуна головного приводу, кВт:	30
– сумарна потужність електродвигунів, кВт:	50
– сумарна потужність верстата, кВт :	55
– маса верстата, кг:	8000

Верстат токарний патронно-центровий з ЧПУ 16К20Ф3 :

– найбільший діаметр оброблюваного виробу над станиною, мм:	400
– найбільший діаметр оброблюваного виробу над супортом, мм:	220
– найбільший довжина виробу, мм:	1000
– кількість робочих швидкостей шпинделя:	22
– обмеження чисел обертів шпинделя, об/хв:	12,5 ... 2000
– потужність двигуна головного приводу, кВт:	11
– сумарна потужність електродвигунів, кВт:	20
– сумарна потужність верстата, кВт:	22
– маса верстата, кг:	5000

					ТМ 180900010.00.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		47

Проаналізувавши технічні характеристики верстатів, з огляду на розміри заготовки, та її матеріал, можна зробити висновок, що потужність верстата 16М30Ф3 є надлишковою для виробництва даної деталі, а верстат 16К20Ф3 має характеристики які задовольняють вимоги для виготовлення деталі. Тому обираємо для даної операції верстат 16К20Ф3 зважаючи на його меншу вартість і менші витрати на електроенергію.

Для операції 040 розточувальна з ЧПК пропонується обрати фрезерно-свердлильно-розточувальний верстат з ЧПУ 6904ВМФ2.

При виборі верстата було проведено аналіз технологічного методу обробки поверхні на даній операції (на операції проводиться розточувальна і операція розвертання отвору) тому можна зробити висновок що використання цього верстату оптимальне для виконання обробки на даній операції. Потужність верстата складає 4,5кВт що є достатньо для цієї операції.

Технічні характеристики фрезерно-свердлильно-розточувальний верстат з ЧПУ 6904ВМФ2:

– клас точності	В
– довжина робочої поверхні столу, мм:	500
– ширина столу, мм:	400
– найбільше переміщення по осям XYZ, мм:	500_500_500
– Min частота обертання шпинделя, об/хв.:	32
– Max частота обертання шпинделя, об/хв.:	2000
– Потужність, кВт:	4,5
– Габаритні розміри (Д,Ш,В), см:	279_206_200
– Маса верстата, кг:	5082

Ці габаритні розміри робочої поверхні дозволять розмістити спеціальне пристосування яке буде використовуватись на цій операції і дозволить легко закріпити заготовку для її обробки без перешкод.

Верстат також обраний відповідно з вимогами до устаткування в дрібно серійному виробництві.

					ТМ 180900010.00.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		48

6.4 Обґрунтування вибору верстатних пристроїв, металорізального та вимірювального інструментів.

Для обробки заготовок в умовах дрібно серійного виробництва в операціях технологічного процесу використовують спеціальний і універсальний інструмент та пристосування, універсальний вимірювальний інструмент.

Для встановлення і закріплення заготовки деталі «Шток» Ц63–3405121 на операції 020 використовуються центрові А3.15 ГОСТ 14034–74 отвори які були зроблені на попередній операції, і центри якими заготовка закріплюється – центр ПЦ 38, центр ПЦ 602.

Для обробки поверхонь на даній операції застосовуємо наступний ріжучий інструмент:

а) різець контурний 2525 ГОСТ 20872–80 – для обробки ступінчастої циліндричної поверхні;

б) різець різьбовий 2661–0775 ГОСТ 18885–73 – для нарізання різьби М20х1,5–6g;

в) пластина 02114–100612 Т15К6 ГОСТ 19048–80 – для обробки ступінчастої циліндричної поверхні начорно;

г) пластина 02114–100612 Т30К4 ГОСТ 19048–80 – для обробки поверхні Ø30f9 начисто.

Для контролю розмірів на операції використовуються штангенциркулі, мікрометри і кільце а саме:

а) штангенциркуль ШЦ1–160–0,1 ГОСТ 162–80, штангенциркуль ШЦ2–400–0,05 ГОСТ 166–89 – для перевірки лінійних розмірів;

б) мікрометр МК–25–2 ГОСТ 6507–78, мікрометр МК–50–1 ГОСТ 6507–90– для перевірки допусків поверхонь;

в) кільце 8211–1082 6g ГОСТ 17764–72 – для перевірки допуску на різьбу.

					ТМ 180900010.00.ПЗ	Арк.
						49
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

г) зразок шорсткості: Ra 1,25 ГОСТ 9378–93 – для перевірки шорсткості заготовки.

Для встановлення і закріплення заготовки на операції 040 розточувальна з ЧПК використовуємо спеціальне пристосування, розрахунки якого будуть проводитись в подальшому.

Під час обробки заданих поверхонь на операції використовують наступні інструменти:

а) різець розточувальний ТУ 2–035–1040–86 – для обробки головного отвору, канавок і фасок.

б) розвертка машинна насадна 652–033 ГОСТ 1672–80 тип 3 – для розвертання отвору $\varnothing 47Js7$.

Для цієї операції також є призначений допоміжний інструмент, а саме насадка для операцій з розточуванням – насадна розточувальна оправка 2210–0560.

Для контролю розмірів на операції 040 застосовуємо наступні інструменти :

а) штангенглибиномір ШГ –160 ГОСТ 162–80 – для вимірювання внутрішніх поверхонь отвору;

б) калібр-пробка 8133–0934Js7 ГОСТ 14810–69 – для перевірки допуску на головний отвір.

в) нутромір спеціальний 8146–НА $\varnothing 49,5^{+0,25}$ – вимірювання діаметру пазів.

г) шаблон на розмір $21,5^{+0,13}$ – для перевірки паралельності пазів.

д) штангенциркуль ЩЦ2-400-0,05 ГОСТ 166-89

Застосування даних інструментів і вимірювальних засобів економічно обґрунтовано в дрібно серійному виробництві, так як вони всі універсальні (окрім шаблону і спеціального нутроміру) і дозволяють контролювати розміри всього періоду роботи з високою точністю.

					ТМ 180900010.00.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		50

6.5 Розрахунок режимів різання

Розрахуємо режими різання розрахунково-аналітичним методом на аналізовані операції технологічного процесу механічної обробки «Шток» Ц63–3405121.

Виконаємо розрахунок режимів різання при обробці циліндричної поверхні $\varnothing 30f9$ начорно на операції 020 токарна з ЧПУ, а на решту переходів режими різання назначаємо табличним методом.

Вихідні дані:

Оброблювані поверхні: циліндрична поверхня діаметром $\varnothing 33,5$.

Матеріал заготовки – сталь 45 ГОСТ 1050–88, HB=170, $\sigma_B = 530$ МПа.

Діаметр поверхні до обробки, мм: $\varnothing 33,5$.

Діаметр поверхні після обробки, мм: $\varnothing 30,82^{+0,62}$.

Розміри поверхонь, мм : 278.

Для обробки використовуємо верстат 16К20Ф3.

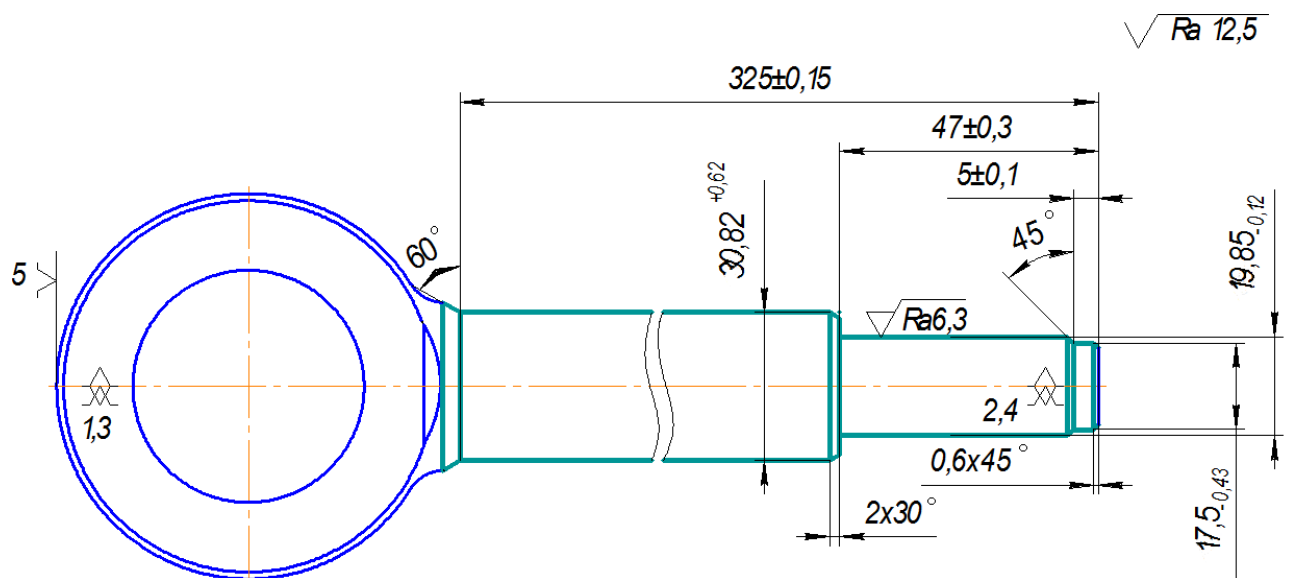


Рисунок 6.8 – Операційний ескіз на перший перехід в операції 020 токарна з ЧПУ

					ТМ 180900010.00.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		51

Визначимо глибину різання при обробці по формулі:

$$t = \frac{D - d}{2 \cdot i}, \text{ мм} \quad (6.6)$$

де D – діаметр до обробки;

d – діаметр після обробки;

i – число проходів.

$$t = \frac{33,5 - 30,82}{2 \cdot 1} = 1,34 \text{ мм}$$

Визначаємо швидкість різання при точінні:

$$V = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \cdot K_v, \text{ м/хв} \quad (6.7)$$

де, T – період стійкості; $T = 50$ хв.;

t – глибина різання;

S – Подача при чорновому точінні: $S = 0,5$ мм/об.;

C_v та степені знаходимо за таблицями[8]: $C_v = 290$; $x = 0,15$; $y = 0,35$;

$m = 0,2$.

Визначаємо K_v за формулою:

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{nv} \cdot K_{iv} \quad (6.8)$$

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

K_{nv} – коефіцієнт, що враховує стан поверхні заготовки; $K_{nv} = 0,8$;

K_{iv} – коефіцієнт, що враховує матеріал інструменту; $K_{iv} = 1,0$.

					ТМ 180900010.00.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		52

Визначимо K_{mv} за формулою:

$$K_{mv} = K_2 \cdot \left(\frac{750}{\sigma_B}\right)^{n_v} \quad (6.9)$$

де, σ_B – фізичний параметр, що характеризує опрацьований матеріал;

K_2 і n_v – коефіцієнт і ступінь, що характеризують групу стали по оброблюванні.

$$K_{mv} = 1,0 \cdot \left(\frac{750}{530}\right)^{1,0} = 1,42;$$

$$K_v = 1,42 \cdot 0,8 \cdot 1 = 1,136;$$

$$V = \frac{290}{50^{0,2} \cdot 1,34^{0,15} \cdot 0,5^{0,35}} \cdot 1,136 = 184 \text{ м/хв}$$

Визначимо частоту обертання за формулою:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D}, \text{ об/хв} \quad (6.10)$$

де, D – діаметр оброблюваної поверхні;

V – швидкість різання.

$$n = \frac{1000 \cdot 184}{3,14 \cdot 33,5} = 1748,3 \text{ об/хв}$$

Приймаємо $n = 1750$ об/хв.

					ТМ 180900010.00.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		53

Визначаємо силу різання P_z :

$$P_z = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_p, \text{ Н} \quad (6.11)$$

Коефіцієнти і показники ступенів визначаємо за таблицями[8]: $C_p = 300$;
 $x=1,0$; $y = 0,75$; $n = -0,15$.

$$K_p = K_{mp} \cdot K_{\varphi p} \cdot K_{\gamma p} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{rp} \quad (6.12)$$

де, K_{mp} , $K_{\varphi p}$, $K_{\gamma p}$, $K_{\lambda p}$, K_{rp} – коефіцієнти, що враховують фактичні умови різання значення яких знаходимо за таблицями[8]: ($K_{\varphi p}=0,89$; $K_{\gamma p}=1$; $K_{\lambda p}=1$; $K_{rp}=1$).

K_{mp} визначається за формулою:

$$K_{mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^n \quad (6.13)$$

$$K_{mp} = \left(\frac{530}{750} \right)^{0,75} = 0,77;$$

$$K_p = 0,77 \cdot 0,89 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 0,69;$$

$$P_z = 10 \cdot 300 \cdot 2,5^1 \cdot 0,5^{0,75} \cdot 167^{-0,15} \cdot 0,69 = 1428 \text{ Н}$$

Визначаємо потужність, затрачену на різання:

$$N = \frac{P_z \cdot V}{60 \cdot 1020}, \text{ кВт} \quad (6.14)$$

$$N = \frac{1428 \cdot 184}{60 \cdot 1020} = 4,3 \text{ кВт}$$

					ТМ 180900010.00.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		54

Визначаємо основний час T_o :

$$T_o = \frac{L}{n \cdot S_o}, \text{ хв} \quad (6.15)$$

де, S_o – швидкість подачі при чорновій обробці, мм/об;

L – довжина робочого ходу, мм;

n – частота обертання, об/хв.

$$T_o = \frac{282}{1750 \cdot 0,5} = 0,32 \text{ хв}$$

Також за завданням необхідно розрахувати режими різання на операції 040 розточувальна з ЧПК. Розрахунок різання проводимо на операцію чистового розточування отвору $\varnothing 47\text{JS7}$, решту переходів визначаємо табличним методом.

Вихідні дані:

Оброблювані поверхні: циліндрична поверхня діаметром: $\varnothing 44_{-0,10}$.

Матеріал заготовки – сталь 45 ГОСТ 1050–88, HB=170, $\sigma_B = 530$ МПа.

Діаметр поверхні до обробки, мм: $\varnothing 45,9_{-0,10}$.

Діаметр поверхні після обробки, мм: $\varnothing 46,7_{-0,04}$.

Розміри поверхонь, мм : 278.

Для обробки використовуємо верстат 6904ВМФ2.

					ТМ 180900010.00.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		55

Визначаємо K_v за формулою (6.8):

$$K_v = 0,71 \cdot 0,8 \cdot 0,8 = 0,45;$$

Тоді:

$$V = \frac{420}{60^{0,2} \cdot 0,4^{0,15} \cdot 0,15^{0,2}} \cdot 0,45 \cdot 0,9 = 126 \text{ м/хв}$$

Визначимо частоту обертання за формулою (6.10):

$$n = \frac{1000 \cdot 126}{3,14 \cdot 45,9} = 873,8 \text{ об/хв}$$

Приймаємо $n = 860$ об/хв.

Визначаємо силу різання P_z за формулою (6.11).

Коефіцієнти і показники ступенів визначаємо за таблицями[8]: $C_p = 300$;
 $x=1,0$; $y = 0,75$; $n = -0,15$.

Коефіцієнт K_p знаходимо за формулою (6.12).

$K_{\varphi p}$, $K_{\gamma p}$, $K_{\lambda p}$, $K_{r p}$ – коефіцієнти, що враховують фактичні умови різання значення яких знаходимо за таблицями[8] ($K_{\varphi p}=0,89$; $K_{\gamma p}=1$; $K_{\lambda p}=1$; $K_{r p}=1$).

$K_{m p}$ визначається за формулою (6.13):

$$K_{m p} = \left(\frac{530}{750} \right)^{0,75} = 0,77$$

$$K_p = 0,77 \cdot 0,89 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 0,69$$

$$P_z = 10 \cdot 300 \cdot 0,4^1 \cdot 0,15^{0,75} \cdot 126^{-0,15} \cdot 0,69 = 413 \text{ Н}$$

					ТМ 180900010.00.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		57

Визначаємо потужність, затрачену на різання за формулою (6.14):

$$N = \frac{412 \cdot 126}{60 \cdot 1020} = 0,85 \text{ кВт}$$

Визначаємо основний час T_o за формулою (6.15):

$$T_o = \frac{30}{860 \cdot 0,15} = 0,24 \text{ хв}$$

Розрахунки режимів різання на решту переходів на даних операціях проводимо табличним методом по [9] результати заносимо в таблицю 6.11.

Таблиця 6.11 – Таблиця режимів різання

Назва переходу	Параметри режимів обробки				L, мм	T _o , хв	Вид режиму
	t, мм	S _o , мм/об	n, об/хв	V _m , м/хв			
1	2	3	4	5	6	7	8
Операція 020 – токарна з ЧПУ							
Підрізати торець в розмір 325	1	0,50	227	96	8	0,03	табличний
Точити фаску Ø17,5	0,6	0,50	227	96	8	0,02	табличний
Точити поверхню Ø17,5	3	0,50	227	96	13	0,8	табличний
Підрізати торець в розмір 5	1	0,50	1400	108	8	0,03	табличний
Точити фаску Ø19,85	0,6	0,50	1400	108	8	0,02	табличний
Точити поверхню Ø19,85	1,8	0,50	1400	108	49	0,10	табличний
Підрізати торець в розмір 47	1	0,50	1750	184	8	0,03	табличний

					ТМ 180900010.00.ПЗ	Арк.
						58
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Продовження таблиці 6.10

1	2	3	4	5	6	7	8
Точити фаску Ø30,82	2	0,50	1750	184	9	0,03	табличний
Точити поверхню Ø30,82	1,34	0,50	1750	184	285	0,32	аналітичний
Точити фаску Ø31	2	0,50	1750	184	8	0,03	табличний
Точити поверхню Ø30,24	0,29	0,30	655	177	285	1,42	табличний
Точити поверхню Ø30,03	0,105	0,15	800	125	285	2,31	табличний
Точити поверхню Ø30,00	0,015	0,07	1250	80	285	3,17	табличний
Нарізати різьбу M20×1,5–6g	1,5	0,10	200	119	35	1,50	табличний
Операція 040 розточувальна з ЧПК							
Установ А							
Розточити отвір до Ø46,7	0,4	0,15	860	126	33	0,24	аналітичний
Розточити фаску Ø47	0,6	0,50	860	126	8	0,03	табличний
Установ Б							
Розточити фаску Ø47	0,6	0,50	860	126	8	0,03	табличний
Розвернути отвір Ø47	0,15	0,08	470	88	33	0,72	табличний
Розточити канавку Ø49,5	1,25	0,15	1250	88	15	0,08	табличний
Розточити канавку Ø49,5	1,25	0,15	1250	88	26	0,08	табличний

6.6 Технічне нормування операцій

В серійному типі виробництві необхідно визначати норму штучно-калькуляційного часу для оптимізації процесу виробництва. Тому розрахуємо норми часу на операціях 020 і 040.

Показники режимів різання були розраховані з попереднього пункту.

Визначимо норми часу для операції 020 токарна з ЧПУ

Основний час на операції складається з суми основного часу всіх переходів на ній $T_o = 9,09$.

Допоміжний час T_δ розраховуємо за формулою:

$$T_\delta = T_{уст} + T_{нк} + T_{зв}, \text{ хв} \quad (6.17)$$

де, $T_{уст}$ – час на установку та зняття деталі, хв; $T_{уст}=0,30$ хв.(1 установ [10]);

$T_{нк}$ – час на прийоми керування, хв; $T_{нк}=0,35$ хв;

$T_{зв}$ – час на засоби вимірювання, хв.; показники часу на вимірювання знаходимо в таблицях [10] і знаходимо їх суму.

$$T_{зв} = 0,045 + 0,045 + 0,013 + 0,013 + 0,09 + 0,045 + 0,08 + 0,013 + 0,08 + 0,1 + 0,11 + 0,045 + 0,11 + 0,11 = 1,7 \text{ хв}$$

$$T_\delta = 0,30 + 0,35 + 1,7 = 2,35 \text{ хв}$$

Визначаємо штучний час:

$$T_{шт} = T_{он} \cdot \left(1 + \frac{a_{опз} + a_{відн}}{100} \right), \text{ хв} \quad (6.18)$$

де $T_{он}$ – операційний час, хв;

					ТМ 180900010.00.ПЗ	Арк.
						60
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

a_{opz} – витрати часу на технічне обслуговування робочого місця, %;

$a_{opz} = 5\%$;

a_{bidn} – витрати часу на відпочинок та особисті потреби, %; $a_{bidn} = 8\%$.

$$T_{on} = T_o + T_\delta, \text{ хв} \quad (6.19)$$

де T_o – основний час на операцію, хв;

T_δ – допоміжний час на операцію, хв.

$$T_{on} = 9,09 + 2,35 = 11,44 \text{ хв}$$

$$T_{um} = 11,44 \cdot \left(1 + \frac{5 + 8}{100}\right) = 12,92 \text{ хв}$$

Визначаємо штучно-калькуляційний час за формулою:

$$T_{um-uk} = \frac{T_{nz}}{n_3} + T_{um}, \text{ хв} \quad (6.20)$$

де, T_{nz} – підготовче-заклучний час, хв;

n_3 – розмір партії деталі, що запускається у виробництво, шт;

T_{um} – штучний час на операції, хв.

Підготовчо-заклучний час визначаємо як суму всіх додаткових прийомів таких як час на наладку верстата, інструменту, пристосування та інші показники знаходимо в таблицях [13].

$$T_{nz} = 4 + 9 + 2 + 2 + 2 + 0,8 \cdot 3 + 1 + 2,5 = 24,9 \text{ хв}$$

$$T_{um-uk} = \frac{24,9}{189} + 12,92 = 13,05 \text{ хв}$$

					ТМ 180900010.00.ПЗ	Арк.
						61
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Також в даному пункті виробляємо нормування операції 040 аналогічно операції 020.

Основний час на операції складається з сум основних часів на окремих переходах $T_o = 1,18$ хв.

Допоміжний час T_δ розраховуємо за формулою (6.17):

$$T_{зг} = 0,12 + 0,08 + 0,08 + 0,12 + 0,09 + 0,09 = 0,58 \text{ хв}$$

$$T_\delta = 0,65 + 0,35 + 0,58 = 1,58 \text{ хв}$$

Визначаємо штучний час знаходимо за формулою (6.18):

$$T_{он} = 1,18 + 1,58 = 2,76 \text{ хв}$$

$$T_{шт} = 2,76 \cdot \left(1 + \frac{5 + 8}{100}\right) = 3,12 \text{ хв}$$

Визначаємо штучно-калькуляційний час за формулою (6.20):

Підготовчо-заклучний час визначаємо за формулою при врахуванні часу на наладку верстата, інструменту, пристосування та часу на додаткові прийоми показники знаходимо в таблицях [13].

$$T_{нз} = 4 + 9 + 2 + 2 + 2 + 0,8 \cdot 2 + 1 + 2,5 = 24,1 \text{ хв}$$

$$T_{шт-шк} = \frac{24,1}{189} + 3,12 = 3,25 \text{ хв}$$

					ТМ 180900010.00.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		62

7 ПРОЕКТУВАННЯ ВЕРСТАТНОГО ПРИБОРУ ДЛЯ ВСТАНОВЛЕННЯ І ЗАКРІПЛЕННЯ ЗАГОТОВКИ

Обґрунтування необхідності створення пристосування. Вибір системи пристосування.

Деталь «Шток Ц63–3405121» виготовляється в умовах серійного виробництва тому проектування верстатного пристосування дасть змогу зменшити витрати часу на встановлення і закріплення деталі а також пристосування на даній операції необхідне для зменшення похибки оброблення отвору $\varnothing 47Js7$. Застосування спеціального пристосування з механізованим приводом дозволить понизити розряд верстатника на даній операції, понизити трудомісткість обробки, підвищити стабільність параметрів точності на операції. Пристосування являє собою плиту , на яку встановлюються : призма , стійка з притиском , гідроциліндр.

Уточнення завдання технологічної операції.

Визначення кількісних і якісних результатів виконання операції

Точність розмірів. На даній операції (040 розточувальна з ЧПК) формуються наступні лінійні розміри:

а) Діаметр отвору 46,7H8 мм. Величина допуску 40 мкм. Згідно ГОСТ 25346–82 дане значення співпадає з табличним [11, с. 441].

б) Діаметр отвору 47Js7 мм. Величина допуску 24 мкм. Згідно ГОСТ 25346–82 дане значення співпадає з табличним [11, с. 441].

в) Крім того, на даній операції витримується розмір глибини пазів 49,5H12. Допуск при цьому рівний 250 мкм. Згідно ГОСТ 25346–82 дане значення співпадає з табличним [11, с. 441]

г) Витримуються також лінійний розмір ширини пазів 1,9 мм (даний розмір вільний, він виконаний по 13 квалітету, величина допуску для нього складає $T = 140$ мкм).

					ТМ 180900010.00.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		63

Аналізується поверхня стінки отвору для підшипника. Спотворення форми даної поверхні характеризується відхиленням від перпендикулярності і пересікання осей. Згідно ГОСТ 24643–81 для допуску перпендикулярності необхідна ступінь точності IT10 (50 мкм) , а для пересікання осей IT 10 (25мкм) [11, с. 451].

Ступінь шорсткості. Згідно кресленню деталі шорсткість поверхонь отвору складає Ra2,5мкм.

З'ясування кількісних і якісних даних про заготовку, що надходить на операцію

На дану операцію заготовка надходить пройшовши практично весь маршрут обробки. Циліндрична поверхня мала попередню обробку. Те, що деталь мала до даної операції велику кількість механічної обробки, говорить про наявність розвинених і досить точних поверхонь для базування заготовки. Уточнимо параметри поверхонь, які можуть виступати в ролі базових.

Точність розмірів

За базу виступає довга циліндрична поверхня 30f9 з довжиною поверхні 274 мм.. Співвідношення $\frac{l}{D} > 2$ виконується. Це говорить про те, що дана поверхня цілком може виступати технологічною базою (подвійна спрямовуюча).

Найближче стандартне значення допуску по ГОСТ 24643–81 становить: T= 52 мкм, що відповідає 9 ступеня точності.

Точність розташування

На даній поверхні витриманий допуск на радіальне биття в межах 0,1мм.

Приймаємо найближче значення з ряду стандартних значень: T = 25 мкм, що відповідає 9–го ступеня точності.

Ступінь шорсткості

З креслення деталі видно наступні параметри шорсткості: на розмір Ø30f9 Ra = 0,16мкм; торця – 2,5мкм. Це цілком відповідає вимогам точності,

					ТМ 180900010.00.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		64

що придивляються до базових поверхонь.

Визначення умов, в яких буде виготовлятися і експлуатуватися заготівля

Річна програма випуску – 2000 деталей. Така програма з урахуванням трудомісткості відповідає дрібно серійному типу виробництва. Так як пристосування буде працювати в серійному типі виробництва, то робимо висновок, що інтенсивність використання пристосування висока.

Заготовка буде оброблюватися на горизонтально фрезерному верстаті з ЧПУ 6902ПМФ2.

Якість виготовлення деталі в більшій частині залежить від правильного встановлення і закріплення її на верстаті. Установка складається з базування, тобто орієнтації заготовки відносно виконавчих вузлів верстата, інструмента або траєкторії його переміщення, і закріплення, тобто прикладання сил до заготовки для фіксації її положення, яке було досягнуто базуванням.

Поверхня, яка використовується для базування, повинна відповідати наступним вимогам:

- а) великі розміри, а також геометрично правильна форма;
- б) якомога менша шорсткість поверхні;
- в) безпосередньо прямий зв'язок з оброблюваною поверхнею, або близьке розташування;
- г) відсутність значних деформацій;
- д) можливість простого і зручного закріплення заготовки.

Проаналізувавши ці вимоги, можна сказати що база в вигляді довгої циліндричної поверхні $\varnothing 30f9$ є оптимальним вибором для обробки отвору $\varnothing 47Js7$ з найбільшою точністю.

Вибір методу установки та закріплення заготовки на верстаті визначається конфігурацією заготовки, серійністю виготовлення і прийнятими методами обробки. Методи установки та закріплення заготовки на столі верстата суттєво впливають на точність, якість поверхонь, що оброблюються та на загальну тривалість обробки.

					ТМ 180900010.00.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		65

На даній операції заготовку можна встановити у призмах (рис. 6.3). При базуванні таким способом, похибка базування не визначається так як вимірювальна база співпадає з технологічною базою, тому похибка базування відсутня.

Таблиця 7.1 – Таблиця відповідностей

Зв'язки	Ступені вільності	Найменування баз
Подвійна напрямна	II, III, IV, V	1,2,3,4
Опорна	I, VI	5,6

Таблиця 7.2 – Матриця зв'язків

Найменування баз		X	Y	Z
Подвійна напрямна	L	0	1	1
	α	0	1	1
Опорна	L	1	0	0
	α	1	0	0

Складання функціональної структури і загальної компоновки пристосування.

Проаналізувавши данні визначені вище можна зробити висновок, що послідовна структура реалізації потоку функцій нас не може задовольнити, так як тривалість її занадто велика. Використовуючи положення функціональної інтенсифікації, побудуємо більш прийнятну структуру.

Функціональна структура проектує мого пристосування представлена на рисунку 7.1.

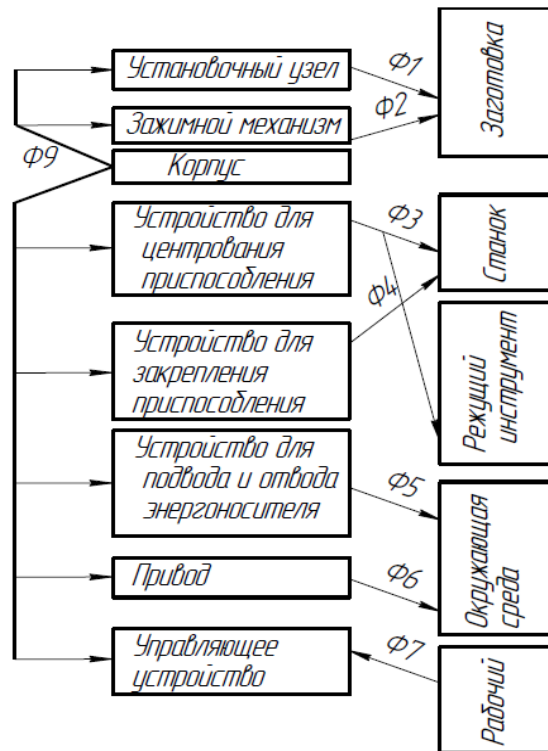


Рисунок 7.1 – Функціональна структура проектованого пристосування

Розрахунок сил закріплення і основних параметрів пристосування

Розрахунок сил затиску зводиться до вирішення задачі статички на рівновагу твердого тіла під дією зовнішніх сил. Величина сил затиску визначається з умови рівноваги всіх сил, при повному збереженні контакту технологічних баз оброблюваної заготовки з установочними елементами пристосування і неможливості її зсуву або повороту в процесі обробки.

В розрахованому нами пристосуванні виконується велика кількість різного роду видів обробки, а для розрахунку діаметра гідроциліндра необхідно вибрати метод з найбільшими силами різання і моментами. У нашому випадку даним методом є розточування отвору, так як при цьому видаляється найбільшу кількість припуску.

Умови установки і закріплення деталі в пристосуванні дають можливість вважати пристосування на умову відриву. Так само є можливість

повороту заготовки навколо своєї осі. Тому будемо вести розрахунок заготовки на поворот навколо своєї осі під дією складової сили різання P_x і на умову перекидання заготовки під дією складової сили різання P_z , тому побудуємо схему дії сили P_z (рис.7.2).

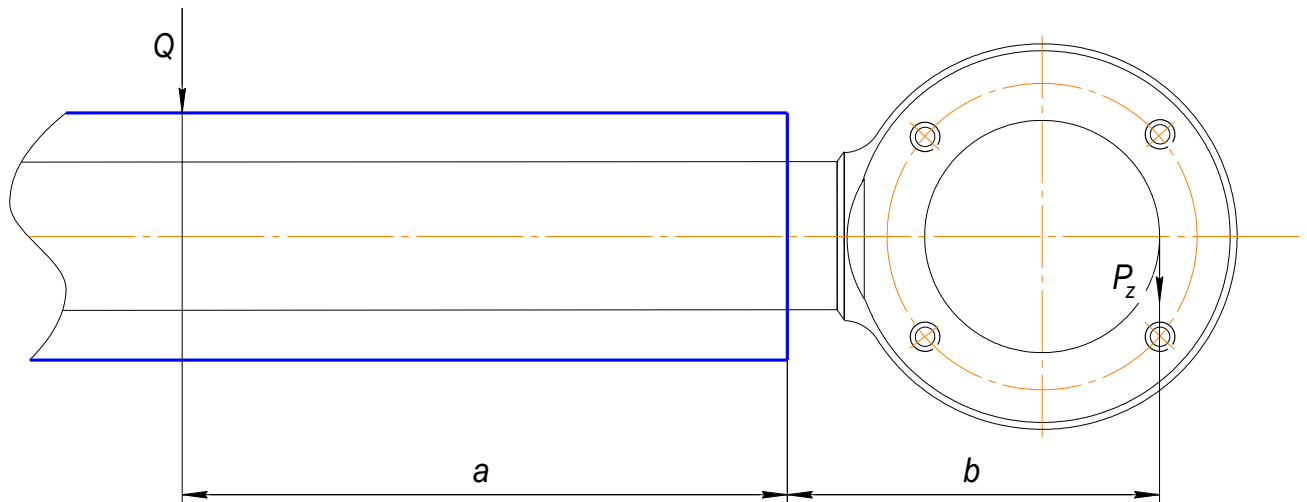


Рисунок 7.2 – Дія сили P_z

Запишемо рівняння рівноваги моментів (без урахування ваги заготовки):

$$Q \cdot a = P_z \cdot k \cdot b, H \quad (7.1)$$

де Q – сила затиску, Н;

P_z – сила різання при розточуванні, $P_z = 950$ Н;

k – коефіцієнт запасу;

$a = 120$ мм – плече сили затиску Q ;

$b = 75$ мм – плече сили різання P_z .

Коефіцієнт запасу визначається за формулою:

$$k = k_0 \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 \cdot k_4 \cdot k_5 \quad (7.2)$$

					ТМ 180900010.00.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		68

де k_0 – габаритний коефіцієнт запасу. $k_0 = 1,9$;

k_1 – коефіцієнт, що враховує стан поверхні заготовок для групової обробки.
 $k_1 = 1,0$;

k_2 – коефіцієнт, що враховує збільшення сили різання від затуплення різального інструменту. $k_2 = 1,7$;

k_3 – коефіцієнт, що враховує умови обробки при переривчастому різанні.
Для безперервної поверхні $k_3 = 1,0$;

k_4 – коефіцієнт, що враховує постійність сили затиску. $k_4 = 1,0$;

k_5 – коефіцієнт, що враховується тільки при наявності моментів, що прагнуть повернути оброблювану деталь. $k_5 = 1,0$.

$$k = 1,9 \cdot 1 \cdot 1,7 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 3,24$$

$$Q = \frac{950 \cdot 3,24 \cdot 75}{120} = 1900 \text{ H}$$

Розрахуємо дію сили P_x . Зобразимо схему її дії на рисунку 7.4.

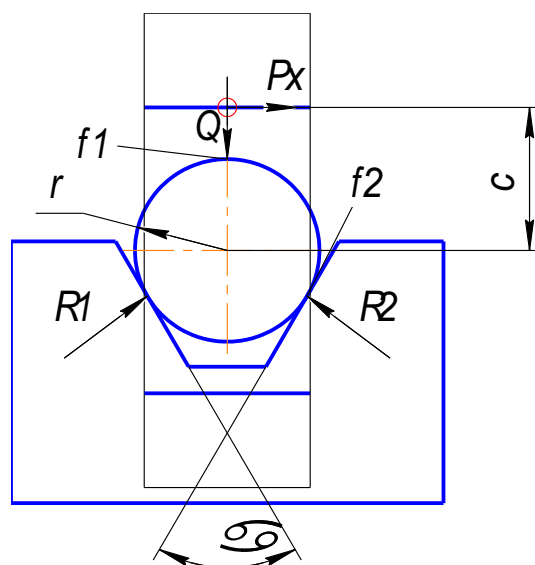


Рисунок 7.4 – Дія сили P_x

						ТМ 180900010.00.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			69

Запишемо рівняння рівноваги моментів (без урахування ваги заготовки):

$$k \cdot P_x \cdot c = r \cdot Q \cdot (f1 + \frac{f2}{\sin(a/2)}) \quad (7.3)$$

де , Q – сила затиску, Н;

$$P_x = 380 \text{ Н};$$

$c=23,5$ – плечі сили P_x ;

$r = 15$ –радіус заготовки, мм.;

$f1 = f2 = 0,15$ коефіцієнти тертя заготовки.

$$Q = \frac{3,24 \cdot 380 \cdot 23,5}{15(0,15 + 0,15/\sin(\frac{60}{2}))} = 4290 \text{ Н}$$

Отже приймаємо $D=50$ мм, а $d=16$ мм відповідно до ГОСТу.

Розрахунки точності пристосування

Розрахунок похибки зводиться до віднімання з допуску виконуваного розміру всіх інших складових загальної похибки обробки:

$$\varepsilon_{np} = \delta - k_m \sqrt{(k_{m1} \cdot \varepsilon_{\delta})^2 + \varepsilon_3^2 + \varepsilon_y^2 + (k_{m2} \cdot \omega)^2}, \text{ мкм} \quad (7.4)$$

де , δ – допуск при обробці розміру заготовки; $\delta = 24$ мкм

k_m – коефіцієнт, який враховує відхилення розсіювання значень складових величин від закону нормального розподілення; $k_m = 1,1$; с.85 [12];

k_{m1} – коефіцієнт, який враховує зниження граничного значення похибки базування при роботі на налагоджених верстатах; $k_{m1} = 0,8$; с.85 [12];

k_{m2} – коефіцієнт, який враховує частки похибки обробки в сумарній похибці, що викликана факторами, які залежать від пристосування; $k_{m2} = 0,6$;

					ТМ 180900010.00.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		70

ω – економічна точність обробки; $\omega = 25$ мкм с.214 табл. П13 [12];

ε_{δ} – похибка базування; $\varepsilon_{\delta} = 0$ мкм;

ε_z – похибка закріплення, яка виникає внаслідок зміщення деталі під дією прикладеної сили затиску $\varepsilon_z = 0$ мкм, с.209 табл. ПЗ [12];

ε_y – похибка установки на верстаті; $\varepsilon_y = 40$ мкм.

$$\varepsilon_{np} = 24 - 1,1\sqrt{(0,8 \cdot 0)^2 + 0^2 + 40^2 + (0,6 \cdot 25)^2} = 23 \text{ мкм}$$

З урахуванням стандартного ряду чисел приймаємо $\varepsilon_{np} = 24$ мкм.

Похибка в даних межах виникає як результат складання приватних похибок взаємного розташування елементів.

Опис пристрою і роботи пристосування

Запроектване пристосування призначене для обробки отвору $\varnothing 47J_7$. Дане пристосування встановлюється на горизонтальний фрезерно-свердлильно-розточувальний верстат з ЧПУ моделі 6902ПМФ2.

Пристосування являє собою плиту, на яку встановлюються: призма, стійка з притиском, гідроциліндр. Для орієнтації деталі в осьовому напрямку в конструкції пристосування передбачений упор. Як упор застосована пластина. Для орієнтації деталі по куту повороту навколо своєї осі в конструкції пристосування передбачений відкидний упор.

Даний упор необхідний для орієнтації вушка в вертикальному положенні. Другий для закріплення заготовки яке здійснюється за допомогою гідроциліндра.

Закріплення заготовки здійснюється наступним чином:

- а) заготовку встановлюють в призму;
- б) заготовку орієнтують по куту повороту навколо своєї осі за допомогою відкидного упора, ставлячи уступ у вертикальне положення;
- в) включають гідроциліндр, який за допомогою притиску здійснює затиск заготовки.

					ТМ 180900010.00.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		71

ВИСНОВОК

Тема дипломного проекту – «Проектування технологічного процесу виготовлення деталі Шток Ц63–3405121».

В ході виконання був виконаний наступний обсяг робіт.

При аналізі службового призначення були відображені основні технічні характеристики і призначення машини. Що стосується самої деталі, було проведено аналіз усіх її поверхонь, а також функцій, виконуваних ними.

При аналізі технічних вимог було описано властивості стали 45, а також були проаналізували вимоги, що пред'являються для виготовленні деталі конструктором, їх відповідність відповідно до загальноприйнятим стандартам.

Було визначений тип виробництва – дрібно серійний – і визначена величина партії запуску $n = 189$ штук.

Як заготовки була прийнята штамповка на КГШП, так як вона більш економічно вигідна, ніж вільна виготовлення заготовки прокатом.

Під час виконання роботи було проаналізовано заводський технологічний процес виготовлення деталі і внесені зміни спрямовані на його вдосконалення, а саме змінена послідовність операцій, замінено універсальне обладнання на обладнання з ЧПК, також детально розглянуті токарна і розточувальна з ЧПК операції, розраховані режими різання для них і виконано технічне нормування.

Спроековано верстатне пристосування для токарної операції, яке дозволяє обробити отвір для підшипнику з високою точністю і надійно закріплювати заготовку під час обробки надійно і точно.

В охороні праці було розглянуто електромагнітні поля, їх характеристика, дія на організм людини, нормування та захист від них.

Також виконано комплект технологічної документації на картах КТП.

					ТМ 180900010.00.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		72

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1 Машиностроение. Энциклопедия / Ред. совет: К.В. Фролов (пред.) и др. Сталь и чугуны. Т. II-2 / Г.Г. Мухин, А.И. Беляков, Н.Н. Александров и др.; Под общ. ред. О.А. Банных и Н.Н. Александрова. – М.: «Машиностроение», 2001. – 784 с., ил.

2 ГОСТ 7505-89 Поковки стальные штампованные. Допуски, припуски и кузнечные напуски.

3 Нефедов Н.А., Осипов К.А. Сборник задач и примеров по резанию металлов и режущему инструменту. – М.: «Машиностроение», 1990. – 448с.

4 Горбачевич А. Ф. Курсовое проектирование по технологии машиностроения / А. Ф. Горбачевич, В. А. Шкред: [Учеб. Пособие для машиностроит. спец. вузов]. - 4-е изд., перераб. и доп., – Мн.:Выш. Школа, 1983. –256 с., ил.

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

6 Силантьева Н.А., Малиновский В.Р. Техническое нормирование труда в машиностроении: Учебник. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: «Машиностроение», 1990. – 256 с.: ил.

7 Марочник сталей и сплавов / В.Г. Сорокин и др.; Под общ. ред. В.Г. Сорокина – М.: Машиностроение, 1989, 640с

8 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

9 Общемашиностроительные нормативы времени и режимов резания для нормирования работ выполняемых на универсальных и многоцелевых станках с ЧПУ [Текст] : в 2 ч. Ч. 2 /М.: Экономика, 1990. - 472 с.

					ТМ 180900010.00.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		73

10 Общемашиностроительные нормативы режимов резания для технического нормирования работ на металлорежущих станках. - Ч. 2. Токарные, карусельные, токарно-револьверные, алмазно-расточные, сверлильные, долбежные и фрезерные станки.- М.: Машиностроение, 1974. - 416 с.

11 Горошкин А. К. Приспособления для металлорежущих станков [Текст] : А. К. Горошкин. – М: Машиностроение, 1979. – 302 с.

12 Кушніров П. В. Методичні вказівки до практичних занять з курсу —Технологічна оснастка [Текст] : П. В. Кушніров. – Суми: Вид-во Сум ДУ, 2009. – 52 с.

13 Общемашиностроительные нормативы времени вспомогательного, на обслуживание рабочего места и подготовительно-заключительного для технического нормирования станочных работ. Серийное производство. - М.: Машиностроение, 1974. - 434 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 Методичні вказівки до оформлення документації при виконанні розрахунково-графічних і курсових робіт, курсових і дипломних проектів з технології машинобудування: у 2 частинах. – Ч. 2. Приклади оформлення технологічної документації / укладачі: В. Г. Євтухов, В. О. Іванов. – Суми : Сумський державний університет, 2011. – 59 с.

16 Методичні вказівки до кваліфікаційної роботи бакалаврів для студентів спеціальності 6.05050201 «Технології машинобудування» денної та заочної форм навчання / укладач В. Г. Євтухов. – Суми : Сумський державний університет, 2017. –44 с.

					ТМ 180900010.00.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		74