

**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 корпусу 5.3050-178.93.18

Виконав: студент IV курсу, групи ТМ-61к

напряму підготовки (спеціальності)

131 – Прикладна механіка

(Технології машинобудування)

(шифр і назва напряму підготовки, спеціальності)

Вовкула А.С.

(прізвище та ініціали)

Керівник: Гуманова Ю.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
КОРПУСА 5.3050-178.93.18**

Бакалаврська кваліфікаційна робота

Напрямок підготовки 131 – Прикладна механіка

(Технології машинобудування)

Студент

Вовкула А.С.

Керівник

Туманова Ю.В.

Нормоконтроль

Динник О.Д.

Державний вищий навчальний заклад

«Сумський державний університет»

Інститут, факультет Технічних систем та енергоефективних технологій
Кафедра Технології машинобудування, верстатів та інструментів
Освітній рівень перший (бакалаврський)
Напрямок підготовки 6.050502 Інженерна механіка (Технології машинобудування)
(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**

Вовкула Андрій Сергійович

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту (роботи) Проектування технологічного процесу виготовлення корпусу 5.3050-178.93.18
керівник проекту Туманова Юлія Володимирівна
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом вищого навчального закладу від «__» _____ 201__ року № _____

2. Строк подання студентом проекту (роботи) «__» _____ 20__ року

3. Вихідні дані до проекту (роботи) _____

Креслення деталі «корпус 5.3050-178.93.18»

Річний обсяг випуску деталей –500шт

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 « ____ » _____ 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>		
2	<i>Аналіз технічних вимог на виготовлення деталі</i>		
3	<i>Визначення типу та форми організації виробництва</i>		
4	<i>Аналіз технологічності конструкції деталі</i>		
5	<i>Вибір способу отримання заготовки та розробка технічних вимог до неї</i>		
6	<i>Аналіз існуючого чи типового технологічного процесу виготовлення деталі</i>		
7	<i>Проектування верстатного пристрою для установлення і закріплення заготовки</i>		
8	<i>Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях</i>		

Студент

(підпис)

Вовкула А.С. _____
(прізвище та ініціали)

Керівник проекту (роботи)

(підпис)

Туманова Ю.В. _____
(прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка: сторінок 73, рисунків 11, таблиць 7, літератури 11.

Об'єкт дослідження – корпус 5.3050-178.93.18.

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

В роботі розроблена операційна технологія для двох операцій технологічного процесу. Також для них розраховані режими різання і норми часу, обґрунтований вибір металорізального верстата, верстатних пристроїв, ріжучого і вимірювального інструментів.

Висвітлені причини виробничого травматизму, методи його аналізу та показники

Ключові слова: КОРПУС, ЗАГОТОВКА, ТЕХНІЧНІ ВИМОГИ, БАЗУВАННЯ, ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ПРОЦЕС, РЕЖИМ РІЗАННЯ, НОРМИ ЧАСУ, ТРАВМАТИЗМ.

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	12
3 Визначення типу виробництва, такту випуску та партії запуску	15
4 Аналіз технологічності конструкції деталі	20
5 Вибір способу отримання заготовки та розробка технічних вимог до неї	22
6 Аналіз існуючого чи типового технологічного процесу	28
6.1 Розрахунок припусків на механічну обробку	28
6.2 Аналіз та обґрунтування схеми базування і закріплення заготовки	30
6.3 Обґрунтування вибору металорізального верстата	38
6.4 Обґрунтування вибору верстатних пристроїв, металорізального та вимірювального інструментів	39
6.5 Розрахунки режимів різання	41
6.6 Технічне нормування операції.....	55
7 Проектування верстатного пристрою	51
Висновки	67
Список літератури.....	68
Додаток А.....	69
Додаток Б	70

					ТМ 17090008-00 ПЗ					
					Проектування технологічного процесу виготовленні деталі «корпус» 5.3050-178.93.18					
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				Літ.	Арк.	Акрушів
Розроб.	Вовкула								4	73
Перевір.	Туманова Ю.В.							КІСумДУ, ТМ – 61к		
Н. Контр.										
Затверд.										

ВСТУП

У сучасному машинобудуванні особливу роль відводять створенню і впровадженню нової техніки в усіх галузях, прискоренню науково-технічного прогресу країни. З переходом України на ринкові відносини різко зросла потреба народного господарства в якісній, надійній, конкурентоспроможній продукції що виготовляються машинобудуванням та іншими галузями промисловості.

Для отримання якісної, конкурентоспроможної продукції на підприємствах впроваджують передові технології і високопродуктивне, прогресивне обладнання.

У зв'язку з гнучким використанням та створенням виробничих комплексів механічної обробки різанням, особливого значення набувають верстати з ЧПК. Застосування верстатів з ЧПК замість універсального обладнання мають суттєві особливості, і створює певні переваги:

- продуктивність верстата підвищується в 1,5-5 разів у порівнянні з аналогічними верстатами, але з ручним керуванням;
- поєднується гнучкість універсального обладнання з точністю і продуктивністю верстата-автомата, що і дозволяє вирішувати питання комплексної автоматизації одиничного і серійного виробництва;
- якісно переозброюється машинобудування на базі сучасної електроніки і обчислювальної техніки;
- знижується потреба у кваліфікованих робітничих кадрах, а підготовка виробництва переноситься в сферу інженерної праці;
- скорочується час пригонювальних робіт в процесі складання, так як деталі, виготовлені за однією програмою, є взаємозамінними;
- скорочуються терміни підготовки і переходу на виготовлення нових деталей, завдяки централізованому запису програм та простіший універсальної технологічної оснастки;
- знижується тривалість циклу виготовлення деталей і зменшується запас незавершеного виробництва.

									Арк.
									5
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

ТМ 17090008-00 ПЗ

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

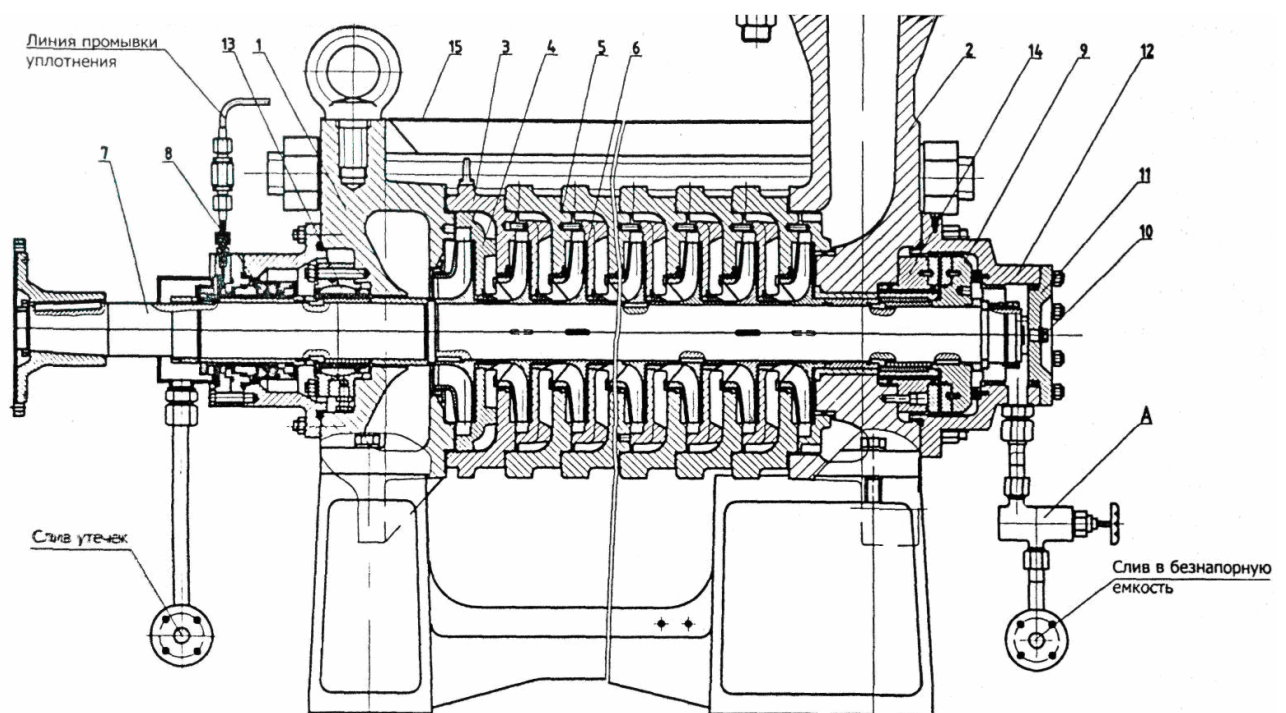
Службове призначення відцентрового секційного насосу ЦСН 240-1900-3ТМ.

Відцентровий секційний насос ЦСН 240-1900-3ТМ застосовується:

- для відкачування дренажної води з рибозахисної споруди;
- для відкачування дренажної води з основної насосної станції;
- для закачування в нафтоносні пласти агресивних нафтопромислових вод, в тому числі сірководньовмістких.

- для роботи АЕС.

Принцип дії насоса полягає в перетворенні одержуваної від приводу динамічної енергії в потенційну енергію тиску, кінетичну енергію потоку рідини, що перекачується за рахунок взаємодії з рідиною робочих коліс ротора і напрямних апаратів статора насоса.



1 – кришка входна; 2 – кришка напорна; 3 – корпус секції; 4 – направляючий апарат; 5 – кільце ущільнюоче; 6 – колесо робоче; 7 – вал; 8 – торцеве ущільнення; 9 – гідроп’ята; 10 – гвинт стопорний; 11 – кришка; 12 – корпус задній; 13 – підшипник передній; 14 – підшипник задній; 15 – кожух.

Рисунок 1.1 – Конструкція агрегата

									Арк.
									6
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

ТМ 17090008-00 ПЗ

Насос складається з корпусної (обмотки) і роторної частин. До корпусу відносяться вхідні і напірна кришки, корпуса секцій з запресованими в них напрямними апаратами.

Вхідна і напорна кришки і секції насоса стягуються шпильками М75×4. Стики ущільнюються гумовими кільцями.

Проточна частина – колеса робочі, апарати направляючі.

Ротор насоса складається з вала, на якому насаджені колеса робочі, втулки, диск розвантажувальний.

Робочі колеса мають передні і задні шліцьові ущільнення, що забезпечують радіальний зазор 0,22-0,26 мм і 0,18-0,22 мм відповідно. Опорами ротора служать підшипники, що працюють на перекачуваному середовищі.

Для розвантаження осьових сил, що виникають при роботі насоса, служить автоматичний розвантажувальний пристрій (гідроп'ята). Робоча пара гідроп'яти представляє собою роторне і стопорне кільця з релітовим наплавленням, які можна змінювати в процесі експлуатації.

Для контролю осьового переміщення ротора (при зносі деталей гідроп'яти) передбачений датчик осьового переміщення.

Ущільнення валу в місці виходу його з насоса здійснюється торцевим ущільненням.

У конструкції торцевого ущільнення передбачена промивка його від кристалів солей, що утворюються при роботі насоса, а так же стоянці. Підведення для промивання ущільнення проводиться з штатного перевідного трубопроводу. Рекомендований регламент торцевого ущільнення – 2 рази на зміну.

Насос приводиться в обертання через упругу пластичну муфту.

ЦСН 240-1900-3ТМ має наступні технічні характеристики:

- 240 – подача води, м³/год;
- 1900 – напір, м;
- 3 – порядковий номер модернізації;
- Т – торцеве ущільнення в конструкції насоса;
- М – насос для агресивних середовищ;

									Арк.
									7
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

ТМ 17090008-00 ПЗ

- Режим роботи – періодичний;
- Категорія – сейсмостійкі.

Насоси та агрегати виготовляються в загальнопромисловому виконанні і можуть встановлюватися в приміщеннях класу вибухонебезпечної зони В-1 у відповідності з ПУЕ та ВСН-8-73 (наявність сірководню в зоні гранично допустимої концентрації).

Службове призначення підшипника

Складальний вузол, в який входить досліджувана деталь – підшипник.

Підшипник є складовою частиною ЦСН 240-1900-ЗТМ. Даний складальний вузол складається з двох корпусів, штифта, чотирьох гвинтів і двох кілець. Так само вузол має стандартні вироби: три кільця, чотири гвинти і чотири гайки.

Передній підшипник використовується в агрегаті для центрування ротора насоса. Це одна, але дуже важлива функція, що виконує даний складальний вузол.

Службове призначення корпусу

Деталь корпус призначена для установки твердосплавного підшипника у вхідній кришці насоса, а так само для самоцентрування вала ротора в стовбурі насоса. Корпус захищає технічно важливі деталі від пошкоджень, що продовжує термін служби виробу.

Для даної деталі можна виділити як основні, так і допоміжні конструкторські бази. Для цього розглянемо деталь і позначимо все, що належить їй поверхні (рисунок 1.2).

До основних конструкторських баз відносяться поверхні 8 (деталь приєднується до кришки), 7 (закріплення регулювальних болтів) і 9 (закріплення шпильками корпусу на кришці).

До допоміжних конструкторських баз можна віднести поверхні 1 і 2 (з'єднання з корпусом), а також поверхні 5 і 6 (контакт з кулькою підшипника).

Решта поверхні є вільними, тому що не виконують ніяких функцій, тобто не контактують з поверхнями вузла або інших складальних одиниць.

									Арк.
									8
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ТМ 17090008-00 ПЗ				

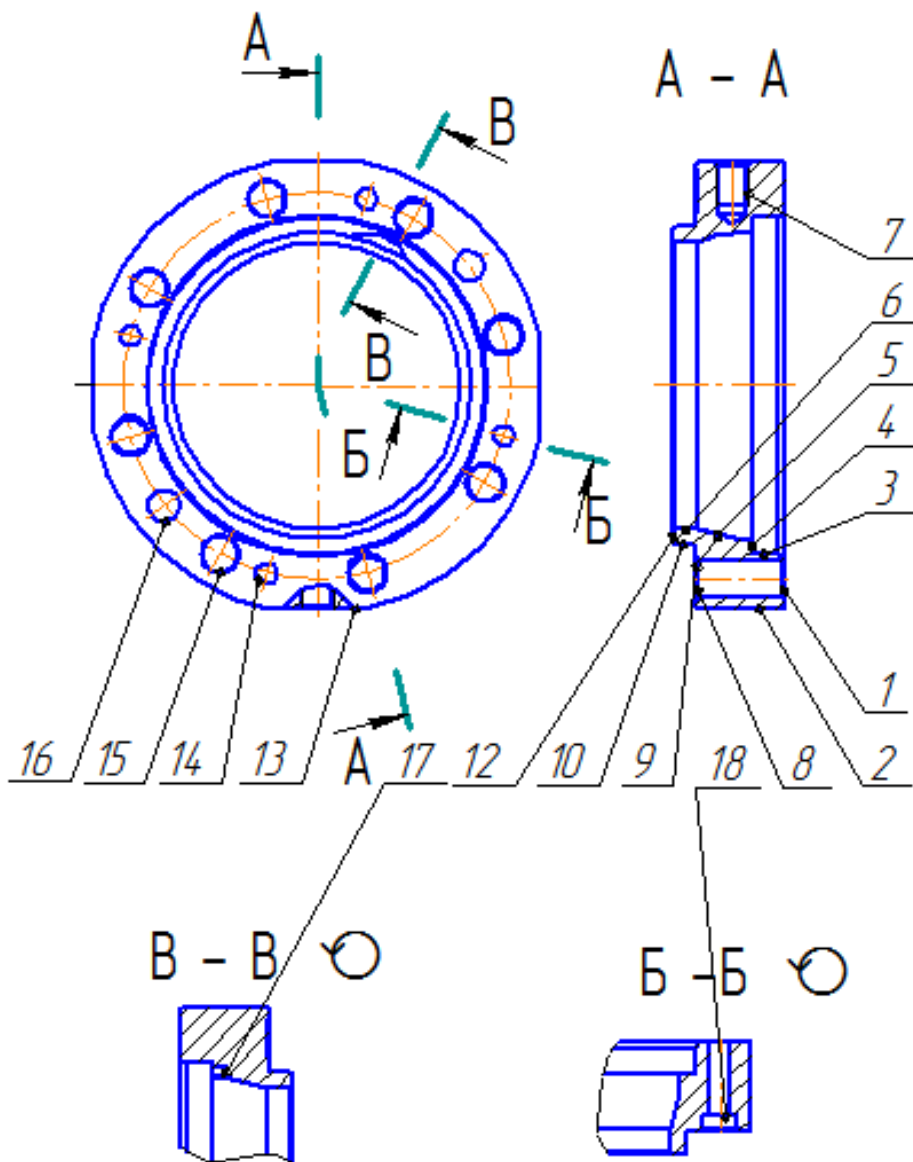


Рисунок 1.2 – Позначення поверхонь деталі

Розглянемо всі поверхні деталі і опишемо їх функції, згідно рис. 1.2:

- 1 – торець, допоміжна конструкторська база, межує з корпусом;
- 2 – діаметральна поверхня, вільна поверхня. Створює профіль деталі;
- 3 – допоміжна конструкторська база, межує з корпусом;
- 4 – вільна поверхня. Створює профіль деталі;
- 5 – допоміжна конструкторська база, контактує з кулькою підшипника;
- 6 – допоміжна конструкторська база, контактує з кулькою підшипника;
- 7 – отвір для гвинта. Служить для закріплення регулювальних болтів в деталь, за допомогою яких деталь орієнтується щодо вала (ротора);
- 8 – канавка, вільна поверхня. Створює профіль деталі. А також виконана

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ТМ 17090008-00 ПЗ

Арк.

9

для естетичності деталі. Всі гвинти та болти, які використовуються в складальному вузлі зорієнтовані в цій канавці;

- 9 – торець, основна конструкторська база, контактує із кришкою складального вузла;

- 10 – діаметральна поверхню, вільна поверхня. Створює профіль деталі;

- 12 – торець, вільна поверхня. Створює профіль деталі;

- 13 – лиска. Призначена для створення на діаметральній поверхні зручних умов для свердління отвору;

- 14 – отвір. Призначено для болтів, що з'єднують, в складальному вузлі, корпус з кришкою;

- 15 – отвір. Призначено для шпильок, що з'єднують, в складальному вузлі, корпус з кришкою;

- 16 – отвір. Призначено для віджимних болтів, які застосовуються для роз'єднання підшипника і валу (ротора) в разі адгезії твердосплавної кульки підшипника з ротором;

- 17 – паз. Призначений для стопоріння корпусів та кульки підшипника штифтом.

Як вже було сказано, агрегат призначений для роботи в агресивних середовищах. Тому і досліджувана деталь повинна відповідати умовам для роботи в цих середовищах. При роботі агрегату деталь не піддається ударним навантаженням. Крім цього, агрегат використовують в північних областях, де температура повітря може досягати до -50°C . Тому деталь повинна також задовольняти відповідним вимогам, що багато в чому залежить від вибору матеріалу деталі і особливостей термообробки.

Таким чином, в складальному вузлі деталь позбавляється шести ступенів вільності: трьох ступенів вільності позбавляє установча база, двох ступенів вільності позбавляє подвійна опорна база (закріплення регулювальними болтами) і однієї – опорна база (закріплення шпильками). Складальний вузол зображений на рисунку 1.3. Таблиця відповідності та матриця зв'язків зображені в табл.1.1 та табл. 1.2 відповідно.

									Арк.
									10
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

ТМ 17090008-00 ПЗ

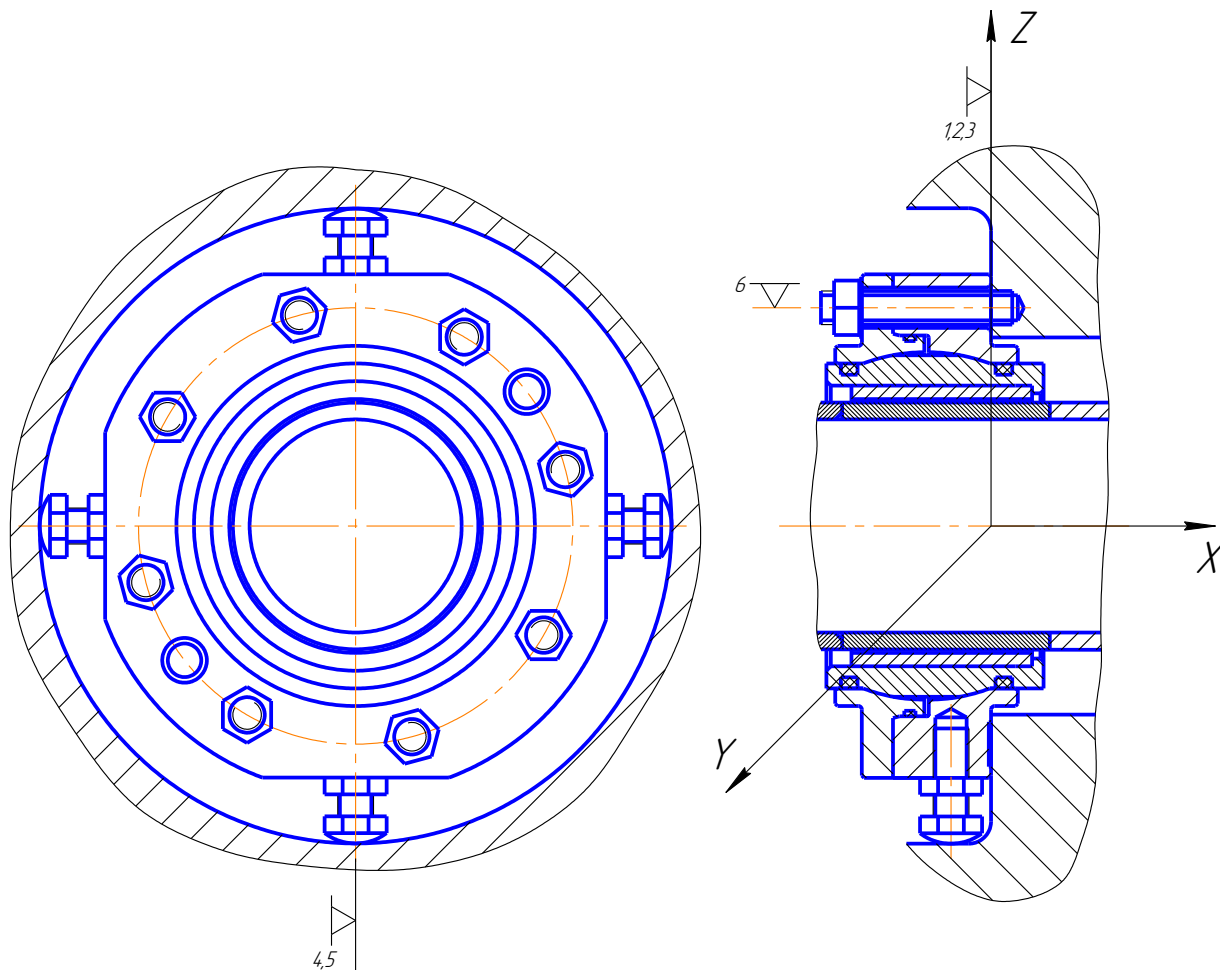


Рисунок 1.3 – Складальний вузол та базування деталі в ньому

Таблиця 1.1 – Таблиця відповідностей

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

Таблиця 1.2 – 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

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ТМ 17090008-00 ПЗ

Арк.

11

2 Аналіз технічних вимог на виготовлення деталі

Досліджувана деталь – корпус 5.3050-178.93.18. Вона відноситься до деталей типу фланець. Деталь є жорсткою. Жорсткість деталі обумовлюється жорстким закріпленням її на операціях механічної обробки.

Деталь корпус призначена для установки твердосплавного підшипника у вхідній кришці насоса, а так само для самоцентрування вала ротора в стовбурі насоса. Корпус захищає технічно важливі деталі від пошкоджень, що продовжує термін служби виробу.

Розглянемо технічні вимоги, що пред'являються до деталі.

Матеріал – Сталь 0,8Х17Н5М3 по ГОСТ 25054-81.

Таблиця 2.1 – Хімічний склад матеріалу

Елемент	C	Cr	Ni	Mo	Si	Mn	Fe
Вміст %	0,8	17	5	3	0,8	0,8	69,6

Дана сталь відноситься до аустенитно-мартенситного класу.

Для цієї сталі характерна корозійна стійкість. Сталь має невелику твердість, приблизно 300-350 НВ, невелику межу міцності - 750 МПа, високу пластичність (до 50%). Дані характеристики сприяють поганій оброблюваності. Оскільки агрегат призначений для роботи при низьких температурах (до -50°C), то сталь випробують при температурі -60°C . Сталь рекомендується як високоміцна, для виробів, що працюють при низьких атмосферних умовах; оцтовокислих, сірчаноокислих і інших умовах. Сталь добре зварюється. Замінник стали, не передбачений.

Деталь піддають термообробці. Деталь загартовують при температурі 1070°C , витримуючи її при даній температурі 60 хвилин. Потім заготовку охолоджують у воді. Після даної процедури деталь піддають обробці холодом в холодильній камері, охолоджуючи деталь приблизно до -50°C і витримуючи її в такому стані до чотирьох годин. Слід зауважити, що між загартуванням і охолодження повинно пройти не більше двох годин. Після охолодження

								Арк.
								12
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ТМ 17090008-00 ПЗ			

заготовку піддають низькотемпературному відпуску при температурі 350-380°C протягом чотирьох годин, після чого заготовку охолоджують на повітрі. Обробка холодом застосовується для усунення залишкового аустеніту, тобто поліпшення структури матеріалу.

Базовими поверхнями є поверхні: 2 і 10 – діаметральні поверхні, а так само 1 і 12 – торці деталі (див. рис. 1.2). Оскільки на всіх технологічних операціях заготовка буде закріплюватися в трьохкулачковому патроні, то саме ці поверхні будуть базовими. При базуванні заготовки будуть утворені дві бази: установча база – утворюється на торці і подвійна опорна – утворюється на діаметральній поверхні.

Деталь не має різних конструктивних елементів для базування. Всі поверхні для базування зручні. Базування деталі вимагає відносної точності, так як на кресленні пред'явлені жорсткі допуски розташування і посадки (допуски радіального і торцевого биття, позиційний допуск; посадки $\varnothing 170H7$, $\varnothing 145H7$, сфера $\varnothing 155H7$).

Підвищені вимоги по точності до розмірів $\varnothing 170H7$, $\varnothing 145H7$, сфера $\varnothing 155H7$ пред'явлені з конструктивних міркувань. У складальному вузлі по поверхнях, що містять ці розміри, відбувається поєднання двох корпусів, які повинні бути точно зорієнтовані відносно один одного. Так само ці поверхні контактують з кулькою підшипника, установка якого вимагає високої точності. Для досягнення точності використовують три стадії обробки (чорнова, напівчистова і чистова), обладнання необхідної точності, сприятливі режими різання.

Так само підвищені вимоги по точності пред'являються до 4-х отворів M16-7H, що належать до глухих різьбових отворів. Підвищена точність даного розміру пояснюється тим, що в ці отвори встановлюються регулювальні болти для орієнтації підшипника щодо ротора.

Нетехнологічними розмірами є: сфера $\varnothing 155H7$; паз R20×5,5×6, розміри глибини отворів для гвинтів 22мм та 27мм; відстань від осі різьбових отворів до торця 26мм; різні фаски; розмір для лисок 112,5мм.

Всі інші розміри можна виміряти стандартними вимірювальними

									Арк.
									13
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

ТМ 17090008-00 ПЗ

інструментами без перерахунків.

До деталі також пред'явлені жорсткі вимоги до допусків форми і розташування. А саме:

- допуск взаємного розташування – позиційний допуск. Цей допуск пред'явлений до 4-х отворів $\varnothing 11$ і 8-ми отворів $\varnothing 18$. Наявність даного допуску обумовлена тим, що зазначені отвори повинні точно розташовуватися щодо осі деталі. Це необхідно для того, щоб при складанні вузла не виникло проблем із з'єднанням корпусу з кришкою, а так само для уникнення появи контактних напружень на шпильках (внаслідок тертя). Це продовжить термін служби підшипника в агрегаті;

- сумарний допуск форми і розташування – допуск радіального биття. Цей допуск пред'явлений до діаметральних поверхонь: сфери $\varnothing 155H7$, $\varnothing 170H7$. Даний допуск необхідний для того, щоб забезпечити найкраще поєднання двох корпусів у вузлі деталі, а так само з'єднання корпусу з кулькою твердосплавного підшипника. Дана дія збільшить термін придатності підшипника в складі агрегату, так як контактні напруги, внаслідок тертя, будуть розподілені рівномірно по всій поверхні.

В цілому креслення деталі відповідає всім вимогам ЕСКД. Але в даному кресленні є і недоліки – деякі проставлені розміри на кресленні не можна проконтролювати стандартними обмірними інструментами. До них відносяться: довжина різьби отворів; деякі кутові розміри, що орієнтують розташування отворів.

Для матеріалу деталі не вказано заміник. Матеріал деталі – сталь рідкісна і важкооброблювана, що так само не технологічно з точки зору механічної обробки. Крім того і не вказана твердість матеріалу і відомості про термообробку.

У технічних вимогах вказані розміри, одержувані притиранням. Для забезпечення радіусу (галтелі) досить обробки різцем на верстаті токарної групи.

В цілому, на кресленні указані та проставлені всі поверхні. Для цього використано необхідну кількість розрізів. Нічого додаткового вказувати немає необхідності.

									Арк.
									14
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ТМ 17090008-00 ПЗ				

3 Визначення типу виробництва, такту випуску та партії запуску

Тип виробництва по ГОСТ 3.1108-74 характеризується коефіцієнтом закріплення операцій $K_{з.о.}$, який показує відношення всіх різних технологічних операцій, що виконуються або підлягають виконанню підрозділом протягом місяця, до числа робочих місць.

Початкові дані:

Річна програма випуску виробів $N = 500$ штук;

Режим роботи підприємства – у дві зміни;

Дійсний річний фонд роботи обладнання (в дві зміни), $F_D = 4029$ годин [2, табл. 2.1, с. 22].

Для розрахунку $K_{з.о.}$ необхідно знати штучний час на виконання механічних операцій. Дані про штучний час виготовлення деталі «Корпус» на механічні операції візьмемо з базового технологічного процесу. При цьому операції 115 та 125 об'єднаємо в одну і операції 085 та 095 також об'єднаємо в одну. Це потрібно для зручності розрахунків необхідного $K_{з.о.}$.

Знаючи штучний час, витрачений на кожну операцію, визначаємо кількість верстатів за формулою:

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

де N – річна програма випуску виробу, шт.;

$T_{шт}$ – штучний час на операцію, хв.;

F_D – дійсний річний фонд часу, год.;

$\eta_{з.н}$ – нормативний коефіцієнт загрузки обладнання, для дрібносерійного виробництва $\eta_{з.н} = 0,8 \div 0,9$ [2], с. 20. Для розрахунків приймаємо $\eta_{з.н} = 0,8$.

Підставляємо значення:

$$m_p = \frac{500 \cdot 9,5}{60 \cdot 4029 \cdot 0,8} = 0,025$$

									Арк.
									15
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

Отримавши всі необхідні дані ми, розраховуємо коефіцієнт закріплення операцій за формулою:

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

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

P – число робочих підрозділів, що виконують різні операції.

Підставляємо значення:

$$K_{3.0.} = \frac{248}{7} = 35$$

Це відповідає дрібносерійному типу виробництва, оскільки $K_{3.0.}$ входить в межі $20 < K_{3.0.} < 40$.

Визначаємо форму організації виробництва:

Партію запуску визначаємо за формулою:

$$n = \frac{N_{pic} \cdot a}{254}, \text{ шт} \quad (3.5)$$

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

254 дні – кількість робочих днів у році.

Підставляємо значення:

$$n = \frac{500 \cdot 24}{254} = 47,24 \text{ шт}$$

Приймаємо партію запуску 48 штук.

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

$$T_{cp} = \frac{\sum T_{um}}{m}, \text{ хв} \quad (3.6)$$

де m – число механічних операцій.

Підставляємо значення:

$$T_{cp} = \frac{137}{7} = 19,57 \text{ хв}$$

									Арк.
									17
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

Визначаємо добовий час роботи обладнання за формулою:

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

Підставляємо значення:

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

Так як розрахований тип виробництва дрібносерійний, то приймаємо групову форму організації робіт.

Тип виробництва визначається комплексною характеристикою технічних, організаційних та економічних особливостей виробництва, обумовлених широтою номенклатури, регулярністю, стабільністю та обсягом випуску продукції.

Дрібносерійне виробництво характеризується виготовленням деталей великої номенклатури на робочих місцях, які не мають певної спеціалізації. Це виробництво має бути достатньо гнучким і пристосованим до виконання різних виробничих замовлень.

Технологічні процеси в умовах дрібносерійного виробництва розробляються укрупнено у вигляді маршрутних карт на обробку деталей по кожному замовленню; ділянки оснащуються універсальним обладнанням і оснащенням, що забезпечує виготовлення деталей широкої номенклатури. Велика розмаїтість робіт, які доводиться виконувати багатьом робочим, вимагає від них різних професійних навичок, тому на операціях використовуються робітники-універсали високої кваліфікації. На багатьох ділянках, особливо в дослідному виробництві, практикується суміщення професій.

Організація виробництва в умовах дрібносерійного виробництва має свої особливості. З огляду на розмаїття деталей, порядку і способів їх обробки виробничі ділянки будуються за технологічним принципом з розстановкою обладнання за однорідними групами. При такій організації виробництва деталі в процесі виготовлення проходять через різні ділянки. Тому при передачі їх на

									Арк.
									18
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

ТМ 17090008-00 ПЗ

кожну наступну операцію (ділянка) необхідно ретельно опрацювати питання контролю якості обробки, транспортування, визначення робочих місць для виконання наступної операції.

Особливості оперативного планування і управління полягають в своєчасних комплектації і виконанні замовлень, контроль за просуванням кожної деталі за операціями, забезпеченні планомірної завантаженні ділянок і робочих місць. Великі труднощі виникають в організації матеріально-технічного постачання. Широка номенклатура продукції, що виготовляється, застосування укрупнених норм витрат матеріалів створюють труднощі в безперебійному постачанні, через що на підприємствах накопичуються великі запаси матеріалів, а це веде, в свою чергу, до омертвіння оборотних коштів.

Але іноді в дрібносерійному виробництві предметна спеціалізація ділянок є доцільною – обробка партії деталей паралельно на декількох верстатах, що виконують наступні один за одним операції. Як тільки на попередній операції закінчується обробка декількох перших деталей, вони передаються на наступну операцію до закінчення обробки всієї партії. Таким чином, в умовах дрібносерійного виробництва стає можливою паралельно-послідовна організація виробничого процесу. Це його відмітна особливість.

Метод групової організації виробництва застосовується в разі обмеженої номенклатури конструктивно і технологічно однорідних виробів, виготовлених повторюваними партіями. Суть методу полягає в зосередженні на ділянці різних видів технологічного обладнання для обробки групи деталей по уніфікованому технологічному процесу.

Характерними ознаками такої організації виробництва є:

- подетальна спеціалізація виробничих підрозділів;
- запуск деталей у виробництво партіями за спеціально розробленими графіками;
- паралельно-послідовне проходження партій деталей по операціях;
- виконання на ділянках (у цехах) технологічно завершеного комплексу робіт.

									Арк.
									19
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

ТМ 17090008-00 ПЗ

4 Аналіз технологічності конструкції деталі

Деталь «корпус» виготовляється методом штампуванням на КГШП. Заготовка проста по конфігурації, хоча внутрішні та зовнішні поверхні мають ступінчасту форму. Така конфігурація як найближче наближає форму заготовки до форми готової деталі. Це збільшує продуктивність праці за рахунок зменшення припусків на механічну обробку та відповідно зменшує час, необхідний на зняття припуску.

Матеріал заготовки – важкооброблювана сталь 08X17H5M3. Замінники сталі не передбачені на кресленні. Але використання даного матеріалу обґрунтовано за рахунок важких умов експлуатації (в агресивних середовищах) виробу.

До даної деталі пред'явлені жорсткі вимоги до розмірної точності. Внутрішні діаметральні поверхні $\varnothing 145$ і $\varnothing 170$, а також сфера $\varnothing 155$ виконуються по 7-му квалітету з допуском 0,04 мм.

Крім цього, підвищені вимоги пред'явлені до чотирьох різьбовим отворів М16-7Н. Це не технологічно, так як необхідно використовувати додаткові механічні операції для досягнення необхідної точності розмірів.

До сферичної поверхні $\varnothing 155$ пред'явлено підвищені вимоги по шорсткості, що вимагає додаткової механічної операції – притирання. Це також являється не технологічним.

На кресленні до деталі пред'явлені підвищені вимоги до розташування поверхонь. До торців деталі пред'явлений допуск торцевого биття, а до сферичної поверхні $\varnothing 155$ – допуск радіального биття. Кожен з них становить 0,02 мм. Крім того, до 8-ми отворів $\varnothing 18$ та 4-х отворів $\varnothing 11$ пред'явлений позиційний допуск, який становить 0,5 і 0,4 мм відповідно. Наявність цих допусків є не технологічним, так як вимагає використання КШП.

На кресленні деталі є розміри, які необхідно досягти в зборці з корпусом. Це не технологічно, так як в технологічному процесі необхідно застосовувати операції збирання та розбирання деталей.

									Арк.
									20
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

ТМ 17090008-00 ПЗ

Лінійні розміри 26; 112,5, осьовий діаметральний розмір $\varnothing 195$ і кутові розміри 38° ; 15° вимагають застосування спеціальних вимірювального інструментів, що не технологічно.

Деталь має нетехнологічні поверхні: різьбові отвори, паз R20, лиски, внутрішню сферичну поверхню, діаметральну канавку, фаски $3 \times 15^\circ$ і $1 \times 30^\circ$.

В цілому деталь має просту конфігурацію. Зовнішні та внутрішні поверхні мають ступінчасту форму, яка необхідна з конструкторських міркувань. Всі поверхні розташовуються одна до одної під прямим кутом, або паралельно. Всі поверхні можна обробити на прохід стандартними різучими інструментами.

Для обробки різьбових отворів передбачені лиски. Крім того, різь нарізується не на всю глибину отвору.

Деталь має хороші постійні базові поверхні. Тому її можна обробляти в стандартних пристроях.

Розташування гладких та різьбових отворів допускає багато інструментальну обробку. Для обробки деталі можна застосовувати багатошпиндельні, агрегатні і багатоцільові верстати.

Жорсткість деталі достатня, тому можна встановлювати необхідні режими різання для продуктивної механічної обробки.

					ТМ 17090008-00 ПЗ	Арк.
						21
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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 заданому 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.

Для вибору раціонального методу одержання заготовки виконуємо економічне порівняння собівартості двох варіантів одержання заготовки.

Перший метод – отримання заготовки методом штампування на КГШМ (кривошипний гарячостампувальний прес) в закритих штампах.

Коротка характеристика:

Маса заготовки до 50-100 кг. Заготовки простої форми, переважно у вигляді тіл обертання. Максимальні припуски і допуски по ГОСТ 7505-89. Припуски на сторону складають від 0,6-1,1 до 3,0-5,8 мм. Застосовується для скорочення витрат матеріалу (відсутні задирки) і для сталей та сплавів з пониженою пластичністю.

Розраховуємо припуски заготовки для заданої деталі по ГОСТ 7505-89. Дані заносимо до таблиці 4.1.

Визначаємо масу заготовки за формулою:

$$m_z = V_{заг} \cdot \rho, \text{ кг} \quad (5.1)$$

де $V_{заг}$ – загальний об'єм, який складається з простих фігур, мм³;

$\rho = 7,9 \cdot 10^{-6}$ кг/мм³ – густина сталі.

									Арк.
									22
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

Таблиця 5.1 – Визначення розмірів заготовки

Розмір деталі, мм	Ra, мкм	Припуски, мм			Розмір заготовки, мм		Допуски, мм
		Основний	Допоміжний	Загальний	Розрах.	Прийн.	
∅145	1,6	3,0	0	3,0×2	139	139	∅139 ^{+1,3} _{-2,7}
56	12,5	2,0	0,4	2,4×2	60,8	61	61 ^{+2,4} _{-1,2}
∅230	12,5	2,4	0	2,4×2	234,8	235	∅235 ^{+3,0} _{-1,5}
44	12,5	2,0	0,4	2,4×2	48,8	49	49 ^{+2,4} _{-1,2}
∅161	12,5	2,4	0	2,4×2	165,8	166	∅166 ^{+3,0} _{-1,5}
16	1,6	2,4	-2,4	0	16	16	16 ^{+2,4} _{-1,2}
∅170	1,6	3,0	0	3,0×2	164	164	∅164 ^{+1,5} _{-3,0}

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

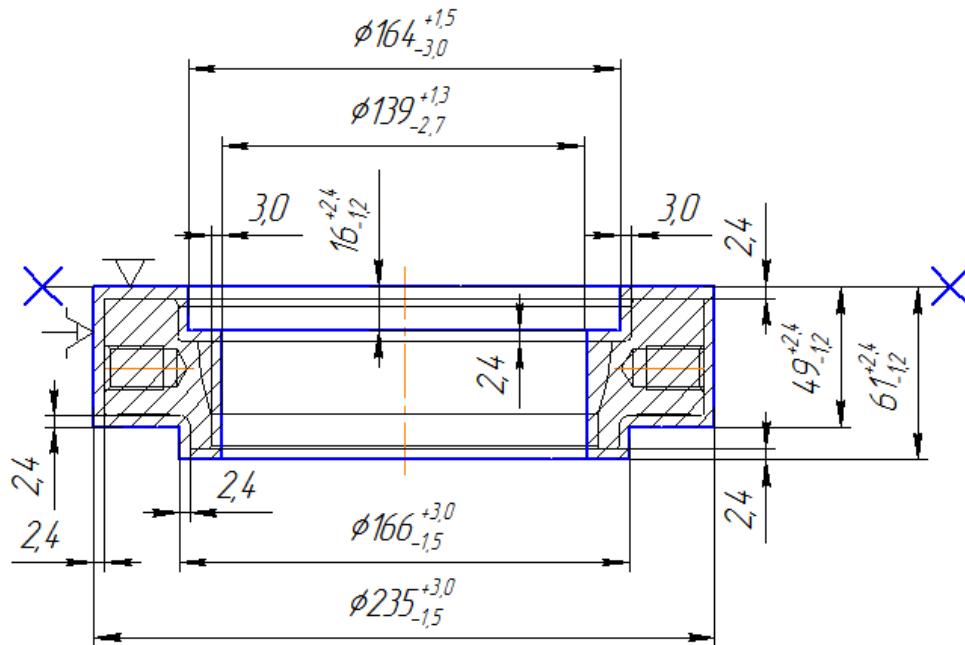


Рисунок 5.1 – Ескіз заготовки отриманої методом штампування на КГШМ

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

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

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

$K_n = 1,0$ – коефіцієнт, що залежить від об'єму виробництва заготовки; [2, с.38, табл.2.13];

$Q = 10,8$ – маса заготовки, кг;

$q = 6,3$ – маса деталі, кг.

Отже, собівартість заготовки буде становити:

$$S_{заг} = \left(\frac{55000}{1000} \cdot 10,8 \cdot 1,0 \cdot 0,9 \cdot 0,8 \cdot 1,79 \cdot 1,0 \right) - (10,8 - 6,3) \cdot \frac{8250}{1000} = 728,55 \text{ грн}$$

Коефіцієнт використання матеріалу визначаємо за формулою:

$$K_{ам} = \frac{q}{Q}, \quad (5.8)$$

Підставляємо значення:

$$K_{ам} = \frac{6,3}{10,8} = 0,58$$

Розглянемо другий варіант отримання заготовки це заготовка одержана методом кування. В даному випадку використовуються пароповітряні молоти подвійної дії.

Коротка характеристика:

Куванням отримують поковки простої форми масою до 250 т. З великими напусками. Напуски зменшують спеціальними інструментами. Припуски та допуски на поковки, виготовлені на молотах від 5_{-2}^{+1} мм до 34_{-10}^{+10} мм. Для необроблених ділянок граничні відхилення знижують на 25-50%.

Для даної поковки використовують ГОСТ 9752-75.

Ескіз заготовки методом кування представлений на рисунку 5.2.

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

$$V_{заг} = V_1 - V_2, \text{ мм}^3 \quad (5.9)$$

									Арк.
									25
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

ТМ 17090008-00 ПЗ

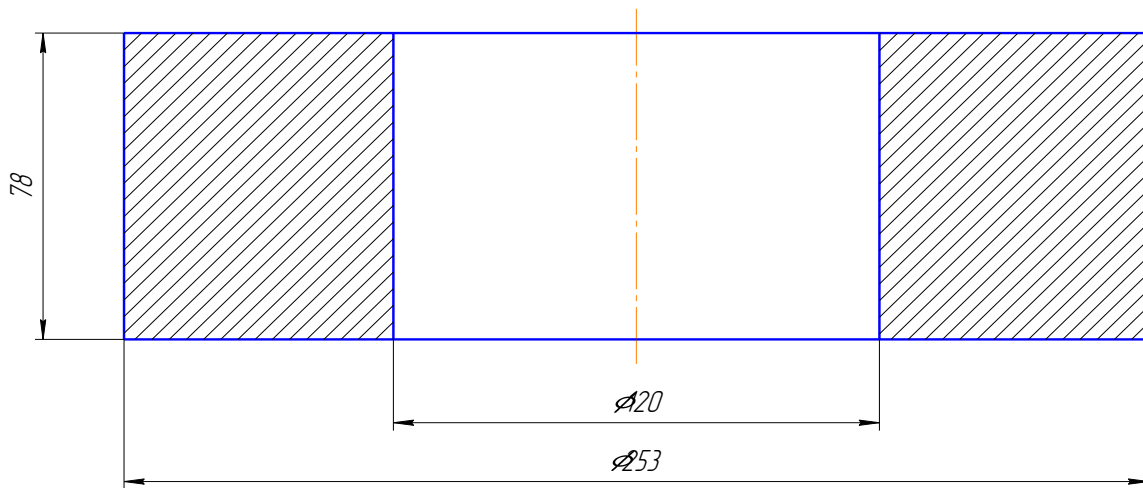


Рисунок 5.2 – Ескіз заготовки отриманої методом кування.

Визначаємо об'єм першої простої фігури за формулою:

$$V_1 = \frac{\pi D_1^2}{4} \cdot l_1, \text{ мм}^3 \quad (5.10)$$

$$V_1 = \frac{3,14 \cdot 253^2}{4} \cdot 78 = 3919271,1 \text{ мм}^3$$

Визначаємо об'єм другої простої фігури за формулою:

$$V_2 = \frac{\pi D_2^2}{4} \cdot l_2, \text{ мм}^3 \quad (5.11)$$

$$V_2 = \frac{3,14 \cdot 120^2}{4} \cdot 78 = 881712 \text{ мм}^3$$

Підставляємо значення:

$$V_{\text{заг}} = 3919271,1 - 881712 = 3037559,1 \text{ мм}^3$$

Отже, маса заготовки отриманої методом кування становить:

$$m_3 = 3037559,1 \cdot 7,9 \cdot 10^{-6} = 24 \text{ кг}$$

Визначаємо собівартість заготовки за формулою 5.7:

$$S_{\text{заг}} = \left(\frac{C_i}{1000} \cdot Q \cdot K_m \cdot K_c \cdot K_e \cdot K_m \cdot K_n \right) - (Q - q) \cdot \frac{S_{\text{відх}}}{1000}, \text{ грн}$$

									Арк.
									26
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

6 Аналіз існуючого чи типового технологічного процесу

6.1 Розрахунок припусків на механічну обробку

Розрахунок припусків проводимо для найточнішої поверхні деталі – внутрішньої циліндричної Ø145H7 з шорсткістю Ra 1,6 мкм.

Вихідні данні:

Кількість стадій обробки поверхні включно з заготівельною – 4:

- чорнове розточування;
- напівчистове розточування;
- чистове розточування.

Вибір елементів припусків по переходам.

Визначаємо висоту мікронерівностей Rz та глибину дефектного шару T:

а) для заготовки Rz = 200; T = 250 мкм, по табл.4.3, с.63, [2];

б) для переходів по табл.4.5, с.64, [1]:

- чорнове розточування Rz = 50; T = 50 мкм;
- напівчистове розточування Rz = 35; T = 35 мкм;
- чистове розточування Rz = 20; T = 25 мкм.

Сумарне відхилення розташування штампування визначаємо за формулою:

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

де $\rho_{зм}$ – величина відхилення розташування, мкм; $\rho_{зм} = 1000$ мкм;

$\rho_{кор}$ – величина відхилення розташування заготовки в 3-х кулачковому патроні, мкм; $\rho_{кор} = 500$ мкм.

$$\rho = \sqrt{1000^2 + 500^2} = 1118 \text{ мкм}$$

Визначаємо величину просторових відхилення розміщення для інших переходів за формулою:

$$\rho_{заг} = k_y \cdot \rho_z, \text{ мкм} \quad (6.2)$$

де k_y – коефіцієнт уточнення форми, залежить від виду обробки [1], с.73.

									Арк.
									28
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

- для чорнового розточування $k_y = 0,06$

- для напівчистового розточування $k_y = 0,05$

- для чистового розточування $k_y = 0,04$

Розраховуємо ρ для кожного переходу:

$$\rho_{\text{чор}} = 0,06 \cdot 1118 = 67 \text{ мкм}$$

$$\rho_{\text{напівчис}} = 0,05 \cdot 1118 = 56 \text{ мкм}$$

$$\rho_{\text{чис}} = 0,04 \cdot 1118 = 45 \text{ мкм}$$

Похибка установки на всіх стадіях обробки складе $E_y = 100 \text{ мкм}$ [9] табл. 4.11 с. 77, (похибка установки буде дорівнювати похибці закріплення в пристосуванні – 3-х кулачковому самоцентрувальному патроні).

Отримані вихідні дані вводимо в програму на ЕОМ, яка проводить розрахунок припусків і операційних розмірів (див. таблиця 6.1). На основі цієї таблиці будуємо схему розташування припусків та допусків (рисунок 6.1), яку також розміщуємо і на кресленні заготовки.

Таблиця 6.1 – Результати підрахунку на ЕОМ припусків та міжопераційних розмірів на $\varnothing 145^{+0,04} \text{ Н7}$

Расчетные значения		Принятые значения, мм								
припуск, мкм		расчетный размер, мм	расчетный размер	номинальный размер с предельными отклонениями	предельный размер		припуск, мкм			
мини	расч.				мини-мальный	макси-мальный	миним	расч.	макс.	
-	-	135.938	135.9	138.6	+1.300	135.9	139.9	-	-	-
					-2.700					
3262	7262	143.25	143.2	143.7	+0.500	143.2	144.2	3300	7300	8300
					-0.500					
409	1409	144.659	144.659	144.659	+0.063	144.659	144.722	459	1459	1522
					0					
278	341	145	145	145	+0.040	145	145.04	278	341	381
					0					

										Арк.
										29
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

ТМ 17090008-00 ПЗ

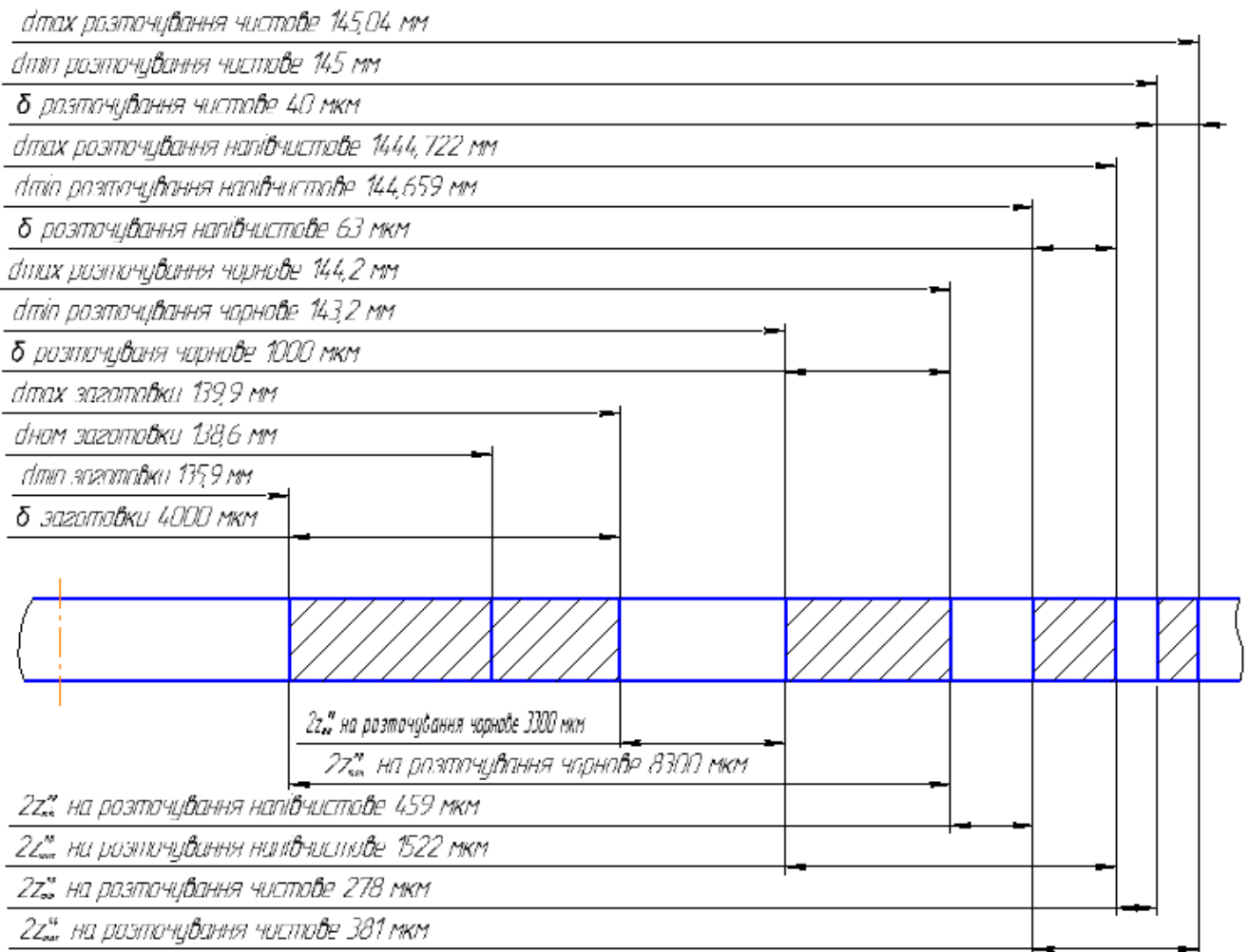


Рисунок 6.1 – Схема розташування припусків та допусків на $\varnothing 145^{+0.04}H7$

6.2 Аналіз та обґрунтування схеми базування і закріплення заготовки

Розглянемо заводський аналог технологічного процесу виготовлення деталі «корпус».

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	Заготівельна		КГШП
010	Термічна	Закалювання при 1070°C, витримка 60хв, охолодження в воді	Термічна піч

Продовження таблиці 6.2

1	2	3	4
015	Токарна з ЧПК	Чорнове точіння	Токарний верстат з ЧПК моделі 16К30Ф3
020	Токарна з ЧПК	Напівчистове точіння	Токарний верстат з ЧПК моделі 1П756ДФ3
025	Свердлильна з ЧПК	Свердління та цекування 4-х отворів Ø11мм	Спеціалізований координатно-свердлильний верстат з ЧПК моделі ОС1000
030	Слюсарно-складальна	Зтянути два корпусу гвинтами, для подальшої спільної обробки	Верстак слюсарний
035	Багатоцільова з ЧПК	Фрезерування лисок, свердління отворів, зенкування фасок, нарізання різі	Багатоінструментальний свердлильно-фрезерно-розточувальний верстат моделі ІР500МФ4
040	Свердлильна з ЧПК	Свердління 2-х отворів Ø16 мм та 8-ми отворів Ø18 мм	Спеціалізований координатно-свердлильний верстат з ЧПК моделі ОС1000
045	Токарна з ЧПК	Чистове точіння	Токарний верстат з ЧПК моделі 1П756ДФ3
050	Токарна з ЧПК	Чистове точіння	Токарний верстат з ЧПК моделі 1П756ДФ3
055	Слюсарно-складальна	Розібрати корпусу	Верстак слюсарний
060	Свердлильна з ЧПК	Зенкування фасок	Спеціалізований координатно-свердлильний верстат з ЧПК моделі ОС1000
065	Вертикально-фрезерна	Фрезерування паза	Вертикально-фрезерний верстат моделі 6Р13
070	Промивальна		Ванна
075	Маркувальна		
080	Технічний контроль		Стіл ВТК

Операція 035 багатоцільова з ЧПК.

На даній операції на багатоінструментальному свердлильно-фрезерно-розточувальному верстаті моделі IP500МФ4 виконується обробка поверхонь в наступній послідовності згідно з рисунком 6.2:

- 1 установити, закріпити та зняти заготовку;
- 2 фрезерувати 4 лиски, витримуючи розмір $225_{-1,15}$ мм;
- 3 свердлити 4 отвори $\varnothing 14^{+0,43}$ мм на глибину 31 мм;
- 4 зенкувати 4 фаски $1 \times 45^\circ$;
- 5 нарізати різь М16-7Н в 4-х отворах (чорнове нарізання);
- 6 нарізати різь М16-7Н в 4-х отворах (чистове нарізання).

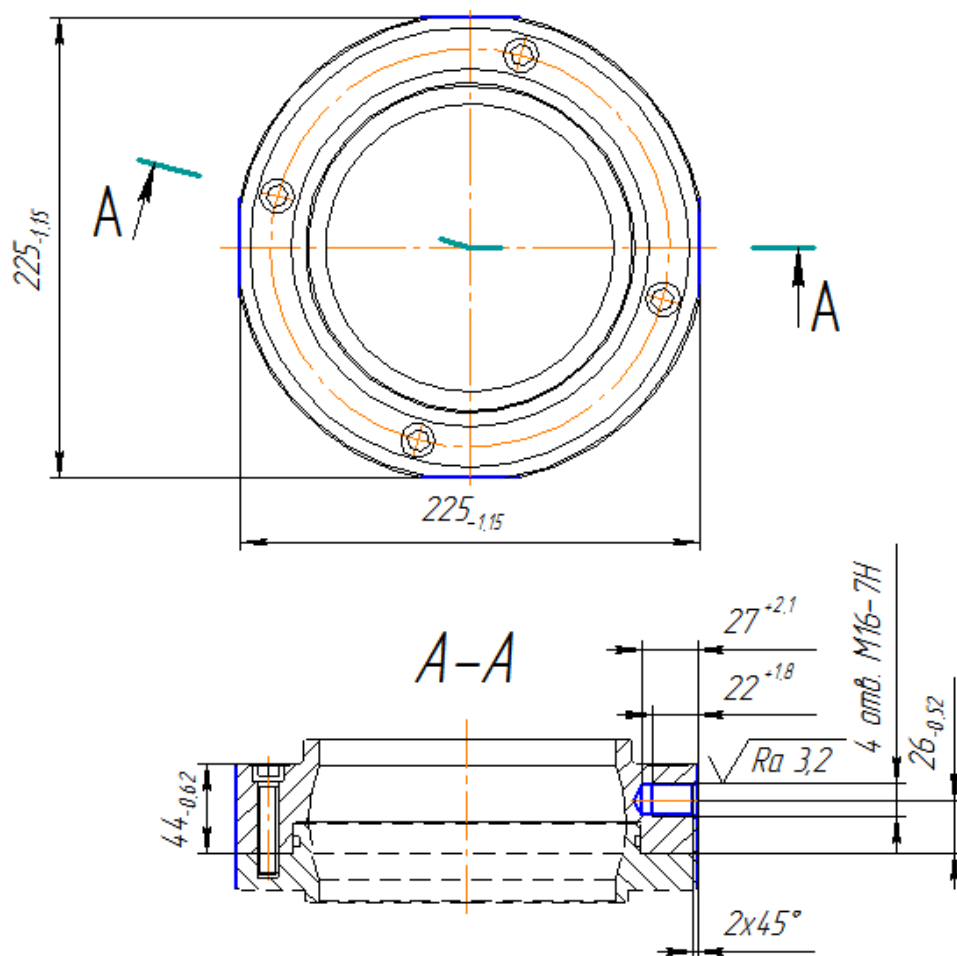


Рисунок 6.2 – Ескіз обробки заготовки на операції 035

Вибір схем базування і закріплення заготовки істотно впливає не тільки на точність і якість оброблюваних поверхонь, але і на подальше обґрунтування вибору верстатного устаткування, засобів технічного оснащення. Обрана схема

										Арк.
										32
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ТМ 17090008-00 ПЗ					

базування повинна забезпечувати як принцип постійності, так і принцип суміщення технологічної, конструкторської і вимірювальної баз, забезпечувати можливість простого і зручного закріплення заготовки та багатоінструментальної обробки поверхонь.

Для досліджуваної операції, в базовому технологічному процесі заготовка встановлюється в чотирьохкулачковий патрон (рисунок 6.3). При цьому виникає подвійна опорна база по зовнішньому діаметру (позбавляє двох ступенів вільності) і установча база по торцю заготовки (позбавляє три ступені вільності). Таким чином, заготовка позбавляється п'яти ступенів вільності.

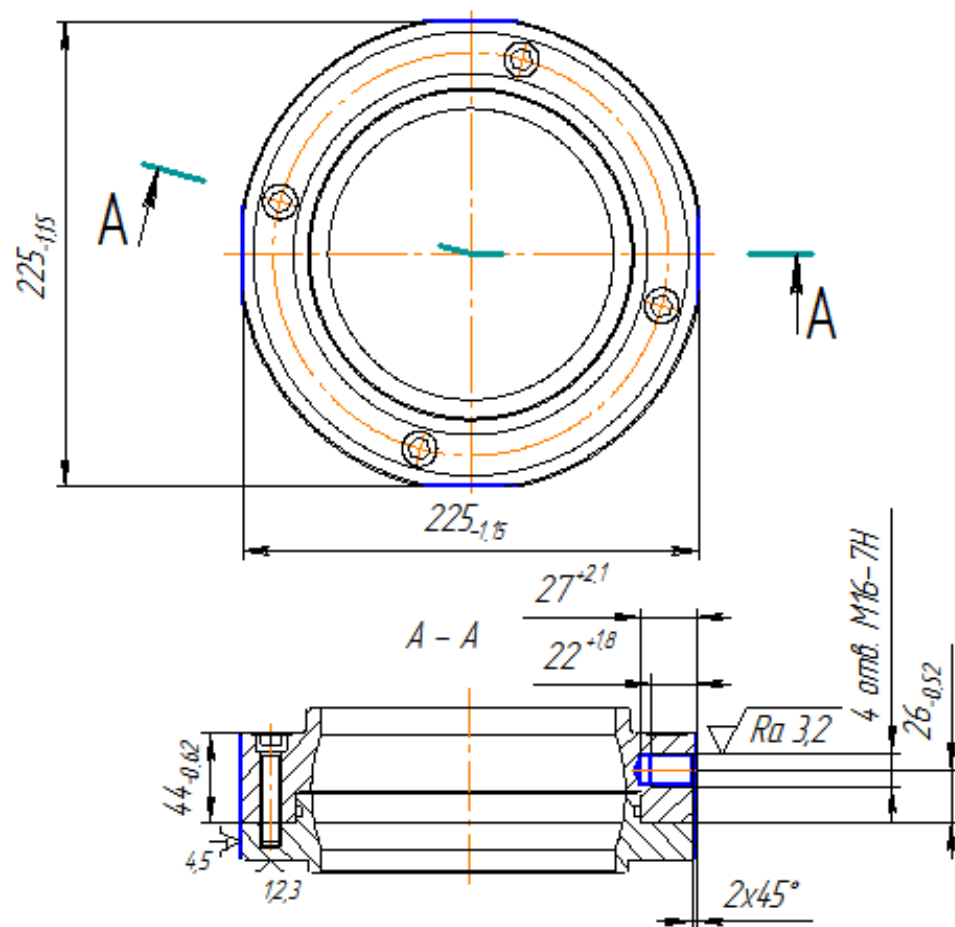


Рисунок 6.3 – Схема закріплення в чотирьохкулачковому патроні

Похибка базування для оброблюваних поверхонь буде відсутня, так як дотримується принцип суміщення баз. Але для розміру 26 мм похибка буде. Для того щоб не було браку необхідно, щоб допуск на розмір 26 мм не перевищував допуск обчисленого розміру 18 мм. Але буде мати місце похибка розташування

										Арк.
										33
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ТМ 17090008-00 ПЗ					

заготовки щодо осі обертання, яка не повинна бути більше відповідного допуску. Дана похибка залежить від точності установки заготовки і точності прив'язки інструменту, а так же точності позиціонування верстата.

Саме пристосування є простим і універсальним і, крім того, воно просте в застосуванні.

На даній операції можна застосувати ще одну схему базування. Заготовку встановлюють на плиту та на коротку циліндричну оправку по внутрішньому діаметру (рисунок 6.4). Крім цього можна використовувати пристосування, яке притисне заготовку пневматичним притиском. При такій схемі базування заготовка позбудеться п'яти ступенів вільності. При цьому виникає установча база (позбавляє три ступені вільності) і подвійна опорна база (позбавляє двох ступенів вільності).

При такій схемі базування ми зможемо більш точно обробити різьбові отвори, які виконують відповідальну функцію при установці корпусу в складальний вузол.

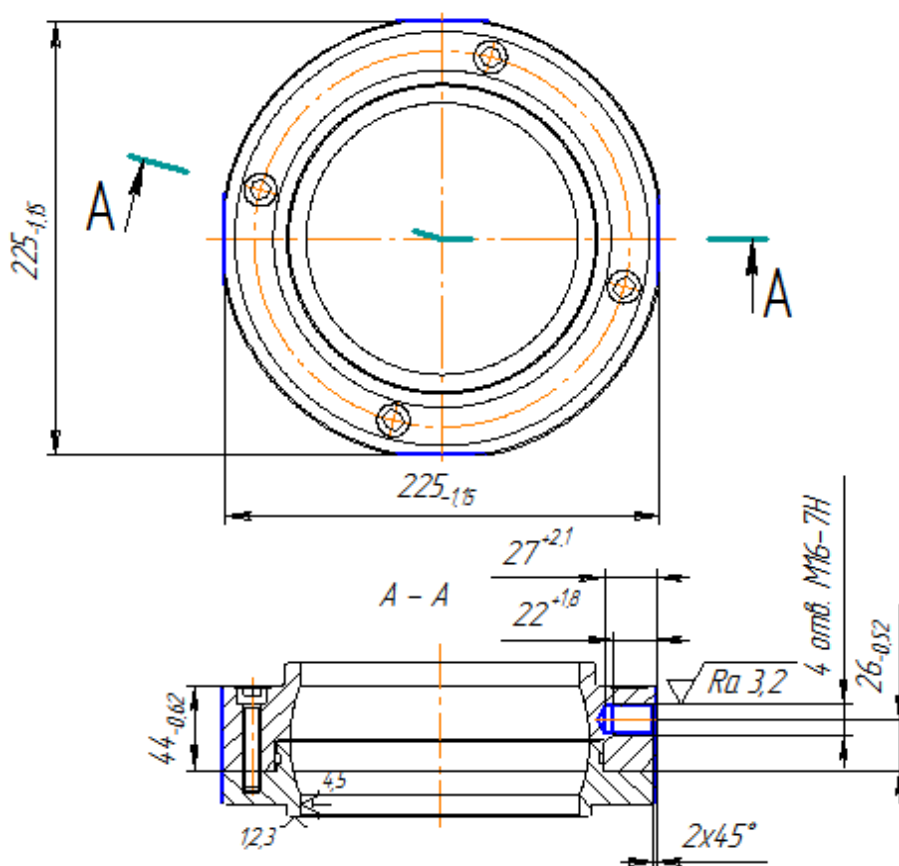


Рисунок 6.4 – Схема закріплення на плиті і на короткій циліндричній оправці

									Арк.
									34
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ТМ 17090008-00 ПЗ				

Застосування даного пристосування передбачає додаткові витрати. Також дане пристосування можна буде застосовуватися тільки для однієї операції. Але похибка базування (як і в трьохкулачковому патроні) буде відсутня.

За умови, що обидва пристрої не створюють похибки базування при отриманні необхідних розмірів, то використання пристосування буде залежати від простоти та його собівартості.

За умови дрібносерійного виробництва економічно вигідніше було б використовувати пристосування з короткою циліндричною оправкою. Другий варіант закріплення заготовки більш продуктивний, так як пристосування на пневматичній основі. Крім того воно просте по конструкції і застосуванню.

Звичайно, можна використовувати і пневмопатрон. Але при цьому обидва пристосування будуть однаково складними.

З огляду на вищевикладені висновки, приймаємо схему закріплення в пристосуванні з короткою циліндричною оправкою.

Операція 040 свердлильна з ЧПК.

На даній операції на спеціалізованому координатно-свердлильному верстаті з ЧПК моделі ОС1000 виконується обробка поверхонь в наступній послідовності згідно з рисунком 6.5:

- 1 установити, закріпити та зняти заготовку;
- 2 центрувати 10 отворів на глибину 5 мм;
- 3 свердлити 2 отвори $\varnothing 16^{+0,43}$ мм;
- 4 свердлити 8 отворів $\varnothing 18^{+0,43}$ мм.

Для досліджуваної операції, в базовому технологічному процесі заготовка встановлюється в трьохкулачковий патрон по аналогії рисунка 6.3. При такому базуванні заготовка також позбавляється 5 ступенів вільності: подвійна опорна база по зовнішньому діаметру (позбавляє двох ступенів вільності) і установча база по торцю заготовки (позбавляє три ступені вільності).

									Арк.
									35
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

ТМ 17090008-00 ПЗ

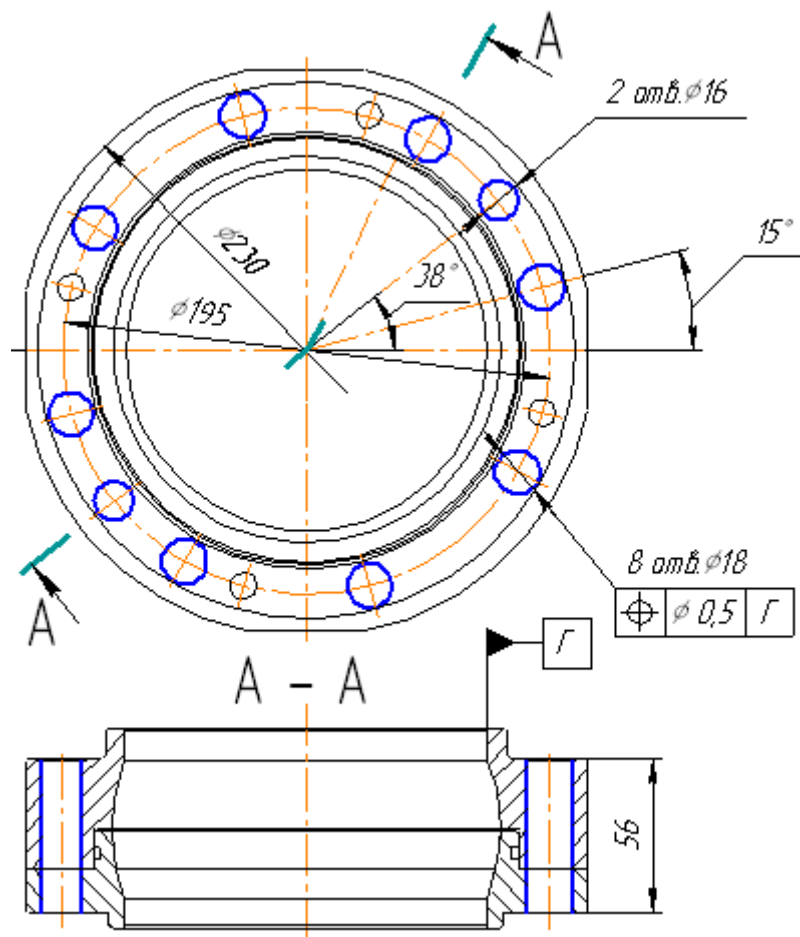


Рисунок 6.5 – Ескіз обробки заготовки на операції 040

Як другий варіант на даній операції можна застосувати наступну схему базування (рисунок 6.6), обробляючи заготовку на координатно-розточувальному верстаті з ЧПК. Заготовку встановлюємо на плиту і на коротку циліндричну оправку по внутрішньому діаметру. Верхній торець заготовки притискається пневматичним притиском. За однією з лисок встановлюється упор. При такій схемі базування заготівка позбувається 6-ти ступенів вільності. Утворюється установча база (позбавляє 3-х ступенів вільності), подвійна опорна база (позбавляє 3-х ступенів вільності) та опорна (позбавляє 1 ступінь вільності). Похибка базування для оброблених поверхонь буде відсутня.

Але буде мати місце похибка розташування отворів щодо осі обертання деталі. Ця похибка регламентується позиційним допуском, який вказаний на кресленні. Дана похибка залежить від точності позиціонування системи ЧПК верстата. Розмірна точність оброблених отворів забезпечується ріжучим інструментом.

									Арк.
									36
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

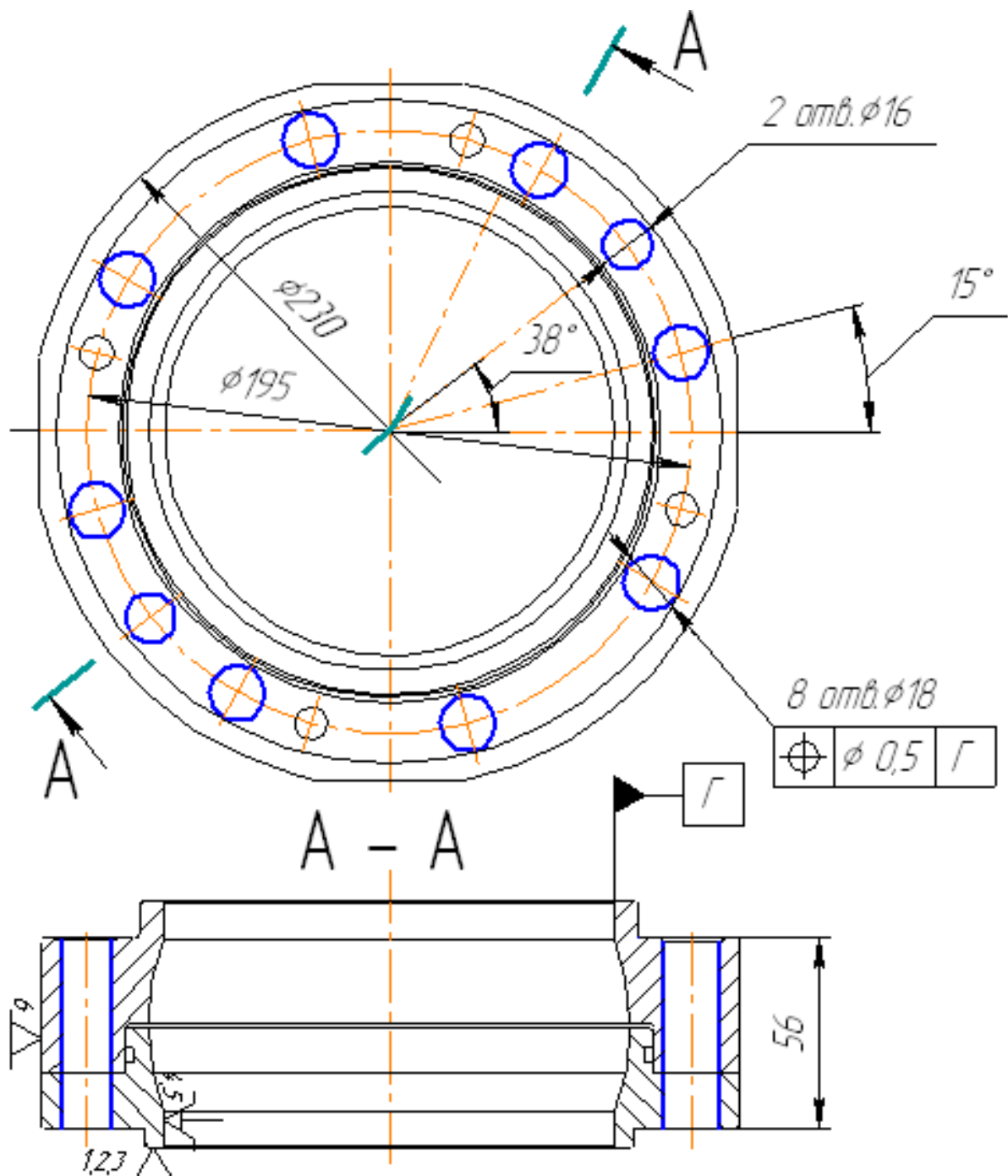


Рисунок 6.6 – Схема закріплення в пневматичному пристосуванні з короткою циліндричною оправкою та упором

Дане пристосування має просту структуру і на відміну від базового пристосування (трюхкулачковим патрона) позбавляє заготовку всіх шести ступенів свободи. Крім того, дане пристосування просте у використанні і більш продуктивне (ніж базове).

З огляду на вищевикладені докази, приймаємо схему закріплення в пневматичному пристосуванні з короткою циліндричною оправкою та упором.

									Арк.
									37
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ТМ 17090008-00 ПЗ				

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 035 можна застосувати кілька видів верстатів (фрезерної і свердлильної групи). Для підвищення продуктивності використовуємо багатоцільовий верстат моделі IP500МФ4. Даний верстат відноситься до типу свердлильно-фрезерно-розточувальних верстатів (або багатоцільових).

Необхідні характеристики:

- потужність головного електродвигуна: 14 кВт;
- розміри столу: 500×500;
- частота обертання шпинделя: 21,2-3000 об/хв;
- робочі подачі: 1-2000 мм/хв;
- коефіцієнт корисної дії (ККД) 0,9;
- місткість магазину інструментів 30 штук.

На операції 040 застосовуємо координатно-розточний верстат з ЧПК ОС1000.

Необхідні характеристики:

- межі робочих подач 1-2000мм/хв;
- подача прискореного ходу до 6000 мм/хв;
- межі частот обертання шпинделя - 12,5-1800 об/хв;
- потужність головного двигуна 11кВт;
- коефіцієнт корисної дії (ККД) - 0,9.

									Арк.
									38
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

ТМ 17090008-00 ПЗ

6.4 Обґрунтування вибору верстатних пристроїв, металорізального та вимірювального інструментів

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

Для операції 035 та 040 використовуємо пневматичне пристосування з короткою циліндричною оправкою.

При виборі різальних інструментів, їх типорозмірів та марки інструментального матеріалу враховуємо:

- методи обробки поверхонь;
- етапи обробки (чорнові, чистові та інші);
- використання змащувально-охолоджувальних рідин та їх вид;
- габарити верстатів;
- матеріал заготовки та її стан.

Спочатку обирають матеріал різальної частини. Вибираючи різальний інструмент, орієнтуємося на універсальні та стандартизовані інструменти.

На операції 035 використовуємо наступні ріжучі інструменти:

- торцева насадна фреза зі вставними ножами, оснащеними пластинами з твердого сплаву 2214-0001 ГОСТ 24359-80 $\varnothing 100$ мм, кількість зубів $z = 8$, діаметр під посадку 32H7 мм [4, табл. 95, с.188]. Матеріал пластин приймаємо Т5К10. Оправка для насадних торцевих фрез з поздовжньою шпонкою 191432083 [5, табл. 23, с.262].

- свердло спіральне з конічним хвостовиком ГОСТ 2092-77 [4, табл. 42, с.148], $d = 14$ мм. Даний інструмент застосовуємо для обробки глухих отворів для підготовки нарізування різі М16-7Н. Кодування 035-2301-1042 згідно [5, табл. 62, с.209]. Патрон цанговий з діапазоном затиску 3-25 мм 191113050 згідно [5, табл. 26, с.263]. Матеріал ріжучої частини швидкоріжуча сталь Р6М5. Обробка здійснюється з подачею МОР.

- зенківка конічна з конічним хвостовиком 2353-0135 ГОСТ 14953-80 [5, табл. 69, с.216]. $d = 24,8$ мм, конус Морзе 2. Матеріал ріжучої частини

									Арк.
									39
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ТМ 17090008-00 ПЗ				

швидкоріжуча сталь Р6М5. Втулка перехідна для інструменту з конусом Морзе з лапкою 191831072, згідно [5, табл. 27, с. 264]

- комплект машинних мітчиків для нарізання точної різьблення з двох штук [5, табл. 79, с. 222]:

1 Мітчик машинний 035-2620-0546 (з забірної частиною 12 мм,);

2 Мітчик машинний 035-2620-0548 (з забірної частиною 4 мм), згідно [5, табл. 79, с.222]. Хвостовик інструменту 5-50 ГОСТ 24644-81.

В іншому мітчики однакові. Мітчики виготовляються цільними. Ріжуча частина із загартованої сталі.

При обробці на операції 040 використовуємо наступні ріжучі інструменти та оснащення:

- центрувальне свердло Ø10 ГОСТ 14952-75 (виконання 2) 2317-0011. Патрон цанговий з діапазоном затиску 3-25 мм 191113050. Матеріал ріжучої частини швидкоріжуча сталь Р6М5. Обробка здійснюється з подачею МОР.

- свердло спіральне Ø16 ГОСТ 2092-77 нормальної точності 2301-0424. Патрон цанговий з діапазоном затиску 3-25 мм 191113050. Матеріал ріжучої частини швидкоріжуча сталь Р6М5. Обробка здійснюється з подачею МОР.

- свердло спіральне Ø18 ГОСТ 2092-77 нормальної точності 2301-0431. Патрон цанговий з діапазоном затиску 3-25 мм 191113050 згідно [5, табл. 26, с. 263]. Матеріал ріжучої частини швидкоріжуча сталь Р6М5. Обробка здійснюється з подачею МОР.

При виборі контрольно-вимірювальних інструментів враховуємо:

- точність вимірювання;
- трудомісткість вимірювання;
- тип виробництва.

Для контролю оброблених поверхонь на операції 035 використовуємо такі інструменти:

- калібр-пробка різьбова двостороння 8221-3068 7Н ГОСТ 17758-72. Використовується для контролю різьбових отворів М16-7Н;

- штангенциркуль ШЦ-II-250-0,0 5 ГОСТ 166-89. Використовується для

									Арк.
									40
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

ТМ 17090008-00 ПЗ

$T = 180$ хв – період стійкості інструмента [4, табл.40, с.290];

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

$$K_v = K_{m_v} \cdot K_{n_v} \cdot K_{и_v}, \quad (6.5)$$

де $K_{n_v} = 1,0$ – коефіцієнт, що враховує стан поверхні заготовки, [4, табл.5, с.263];

$K_{и_v} = 1,0$ – коефіцієнт, що враховує матеріал інструменту, [3, табл.6, с.263];

K_{m_v} – коефіцієнт, що враховує якість оброблюваного матеріалу [3, с.260, табл.1]. Розраховуємо за формулою:

$$K_{m_v} = K_r \left(\frac{750}{\sigma_a} \right)^{n_v}, \quad (6.6)$$

де $K_r = 0,8$ – коефіцієнт, що характеризує групу сталі по оброблюваності, [4, табл.2, с.262];

$n_v = 1$ – показник степені [4, табл.2, с.262];

σ_a – межа витривалості оброблюваного матеріалу. Для сталі 0,8Х17Н5М3 $\sigma_a = 750$ МПа.

Підставляємо значення:

$$K_{m_v} = 0,8 \left(\frac{750}{750} \right)^1 = 0,8$$

Тоді, значення поправочного коефіцієнта на швидкість різання становить:

$$K_v = 0,8 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 0,8$$

Отже, швидкість різання становить:

$$V = \frac{332 \cdot 100^{0,2}}{180^{0,2} \cdot 2,5^{0,1} \cdot 0,15^{0,4} \cdot 62^{0,2} \cdot 8^0} \cdot 0,8 = 199,84 \text{ м/хв}$$

									Арк.
									42
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

ТМ 17090008-00 ПЗ

Визначаємо частоту обертання шпинделя за формулою:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\Pi \cdot D}, \text{ об/хв} \quad (6.7)$$

$$n = \frac{1000 \cdot 199,84}{3,14 \cdot 100} = 636,43 \text{ об/хв}$$

Оскільки дана операція виконується на верстаті з ЧПК, то приймаємо фактичне значення, найближче більше ціле число, тобто:

$$n_d = 637 \text{ об/хв}$$

Фактичну швидкість різання визначаємо за формулою:

$$V_\phi = \frac{\Pi \cdot D \cdot n_d}{1000}, \text{ м/хв} \quad (6.8)$$

Підставляємо значення:

$$V_\phi = \frac{3,14 \cdot 100 \cdot 636}{1000} = 199,7 \text{ м/хв}$$

Визначаємо силу різання за формулою:

$$P_Z = \frac{10 \cdot C_P \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot z}{D^q \cdot n^w} \cdot K_{mp}, \text{ Н} \quad (6.9)$$

де C_P, x, y, u, q, w – коефіцієнт та показники степеня [4, табл.39, с.286]:

$$C_P = 825; x = 1,0; y = 0,75; u = 1,1; q = 1,3; w = 0,2.$$

K_{mp} – коефіцієнт, що враховує якість оброблюваного матеріалу [4, с.264, табл. 9]. Даний коефіцієнт знаходиться за формулою:

$$K_{mp} = \left(\frac{\sigma_s}{750} \right)^n, \quad (6.10)$$

де $n = 0,3$ – показник степеня [4, табл.9, с.264].

									Арк.
									43
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

Тоді, значення коефіцієнта становить:

$$K_{mp} = \left(\frac{750}{750} \right)^{0,3} = 1$$

Отже, сила різання становить:

$$P_z = \frac{10 \cdot 825 \cdot 2,5^1 \cdot 0,15^{0,75} \cdot 62^{1,1} \cdot 8}{100^{1,3} \cdot 636^{0,2}} \cdot 1 = 2559,99 \text{ Н}$$

Крутний момент визначаємо за формулою:

$$M_{кр} = \frac{P_z \cdot D}{2 \cdot 100}, \text{ Н} \cdot \text{мм} \quad (6.11)$$

Підставляємо значення:

$$M_{кр} = \frac{2559,99 \cdot 100}{2 \cdot 100} = 1280 \text{ Н} \cdot \text{мм}$$

Визначаємо потужність різання:

$$N_{різ} = \frac{P_z \cdot V_\phi}{1020 \cdot 60}, \text{ кВт} \quad (6.12)$$

Підставляємо значення:

$$N_{різ} = \frac{2559,99 \cdot 199,7}{1020 \cdot 60} = 8,04 \text{ кВт}$$

Щоб процес різання виконувався на верстаті, необхідно забезпечити виконання умови:

$$N_{різ} \leq N_{ун}, \text{ кВт}$$

де $N_{ун}$ – потужність на шпинделі верстата кВт, визначається за формулою:

$$N_{ун} = N_d \cdot \eta, \text{ кВт} \quad (6.13)$$

де $N_o = 14$ – потужність двигуна, кВт;

					ТМ 17090008-00 ПЗ	Арк.
						44
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$\eta = 0,9$ – коефіцієнт корисної дії.

Підставляємо значення:

$$N_{um} = 14 \cdot 0,9 = 12,6 \text{ кВт}$$

$$8,04 \text{ кВт} < 12,6 \text{ кВт}$$

Умова різання виконується, тобто обробка можлива.

Визначаємо основний час обробки за формулою:

$$T_o = \frac{\Delta + Y + B}{n_\phi \cdot S_o} \cdot i, \text{ хв} \quad (6.14)$$

де Δ – величина врізання фрези;

y – величина перебігу фрези, величину врізання та перебігу приймаємо в сумі 5 мм;

i – кількість проходів інструмента, обробка лисок виконується за 1 прохід, але так як всього лисок 4, то $i = 4$.

Отже, основний час на переході становить:

$$T_o = \frac{5 + 47,5}{636 \cdot 1,2} \cdot 4 = 0,28 \text{ хв}$$

Розрахунок режимів різання табличним методом будемо проводити для обробки різьбових отворів.

Для обробки різьбових отворів необхідно виконати свердління, зенкування фасок і безпосередньо саме нарізування різі, яке буде проводитися двома мітчиками для досягнення необхідної точності.

Визначимо значення поправочних коефіцієнтів:

$K_{v_M} = K_{s_M} = K_{p_M} = K_{N_M} = 1,04$ [6, к.53, Л.1, с.143], де $K_{v_M}; K_{s_M}; K_{p_M}; K_{N_M}; K_{M_M}$ – поправочні коефіцієнти на швидкість, подачу, осьову силу, потужність і крутний момент для змінених умов роботи в залежності від механічних властивостей оброблюваного матеріалу відповідно.

$K_{v_{ж}} = 1$ – коефіцієнт, що враховує застосування МОР, [6, к.53, Л.3, с.145].

									Арк.
									45
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

ТМ 17090008-00 ПЗ

$Kv_w = 1$ – коефіцієнт, що враховує стан поверхні заготовки, [6, к.53, Л.3, с. 145]

$Kv_{II} = 1$ – коефіцієнт, що враховує інструментальний матеріал, [6, к.53, Л.4, с.146].

$Kv_3 = 1$ – коефіцієнт, що враховує форму заточування інструменту, [6, к.53, Л.4, с.146].

$Kv_l = 0,8$ – коефіцієнт, що враховує довжину робочої частини свердла, [6, к.53, Л.4, с.146].

$Kv_{II} = 1$ – коефіцієнт, що враховує зміну умов роботи залежно від покриття інструментального матеріалу, [6, к.53, Л.5, с.147].

$Kv_T = 1$ – коефіцієнт, що враховує зміну умов роботи в залежності від ставлення фактичного періоду стійкості до нормативного, [6, к.53, Л.6, с.148].

$Kv_K = 1$ – коефіцієнт, що враховує ступінь точності різі, [6, к.53, Л.7, с. 149].

Режими різання для свердління: $S_{от} = 0,39$ мм/об; $V_T = 19,4$ м/хв; $P_T = 6124$ Н; $N_T = 1,64$ кВт [6, к.46, с. 129].

Табличні параметри з урахуванням поправочних коефіцієнтів зміняться наступним чином [6, к.52, с. 142]:

- подача:

$$S = S_{от} \cdot Ks_M, \text{ мм/об} \quad (6.15)$$

$$S = 0,39 \cdot 1,04 = 0,4 \text{ мм/об}$$

- швидкість різання:

$$V = V_T \cdot Kv_M \cdot Kv_3 \cdot Kv_{ж} \cdot Kv_T \cdot Kv_{II} \cdot Kv_{II} \cdot Kv_l \cdot Kv_w, \text{ м/хв} \quad (6.16)$$

$$V = 19,4 \cdot 1,04 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,8 \cdot 1 = 16,14 \text{ м/хв}$$

- потужність різання:

$$N = N_T / K_{N_M}, \text{ кВт} \quad (6.17)$$

$$N = 1,64 / 1,04 = 1,58 \text{ кВт}$$

- сила різання:

$$P = P_T / Kp_M, \text{ Н} \quad (6.18)$$

									Арк.
									46
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

$$P = 6124/1,04 = 5888 \text{ Н}$$

Визначаємо число обертів шпинделя, за формулою 6.7:

$$n = \frac{1000 \cdot 16,14}{3,14 \cdot 14} = 367,15 \text{ об/хв}$$

Приймаємо фактичне значення $n_{\phi} = 367$ об/хв оскільки верстат з ЧПК.

Зі зміною частоти обертання шпинделя змінилася і швидкість різання, розраховуємо її за формулою 6.8:

$$V_{\phi} = \frac{3,14 \cdot 14 \cdot 367}{1000} = 16,13 \text{ м/хв}$$

Щоб виконувався процес різання на верстаті необхідно забезпечити виконання умови:

$$N_{\text{різ}} \leq N_{\text{ун}}, \text{ кВт}$$

$$1,58 \text{ кВт} < 12,6 \text{ кВт}$$

Отже, умова виконується.

Основний час визначаємо за формулою:

$$T_o = \frac{\Delta + y + l}{n_{\phi} \cdot S_o} \cdot i, \text{ хв} \quad (6.19)$$

де Δ – величина врізання свердла;

y – величина перебігу свердла, величину врізання та перебігу приймаємо в сумі 3 мм;

$l = 31$ мм – довжина робочого ходу свердла, яка рівна глибині отвору.

Отже, основний час на свердління 4-х отворів становить:

$$T_o = \frac{3 + 31}{367 \cdot 0,39} \cdot 4 = 0,948 \text{ хв}$$

Режими різання для зенкерування: $S_{om} = 0,08$ мм/об; $V_T = 17,8$ м/хв; $P_m = 54$ Н;
 $N_m = 0,32$ кВт [6, к.51, с. 139].

									Арк.
									47
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ТМ 17090008-00 ПЗ				

Табличні параметри з урахуванням поправочних коефіцієнтів зміняться наступним чином [6, к.52, с. 142]:

- подача визначається за формулою 5.12:

$$S = 0,08 \cdot 1,04 = 0,08 \text{ мм/об}$$

- швидкість різання:

$$V = V_T \cdot K_{V_M} \cdot K_{V_3} \cdot K_{V_{Ж}} \cdot K_{V_T} \cdot K_{V_{II}} \cdot K_{V_{II}} \cdot K_{V_W}, \text{ м/хв} \quad (6.20)$$

$$V = 17,8 \cdot 1,04 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 18,51 \text{ м/хв}$$

- потужність різання визначається за формулою 6.17:

$$N = 0,32/1,04 = 0,31 \text{ кВт}$$

- сила різання визначається за формулою 6.18:

$$P = 54/1,04 = 52 \text{ Н}$$

Визначаємо число обертів шпинделя, за формулою 6.7:

$$n = \frac{1000 \cdot 18,51}{3,14 \cdot 25} = 231,21 \text{ об/хв}$$

Приймаємо фактичне значення $n_\phi = 231$ об/хв оскільки верстат з ЧПК.

Зі зміною частоти обертання шпинделя змінилася і швидкість різання, розраховуємо її за формулою 6.8:

$$V_\phi = \frac{3,14 \cdot 25 \cdot 231}{1000} = 18,13 \text{ м/хв}$$

Щоб виконувався процес різання на верстаті необхідно забезпечити виконання умови:

$$N_{\text{різ}} \leq N_{\text{ун}}, \text{ кВт}$$

$$0,32 \text{ кВт} < 12,6 \text{ кВт}$$

Отже, умова виконується.

Основний час визначаємо за формулою 6.19:

$$T_o = \frac{5}{0,08 \cdot 231} \cdot 4 = 1,082 \text{ хв}$$

										Арк.
										48
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

Нарізання різі.

Оскільки ми використовуємо комплект мітчиків для однієї різі, то для кожного з мітчиків режими різання будуть однакові.

Режими різання для нарізання різі: $S_{om} = 2$ мм/об; $V_m = 12$ м/хв; $P_m = 55$ Н; $N_m = 0,78$ кВт, $M_{крт} = 2,8$ Н·м; $M_{рт} = 20,4$ Н·м [6, к.51, с. 139].

Табличні параметри з урахуванням поправочних коефіцієнтів зміняться наступним чином [6, к.52, с. 142]:

- швидкість різання:

$$V = V_T \cdot K_{v_M} \cdot K_{v_K}, \text{ м/хв} \quad (6.21)$$

$$V = 12 \cdot 1,04 = 12,48 \text{ м/хв}$$

- крутний момент визначається за формулою:

$$M_{кр} = M_{крТ} / K_{M_M} \text{ Н·м} \quad (6.22)$$

$$M_{кр} = 2,8 / 1,04 = 2,69 \text{ Н·м}$$

- сила різання визначається за формулою 5.15:

$$P = 55 / 1,04 = 52,88 \text{ Н}$$

Визначаємо число обертів шпинделя, за формулою 6.7:

$$n = \frac{1000 \cdot 12,48}{3,14 \cdot 16} = 248,41 \text{ об/хв}$$

Приймаємо фактичне значення $n_\phi = 248$ об/хв оскільки верстат з ЧПК.

Зі зміною частоти обертання шпинделя змінилася і швидкість різання, розраховуємо її за формулою 6.8:

$$V_\phi = \frac{3,14 \cdot 16 \cdot 248}{1000} = 12,46 \text{ м/хв}$$

Щоб виконувався процес різання на верстаті необхідно забезпечити виконання умови:

$$N_{різ} \leq N_{ун}, \text{ кВт}$$

$$0,78 \text{ кВт} < 12,6 \text{ кВт}$$

									Арк.
									49
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ТМ 17090008-00 ПЗ				

Отже, умова виконується.

Основний час визначаємо за формулою 6.19:

$$T_o = \frac{25}{2 \cdot 248} \cdot 4 = 0,2015 \text{ хв}$$

Оскільки вихід інструмента з отвору виконується на робочій подачі, то приймаємо $T_o = 0,403$ хв.

Проведемо розрахунок режимів різання для операції 040 – свердлильна з ЧПК. Розрахунок виконуємо аналітичним методом. На операції оброблюються 8-м отворів Ø18мм та 2-а отвори Ø16мм.

Визначаємо глибину різання:

$$t = 9 \text{ мм (для сверла Ø18 мм);}$$

$$t = 8 \text{ мм (для сверла Ø16 мм);}$$

$$t = 5 \text{ мм (для центрувального свердла).}$$

Подачу обираємо відповідно [4, табл.25, с. 277]:

- для свердла Ø18мм подача $S = 0,2-0,23$ мм/об. Приймаємо середню подачу $S = 0,22$ мм/об;

- для свердла Ø16мм подача $S = 0,17-0,2$ мм/об. Приймаємо середню подачу $S = 0,19$ мм/об;

- для центрувальними свердла Ø10мм подача $S=0,12-0,15$ мм/об. Приймаємо середню подачу $S = 0,14$ мм/об.

Швидкість різання визначаємо за формулою:

$$V = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot S^y} \cdot K_v, \text{ м/хв} \quad (6.23)$$

Відповідно [4, табл.28, с. 278] обираємо:

- для сверла Ø18 мм $C_v = 9,8$; $q = 0,4$; $y = 0,5$; $m = 0,2$;

- для сверла Ø16 мм $C_v = 7$; $q = 0,4$; $y = 0,7$; $m = 0,2$;

- для центрувального свердла Ø10 мм $C_v = 7$; $q = 0,4$; $y = 0,7$; $m = 0,2$.

T – стійкість інструменту. Згідно [4, табл.30, с. 279] приймаємо:

- для свердл Ø18 мм та Ø16 мм $T = 45$ хв;

									Арк.
									50
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

ТМ 17090008-00 ПЗ

- для центрального свердла Ø10 мм T = 15 хв.

K_V – загальний поправочний коефіцієнт на швидкість різання, що враховує фактичні умови різання. Цей коефіцієнт розраховують за формулою:

$$K_V = K_{MV} \cdot K_{IV} \cdot K_{IV}, \quad (6.24)$$

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

K_{IV} – коефіцієнт, що враховує інструментальний матеріал. Згідно [4, табл.6, с. 263] $K_{IV} = 1$ для всіх інструментів.

K_{iV} – коефіцієнт, що враховує глибину свердління. Згідно [4, табл.31, с. 280] $K_{iV} = 1$ для всіх інструментів.

Коефіцієнт K_{MV} розраховуємо за формулою:

$$K_{MV} = K_r \left(\frac{750}{\sigma_\sigma} \right)^{n_v}, \quad (6.25)$$

де K_r – коефіцієнт, що характеризує групу сталі по оброблюваності. Згідно [4, табл.2, с. 262] $K_r = 0,8$.

n_v – показник ступеня. Згідно [4, табл.2, с. 262] $n_v = 1$.

σ_σ – межа витривалості оброблюваного матеріалу. Для сталі 08X17H5M3 $\sigma_\sigma = 750$ МПа.

$$K_{MV} = 0,8 \left(\frac{750}{750} \right)^1 = 0,8$$

Загальний поправочний коефіцієнт на швидкість різання становить:

$$K_{MV} = 0,8 \left(\frac{750}{750} \right)^1 = 0,8$$

Таким чином швидкість різання становить:

- для сверла Ø18 мм:

$$V = \frac{9,8 \cdot 18^{0,4}}{45^{0,2} \cdot 0,22^{0,5}} \cdot 0,8 = 24,81 \text{ м/хв}$$

									Арк.
									51
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

- для сверла Ø16 мм:

$$V = \frac{7 \cdot 16^{0,4}}{45^{0,2} \cdot 0,19^{0,7}} \cdot 0,8 = 25,36 \text{ м/хв}$$

- для центрального сверла Ø10 мм:

$$V = \frac{7 \cdot 10^{0,4}}{15^{0,2} \cdot 0,14^{0,7}} \cdot 0,8 = 32,41 \text{ м/хв}$$

Силу різання визначаємо за формулою:

$$P_o = 10 \cdot C_p \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_{MP} \quad (6.26)$$

Відповідно [4, табл.32, с. 281] вибираємо:

$$C_p = 68; y = 0,75; q = 1.$$

K_{MP} – коефіцієнт, що враховує на якість оброблюваного матеріалу. Даний коефіцієнт визначається за формулою:

$$K_{MP} = \left(\frac{\sigma_\epsilon}{750} \right)^n \quad (6.27)$$

Відповідно [4, табл.9, с. 264] показник степеня $n=0,3$.

$$K_{MP} = \left(\frac{750}{750} \right)^{0,3} = 1$$

Таким чином, осьова сила різання складає:

- для сверла Ø18 мм:

$$P_o = 10 \cdot 68 \cdot 18^1 \cdot 0,22^{0,75} \cdot 1 = 3931,88 \text{ Н}$$

- для сверла Ø16 мм:

$$P_o = 10 \cdot 68 \cdot 16^1 \cdot 0,19^{0,75} \cdot 1 = 3131,08 \text{ Н}$$

- для центрального сверла Ø10 мм:

$$P_o = 10 \cdot 68 \cdot 10^1 \cdot 0,14^{0,75} \cdot 1 = 1556,34 \text{ Н}$$

Визначаємо крутний момент за формулою:

$$M_{кр} = 10 \cdot C_M \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_{MP}, \text{ Н}\cdot\text{м} \quad (6.28)$$

									Арк.
									52
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

ТМ 17090008-00 ПЗ

Відповідно [Л4, табл.32, с. 281] обираємо:

$$C_p = 0,0345; y = 0,8; q = 2.$$

Таким чином, крутний момент складає:

- для сверла Ø18 мм:

$$M_{кр} = 10 \cdot 0,0345 \cdot 18^2 \cdot 0,22^{0,8} \cdot 1 = 33 \text{ (Н·мм) або } 0,033 \text{ (Н·м)}$$

- для сверла Ø16 мм:

$$M_{кр} = 10 \cdot 0,0345 \cdot 16^2 \cdot 0,19^{0,8} \cdot 1 = 23 \text{ (Н·мм) або } 0,023 \text{ (Н·м)}$$

- для центрального сверла Ø10 мм:

$$M_{кр} = 10 \cdot 0,0345 \cdot 10^2 \cdot 0,14^{0,8} \cdot 1 = 7 \text{ (Н·мм) або } 0,007 \text{ (Н·м)}$$

Визначаємо потужність різання за формулою:

$$N_e = \frac{M_{кр} \cdot n}{9750}, \text{ кВт} \quad (6.29)$$

де n – число обертів шпинделя, визначаємо за формулою 6.7:

- для сверла Ø18 мм:

$$n = \frac{1000 \cdot 24,81}{3,14 \cdot 18} = 439 \text{ об/хв}$$

- для сверла Ø16 мм:

$$n = \frac{1000 \cdot 25,36}{3,14 \cdot 16} = 505 \text{ об/хв}$$

- для центрального сверла Ø10 мм:

$$n = \frac{1000 \cdot 32,41}{3,14 \cdot 10} = 1032 \text{ об/хв}$$

Так як верстат з ЧПК, то приймаємо фактичне значення рівне розрахунковому, тобто $n_{ф} = n_p$ (об/хв). При цьому швидкість різання залишиться такою ж, тобто $V_{ф} = V_p$ (м/хв).

Таким чином, потужність різання складе:

									Арк.
									53
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

- для сверла Ø18 мм:

$$N_e = \frac{33 \cdot 439}{9750} = 1,49 \text{ кВт}$$

- для сверла Ø16 мм:

$$N_e = \frac{23 \cdot 505}{9750} = 1,19 \text{ кВт}$$

- для центрувального сверла Ø10 мм:

$$N_e = \frac{7 \cdot 1032}{9750} = 0,74 \text{ кВт}$$

Щоб здійснити процес різання на верстаті необхідно забезпечити виконання умови:

$$N_{\text{різ}} \leq N_{\text{ун}}, \text{ кВт}$$

$$1,49 \text{ кВт} < 9,9 \text{ кВт}$$

Основний час визначаємо за формулою 6.19:

Величину врізання приймаємо в сумі рівну 5 мм.

Довжина робочого ходу дорівнює глибині отвору, тобто:

- для сверла Ø18мм і Ø16мм $l = 56$ мм;

- для центрувальними сверла $l = 5$ мм.

Таким чином, основний час складе:

- для сверла Ø18мм:

$$T_{\text{од18}} = \frac{5 + 56}{439 \cdot 0,22} \cdot 8 = 5,05 \text{ хв}$$

- для сверла Ø16мм:

$$T_{\text{од16}} = \frac{5 + 56}{505 \cdot 0,19} \cdot 2 = 1,27 \text{ хв}$$

- для центрувального сверла:

$$T_{\text{од10}} = \frac{5 + 5}{1032 \cdot 0,14} \cdot 10 = 0,69 \text{ хв}$$

										Арк.
										54
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

ТМ 17090008-00 ПЗ

Загальний основний час, тобто основний час всієї операції складе:

$$T_0 = 5,05 + 1,27 + 0,69 = 7,01 \text{ хв}$$

6.6 Технічне нормування операції

Проведемо розрахунок технічного нормування часу для операції 035 – багатощаблева з ЧПК.

Основний час був розрахований в попередньому пункті. Сумарний основний час на операції 035 становить:

$$\Sigma T_0 = 0,28 + 0,948 + 1,082 + 0,403 + 0,403 = 3,116 \text{ хв}$$

Машино-допоміжний час знаходимо за формулою:

$$T_{MB} = T_{MBVX} + T_{MBVI}, \text{ хв} \quad (6.30)$$

де T_{MBVX} – машинно-допоміжний час на переміщення прискореного ходу.

Розраховується за формулою:

$$T_{MBVX} = \frac{L_{VX}}{S_{MVX}}, \text{ хв} \quad (6.31)$$

де L_{VX} – величина переміщення прискореного ходу. Розраховуємо за формулою:

$$L_{VX} = 2R + n \cdot L_{PX}, \text{ мм} \quad (6.32)$$

де R – відстань переміщення від ріжучої кромки різального інструменту до точки, в якій інструмент переходить на робочу подачу при врізанні в заготовку.

Приймаємо $R = 500$ мм;

n – кількість робочих ходів, які здійснюються на прискореній подачі при виході інструмента із заготовки;

S_{MVX} – хвилинна подача прискореного ходу. Приймаємо $S_{MVX} = 5000$ мм/об;

T_{MBVI} – машинно-допоміжний час на зміну інструмента. Приймаємо $T_{MBVI} = 0,05$ хв.

Розраховуємо машинно-допоміжний час для кожного переходу:

									Арк.
									55
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

- фрезерування:

$$T_{MBUX} = \frac{2 \cdot 500 + 4 \cdot 56,5}{5000} = 0,254 \text{ хв}$$

- свердління:

$$T_{MBUX} = \frac{2 \cdot 500 + 4 \cdot 34}{5000} = 0,227 \text{ хв}$$

- зенкування:

$$T_{MBUX} = \frac{2 \cdot 500 + 4 \cdot 5}{5000} = 0,204 \text{ хв}$$

- нарізання різі:

$$T_{MBUX} = \frac{2 \cdot 500}{5000} = 0,2 \text{ хв}$$

Так як нарізування різі відбувається в два переходи, то $T_{мвух}$ буде в два рази більше, тобто $T_{мвух} = 0,4$ хв.

Знайдемо сумарний машинно-допоміжний час на переміщення прискореного ходу на всій операції:

$$\Sigma T_{MBUX} = 0,254 + 0,227 + 0,204 + 0,4 = 1,085 \text{ хв}$$

Сумарний машинно-допоміжний час на зміну інструмента буде дорівнювати:

$$\Sigma T_{МВИ} = 0,05 \cdot 15 = 0,75 \text{ хв}$$

Таким чином, машинно-допоміжний час на всій операції становить:

$$T_{MB} = 1,085 + 0,75 = 1,835 \text{ хв}$$

Визначаємо допоміжний час на операцію за формулою:

$$T_{ДОП} = T_{Дуст} + T_{Доп} + T_{Двим}, \text{ хв} \quad (6.33)$$

де $T_{Дуст} = 0,33$ хв – допоміжний час на установку і зняття деталі, [7,к.9,с.63];

$T_{Доп} = 2,46$ хв – допоміжний час, пов'язаний з операцією, [7, к.14, с. 79].

$T_{Доп}$ складається з:

- часу на установку заданого взаємного положення деталі і інструменту за

									Арк.
									56
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

координатами X; Y; Z і в разі необхідності підналагодження – 2,3 хв;

- часу на перевірку приходу деталі або інструменту в задану точку після обробки – 0,12 хв;

- часу на установку і зняття щитка від забризкування емульсією – 0,04 хв.

$T_{Двим} = 2,24$ хв – допоміжний час на контрольні вимірювання, [7, к.15, Л.2 і 10, с. 81 і 89]. $T_{Двим}$ складається з:

- два виміри штангенциркулем лисок. $T_{Двим} = 0,22 \cdot 2 = 0,44$ хв;

- чотири виміри калібр-пробкою різьбовою двосторонньою різьбових отворів М16-7Н. $T_{Двим} = 4 \cdot 0,45 = 1,8$ хв.

Таким чином, допоміжний час на операцію становить:

$$T_{ДОП} = 0,33 + 2,46 + 2,24 = 5,03 \text{ хв}$$

Оперативний час на операцію знайдемо за формулою:

$$T_{ОП} = T_{ЦА} + T_{ДОП}, \text{ хв} \quad (6.34)$$

де $T_{ца}$ – час автоматичного циклу. Розраховується за формулою:

$$T_{ЦА} = \Sigma T_{О} + T_{МВ}, \text{ хв} \quad (6.35)$$

Підставляємо значення:

$$T_{ЦА} = 3,116 + 1,835 = 4,951 \text{ хв}$$

Отже, оперативний час на операцію становить:

$$T_{ОП} = 4,951 + 5,03 = 9,981 \text{ хв}$$

Штучний час на операцію визначаємо за формулою:

$$T_{ШТ} = (T_{ЦА} + T_{ДОП} \cdot K_{ТВ}) \cdot (1 + (A_{орг} + A_{тех} + A_{отд})/100), \text{ хв} \quad (6.36)$$

де $A_{орг} + A_{тех} + A_{отд} = 14\%$ – час на обслуговування робочого місця, відпочинок і особисті потреби в умовах багатостатного обслуговування [7, к.16,с.90];

$K_{тб} = 1,07$ – поправочний коефіцієнт на допоміжний час в залежності від розміру партії оброблюваних деталей і серійності виробництва [7, к.1,с.50].

Підставляємо значення:

$$T_{ШТ} = (4,951 + 5,03 \cdot 1,07) \cdot (1 + 14/100) = 11,78 \text{ хв}$$

									Арк.
									57
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

Визначаємо штучно-калькуляційний час на операцію за формулою:

$$T_{ШПК} = T_{ШП} + T_{ПЗ} / n, \text{ хв} \quad (6.37)$$

де $T_{ПЗ} = 31,3$ хв – підготовчо-заключний час, [7, к.25, с.101]. $T_{ПЗ}$ складається з:

- отримання наряду, креслень, технічної документації, ріжучого і допоміжного інструменту, пристосування, заготовки виконавцем до початку і здачі їх після закінчення обробки партії деталей. На робочому місці складе 4 хв, в інструментально-роздатковій коморі – 10 хв;

- ознайомлення з роботою, кресленням, технічною документацією, огляду заготовки. Становить 2 хв;

- інструктажу майстра. Становить 2 хв;

- установки і зняття пристосування з простим вивірянням. Становить 5 хв;

- підключення пристосування з механізованим затискачем до пневмомережі.

Становить 2 хв;

- перевірки працездатності пристрою, що зчитує. Становить 1 хв;

- введення програми в пам'ять системи ЧПК. Становить 1 хв;

- набору програми кнопками на пульті управління пристрою ЧПК і перевірки її. Становить 0,5 хв;

- відновити початкові координат X і Y по циліндричній поверхні. Становить 3,5 хв;

- налаштування пристрою для подачі МОР. Становить 0,3 хв;

$n = 48$ – кількість деталей в партії.

Таким чином, штучно-калькуляційний час на операцію становить:

$$T_{ШПК} = 11,78 + 31,3 / 48 = 12,311 \text{ хв}$$

Проведемо розрахунок технічного нормування часу для операції 040 – свердлильна з ЧПК.

Сумарний основний час на операції 040 був розрахований в пункті 6.5.

$$T_0 = 7,01 \text{ хв}$$

Розраховуємо машинно-допоміжний час для кожного переходу за

									Арк.
									58
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

ТМ 17090008-00 ПЗ

формулою 6.30:

- свердління отворів Ø18 мм:

$$T_{MBVX} = \frac{2 \cdot 500 + 8 \cdot 61}{5000} = 0,298 \text{ хв}$$

- свердління отворів Ø16 мм:

$$T_{MBVX} = \frac{2 \cdot 500 + 2 \cdot 61}{5000} = 0,224 \text{ хв}$$

- центрування отворів:

$$T_{MBVX} = \frac{2 \cdot 500 + 10 \cdot 10}{5000} = 0,22 \text{ хв}$$

Знаходимо сумарний машинно-допоміжний час на переміщення прискореного ходу на всій операції:

$$\Sigma T_{MBVX} = 0,298 + 0,224 + 0,22 = 0,742 \text{ хв}$$

Сумарний машинно-допоміжний час на зміну інструмента буде дорівнювати:

$$\Sigma T_{МВИ} = 0,05 \cdot 3 = 0,15 \text{ хв}$$

Таким чином, машинно-допоміжний час на всій операції становить:

$$T_{MB} = 0,742 + 0,15 = 0,757 \text{ хв}$$

Визначаємо допоміжний час на операцію за формулою 6.33:

$$T_{ДОП} = T_{Дуст} + T_{Доп} + T_{Двим}, \text{ хв}$$

де $T_{Дуст} = 0,33$ хв – допоміжний час на установку і зняття деталі, [7, к.9, с.63];

$T_{Доп} = 0,35$ хв – допоміжний час, пов'язаний з операцією, [7, к.14, с. 79].

$T_{Доп}$ складається з:

- часу на установку заданого взаємного положення деталі і інструменту за координатами X; Y; Z і в разі необхідності підналагодження – 0,2 хв;

- часу на перевірку приходу деталі або інструменту в задану точку після

									Арк.
									59
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

ТМ 17090008-00 ПЗ

обробки – 0,12 хв;

- часу на установку і зняття щитка від забризкування емульсією – 0,03 хв.

$T_{Двим} = 0,07$ хв – допоміжний час на контрольні вимірювання, [7, к.15, Л.2 с. 84]. $T_{Двим}$ складається з десяти вимірювань штангенциркулем оброблених отворів. $T_{Двим} = 0,07 \cdot 10 = 0,7$ хв.

Таким чином, допоміжний час на операцію становить:

$$T_{ДОП} = 0,33 + 0,35 + 0,7 = 1,38 \text{ хв}$$

Час автоматичного циклу розраховуємо за формулою 6.35:

$$T_{ЦА} = 7,01 + 0,757 = 7,767 \text{ хв}$$

Оперативний час на операцію знаходимо за формулою 6.34:

$$T_{ОП} = 7,767 + 1,38 = 9,147 \text{ хв}$$

Штучний час на операцію визначаємо за формулою 6.36:

$$T_{ШТ} = (T_{ЦА} + T_{ДОП} \cdot K_{ТВ}) \cdot (1 + (A_{орг} + A_{тех} + A_{отд})/100), \text{ хв}$$

де $A_{орг} + A_{тех} + A_{отд} = 9\%$ – час на обслуговування робочого місця, відпочинок і особисті потреби в умовах багатостаночного обслуговування [7, к.16,с.90];

$K_{тб} = 1,07$ – поправочний коефіцієнт на допоміжний час в залежності від розміру партії оброблюваних деталей і серійності виробництва [7, к.1,с.50].

Підставляємо значення:

$$T_{ШТ} = (7,767 + 1,38 \cdot 1,07) \cdot (1 + 9/100) = 10,076 \text{ хв}$$

Визначаємо штучно-калькуляційний час на операцію за формулою 6.37:

$$T_{ШТК} = 10,076 + 31,3/48 = 10,607$$

									Арк.
									60
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

7 Проектування верстатного пристрою

На операції 040 свердлильна з ЧПК відбувається свердління 2-х отворів $\varnothing 16^{+0,43}$ мм та свердління 8-ми отворів $\varnothing 18^{+0,43}$ мм (див. рис. 6.6).

На даній операції деталь закріплена в універсальному збірному пристрої на основі пневматичного приводу.

Розроблення та обґрунтування схем базування

Дивлячись на операційний ескіз можемо сказати, що на даній операції допуск на розміри: $\varnothing 16$ мм та $\varnothing 18$ мм становить:

$$T_{\varnothing 16} = 430 \text{ мкм};$$

$$T_{\varnothing 18} = 430 \text{ мкм},$$

які належать до 14 квалітету точності.

Уточнення параметрів точності

Точність форми

Похибка форми всіх циліндричних поверхонь, що формуються на даній операції, характеризується відхиленням від круглості та циліндричності. Оскільки розглянуті поверхні на кресленні не містять допуску форми, то для рівня геометричної точності А (нормальна точність) незазначений допуск циліндричності та круглості приймаємо орієнтовно в межах 30% від допуску на діаметр:

$$T_{f/\varnothing 16} = T_{f/\varnothing 18} = 0,3 \times 430 = 129 \text{ мкм}$$

Беремо найближче стандартне значення допуску циліндричності та круглості.

$$T_{f/\varnothing 16} = T_{f/\varnothing 18} = 120 \text{ мкм},$$

що відповідає 13 ступеню точності [9], с. 110.

Точність розташування

Похибка розташування зазначених отворів характеризується позиційним допуском осей отворів.

Оскільки на кресленні значення позиційного відхилення для $\varnothing 16$ мм не задано, то для рівня геометричної точності А допуск позиційного відхилення

									Арк.
									61
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

ТМ 17090008-00 ПЗ

беремо орієнтовно в межах 60% від допуску на діаметр.

Розрахункове значення позиційного допуску становить:

$$T_{\oplus \varnothing 16} = 0,6 \cdot 120 = 72 \text{ мкм}$$

Беремо найближче стандартне значення позиційного допуску:

$$T_{\oplus \varnothing 16} = 80 \text{ мкм},$$

що відповідає 10 ступеню точності [9], с. 109.

Для $\varnothing 18\text{мм}$ допуск позиційного відхилення вказаний на кресленні та становить:

$$T_{\oplus \varnothing 18} = 500 \text{ мкм},$$

що відповідає 14 ступеню точності [9], с. 109.

Шорсткість поверхні $R_a = 12,3$ мкм.

Визначення умов в котрих буде виготовлятися та використовуватися проєктований верстатний пристрій.

Верстат має систему охолодження. Стружка видаляється із зони різання при виключеному обладнанні. Верстатний пристрій повинен обслуговуватися верстатником 3-4-го розряду. Захисний кожух не дозволить в процесі обробки розлітатися стружці та охолоджуючій рідині.

Робоча температура навколишнього середовища $t = 20^\circ \pm 5^\circ\text{C}$, відносна вологість повітря 80%, атмосферний тиск $P_{\text{ат}} = 86 \dots 106$ кПа, швидкість руху повітря – 0,5 м/с, частота вібрації, що виникає в результаті роботи обладнання в цеху $f = 20 \dots 30$ Гц, освітлення приміщення (місцеве освітлення) 1500 Люкс.

Складання переліку виконуваних функцій.

0 Переміщення і попередня орієнтація заготовки;

1 Базування заготовки;

2 Закріплення заготовки;

3 Базування пристрою на верстаті;

4 Закріплення пристрою на верстаті;

5 Підведення і відведення енергоносія;

6 Утворення вихідної сили для закріплення;

									Арк.
									62
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ТМ 17090008-00 ПЗ				

- 7 Керування енергоносієм;
- 8 Об'єднання функціональних вузлів;
- 9 Обробка зовнішньої циліндричної поверхні;
- 10 Створення безпечних умов праці.

Виходячи з умов реалізації цих функцій та вимог до результатів їх реалізації, конструктор шукає прототипи з накопиченого запасу різноманітних технічних рішень. Перевагу потрібно віддавати вже перевіреним конструкціям, та бажано в основу конструкції вкладати здешевлення. Розробка спеціальних конструкцій вузлів потребує спеціального обґрунтування.

Визначаємо силу затиску:

$$W = \frac{K \times M_{кр} \times \sin \frac{\alpha}{2}}{f \times D}, \text{ Н} \quad (7.1)$$

де $M_{кр}$ – крутний момент, $M_{кр} = 33 \text{ Н} \cdot \text{мм}$ (див. п.6.6);

α – кут призми;

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

D – діаметр затискаємої поверхні, $D = 145 \text{ мм}$;

K – коефіцієнт запасу:

$$K = K_0 \times K_1 \times K_2 \times K_3 \times K_4 \times K_5 \times K_6, \quad (7.2)$$

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

$K_1 = 1,0$ – коефіцієнт, котрий враховує збільшення сил різання через випадкові нерівності на оброблюваних поверхнях при чистовій обробці;

$K_2 = 1,0$ – коефіцієнт, котрий характеризує збільшення сили різання внаслідок затуплення ріжучого інструменту [5, с. 84, табл.9];

$K_3 = 1,0$ – коефіцієнт, котрий враховує збільшення сили різання при переривчастосі різанні;

$K_4 = 1,2$ – коефіцієнт, що характеризує постійність сили затиску в ЗМ;

$K_5 = 1,0$ – коефіцієнт, що характеризує ергономіку ручних ЗМ;

									Арк.
									63
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ТМ 17090008-00 ПЗ				

$K_6 = 1,5$ – коефіцієнт, що враховується при наявності моментів, що намагаються повернути заготовку, що встановлена плоскою поверхнею на постійні опори; при встановленні на опорні пластинки.

$$K = 1,5 \times 1,0 \times 1,0 \times 1,0 \times 1,2 \times 1,0 \times 1,5 = 2,7$$

Приймаємо значення коефіцієнта запасу $K = 2,7$

Визначаємо силу затиску:

$$W = \frac{2,7 \times 33 \times 0,707}{0,25 \times 145} = 1,74 \text{ Н}$$

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 патрону в лещатах з призматичними губками застосуємо пневмокамеру двосторонньої дії.

Щоб визначити діаметр пневмокамери використовуємо формулу:

$$W = \left(\frac{\pi}{4} \right) \times D^2 \times p \times \eta, \text{ Н} \quad (7.3)$$

де D – діаметр пневмокамери (поршня);

$p = 0,63 \text{ МПа}$ – тиск стиснутого повітря;

$\eta = 0,85-0,9$ – к.к.д., що враховує втрати в пневмокамери.

Тоді маємо:

$$D = \sqrt{\frac{4 \times W}{\pi \times \eta \times p}}, \text{ мм} \quad (7.4)$$

$$D = \sqrt{\frac{4 \times 1,74}{3,14 \times 0,85 \times 0,63}} = 4,1 \text{ мм}$$

По результатам розрахунків ми можемо зробити висновок, що для обробки даних отворів, для затиску деталі достатньо діаметра поршня пневмокамери 4 мм.

									Арк.
									64
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

Приводимо до стандартного значення:

$D = 220\text{мм}$. Згідно [13, табл.4, с.29] $d=35\text{мм}$.

Розрахунок на міцність

Перевіряємо міцність деталі стакан за формулою:

$$\sigma = \frac{4 \times W}{\Pi \times D^2} \leq [\sigma], \text{ МПа} \quad (7.5)$$

де $W = 1,74 \text{ Н}$ – сила затиску лещат з призматичними губками;

$D = 145 \text{ мм}$ – затискаємий діаметр патрона;

$[\sigma]=270\text{МПа}$ –допустиме значення межі міцності для Сталь 0,8Х17Н5М3

Підставляємо значення:

$$\sigma = \frac{4 \times 1,74}{3,14 \cdot 0,145^2} = 105 \text{ МПа}$$

Виконуємо перевірку:

$$\sigma = 105\text{МПа} < [\sigma]=270\text{МПа}$$

Отже, деталь відповідає заданим параметрам міцності.

Розрахунки пристрою на точність

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

$$\varepsilon_{np} \leq T - K_T \sqrt{(K_{T1} \times \varepsilon_{\delta})^2 + \varepsilon_3^2 + \varepsilon_y^2 + \varepsilon_n^2 + \varepsilon_u^2 + (K_{T2} \times \omega)^2 + \varepsilon_{noz}^2}, \text{ мкм} \quad (7.6)$$

де $T = 430 \text{ мкм}$ – найбільший жорсткий допуск розташування, що одержують на даній операції;

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

$K_{T1} = 0,8$ – коефіцієнт, що враховує деяке зменшення граничного значення похибки базування;

$\varepsilon_{\delta} = 20 \text{ мкм}$ – похибка базування заготовки в пристрої;

$\varepsilon_3 = 0$ – 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;

									Арк.
									65
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

ТМ 17090008-00 ПЗ

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

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

$\epsilon_{и} = 0$ – 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 $\epsilon_{и}$ може дорівнювати нулю.

$K_{T2} = 0,6$ – коефіцієнт, що враховує ймовірність появи похибки обробки;

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

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

Підставляємо значення:

$$\epsilon_{np} = 430 - 1,2 \sqrt{(0,8 \times 20)^2 + 0^2 + 20^2 + 0^2 + 0^2 + (0,6 \times 16)^2 + 10^2} = 395 \text{ мкм}$$

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

$$\epsilon_{np} = 400 \text{ мкм}$$

Опис та принцип дії пристрою

Загалом, пристрій працює за наступною схемою.

Спеціальне пристосування з пневматичним приводом встановлюється на стіл верстата. Базування плити 2 на столі верстата здійснюється за допомогою шпонок 20, які з'єднані з плитою гвинтом 14. Заготовка базується по конусному фланці 3, який з'єднаний з плитою шпилькою 19. Затиск заготовки здійснюється за допомогою прихвата 4, який з'єднаний через тягу 6 з пневмокамерою 1. При подачі стисненого повітря в нижню порожнину пневмокамери шток разом з тягою 6 та штовхачем переміщаються вгору. При цьому звільнений від штовхача важіль дає можливість пружині висунути прихват 4. При подальшому русі штоку здійснюється затиск оброблюваної деталі. Розтиск прихвату 4 здійснюється при подачі стисненого повітря у верхню порожнину пневмокамери.

									Арк.
									66
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

ТМ 17090008-00 ПЗ

ВИСНОВКИ

В ході виконання даного дипломного проекту було виконано наступний обсяг робіт:

- проведений аналіз службового призначення агрегату – відцентрового секційного насоса ЦСН 240-1900-3ТМ, вузла агрегату – переднього підшипника і деталі – корпус. Крім того виконано опис конструктивних особливостей деталі і умов її експлуатації;

- проведений аналіз технічних вимог на виготовлення деталі «корпус», де проаналізовано матеріал, точність розмірів і шорсткості, що пред'являю до деталі;

- визначено тип виробництва – дрібносерійний (при річному випуску деталей 500 штук) і організаційні умови роботи;

- порівняно два методи отримання заготовки та проведено два розрахунки заготовки. Була обрана заготовка отримана методом штампування на КГШП. Заготовка отримана з мінімальними припусками, ступінь складності С2, групою сталі М3, вихідним індексом 16 і класом точності Т4. За результатами розрахунку заготовки було спроектоване креслення заготовки;

- проведений аналіз операції технологічного процесу. Для аналізу було взято дві операції: 035 – багатоцільова з ЧПУ та 040 – свердлильна з ЧПК. У порівнянні з базовим технологічним процесом операція 035 здійснюється на одному верстаті – IP500МФ4 (оснащений системою ЧПК, на відміну від верстатів в базовому технологічному процесі). Це дає можливість скоротити кількість обладнання, виробничої площі, часу на механічну обробку, а так само дає можливість виключити розмічальні операції;

- виконано розрахунок режимів різання та нормування на операції 035 та 040. Так штучно-калькуляційний час складає: на операції 035 – 12,311 хв., на операції 040 – 10,607хв.;

- виконані комплект документації КТП і маршрутний технологічний процес.

Всі запропоновані нововведення направлені на зниження собівартості деталі та надання їй конкурентоспроможності.

									Арк.
									67
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ТМ 17090008-00 ПЗ				

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

- 1 Методичні вказівки до практичних робіт з дисципліни «Технологічні основи машинобудування»/Укладач О.У.Захаркін–Суми:Вид-воСумДУ,2009– 53с.
- 2 ГОСТ 7505-89. Поковки стальные штампованные. Допуски, припуски и кузнечные напуски, издание официальное, Москва - 1990 г.
- 3 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.
- 4 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.
- 5 Ю.И. Кузнецов, А.Р. Маслов, А.Н. Байков Оснастка для станков с ЧПУ. Справочник.- М.:Машиностроение, 1983.-359с.
- 6 Общемашиностроительные нормативы времени и режимов резания для нормирования работ выполняемых на универсальных и многоцелевых станках с ЧПУ. – Ч. 2, Нормативы режимов резания.- М.: Экономика, 1990, 472 с.
- 7 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.
- 8 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.
- 9 Горбацевич А.Ф., Шкред В.А. Курсовое проектирование по технологии машиностроения. - 4-е изд., перераб. и доп.-Минск: Вышэйш. школа, 1983.- 256 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 Гжиров Р.И. Краткий справочник конструктора: Справочник-Л.: Машиностроение, Ленингр. отд - ние, 1983. - 464 с.

									Арк.
									68
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ТМ 17090008-00 ПЗ				

ДОДАТОК А

Выбор способа получения исходной заготовки.

Расчет произвел(а) 24.05.2020 студент(ка) группы ТМ-61к Вовкула

Исходные данные

Форма детали - Корпусная деталь
Материал детали - Коррозионно-жаростойкая сталь
Производственная программа - 500 шт
Масса детали - 6,3 кг
Диаметр, ширина - 225 мм
Группа сложности поковки - 3 группа
Группа сложности штамповки - 1 группа



Допустимые методы получения и их стоимость

Штамповка на кровошипном горячештамповочном прессе: 55,32 грн

					ТМ 17090008-00 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		69

ДОДАТОК Б

Причини виробничого травматизму, методи його аналізу, показники травматизму.

Виробничий травматизм – явище, яке характерне сукупністю виробничих травм та нещасних випадків на виробництві.

Виробнича травма – травма, що сталася внаслідок дії виробничих чинників.

Нещасний випадок – раптове погіршення стану здоров'я чи настання смерті працівника під час виконання ним трудових обов'язків внаслідок короткочасного (тривалістю не довше однієї робочої зміни) впливу небезпечного або шкідливого чинника.

Профілактика виробничого травматизму можлива тільки при умові ретельного вивчення причин їх виникнення. У загальному випадку можна виділити 4 групи причин виробничого травматизму:

1 Технічні причини. До них відносяться: несправність виробничого обладнання, механізмів, інструменту; недовершеність технологічних процесів; конструктивні недоліки обладнання; недовершеність або відсутність захисних огорожень, попереджувальних пристроїв, засобів сигналізації та блокування.

2 Організаційні причини. До них відносяться: відсутність або неякісне проведення навчання з питань охорони праці; відсутність контролю; порушення вимог інструкцій, правил, норм, стандартів; невиконання заходів з охорони праці; порушення технологічних регламентів, правил експлуатації обладнання, транспортних засобів, інструменту; порушення вимог і правил плановопереджувального ремонту обладнання; недостатній технічний нагляд за небезпечними роботами; використання обладнання, механізмів та інструменту не по призначенню.

3 Санітарно-гігієнічні причини. До них відносяться: підвищений (вищий ГДК) вміст у повітрі робочих зон шкідливих речовин; недостатнє або нераціональне освітлення; підвищені рівні шуму, вібрації; незадовільні мікрокліматичні умови; наявність різних випромінювань вище допустимих

									Арк.
									70
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

ТМ 17090008-00 ПЗ

значень; порушення правил особистої гігієни.

4 Психофізіологічні (особисті): До них відносяться: помилкові дії внаслідок втомлювання робітника при надмірній важкості та напруженості роботи; монотонність праці; хворобливий стан робітника; необережність; невідповідність психофізіологічних або антропометричних даних робітника використовуємії техніці або виконуваній роботі.

Для зіставлення виробничого травматизму за окремі відрізки часу на кожному підприємстві необхідно не тільки враховувати кількість н/в, але і пов'язувати їх з кількістю працівників і тяжкістю н/в. Для цього служать коефіцієнти травматизму (показники).

До показників виробничого травматизму відносять:

- 1 Коефіцієнт частоти травматизму;
- 2 Коефіцієнт тяжкості травматизму;
- 3 Коефіцієнт втрат.

Коефіцієнт частоти травматизму – це середнє число потерпілих при нещасних випадках на підприємстві, що за звітний період доводяться на 1000 працюючих, визначається за формулою:

$$K_{\text{ч}} = \frac{n}{P} \cdot 1000,$$

де n – число потерпілих за звітний період;

P – середньоспискове число працівників.

Коефіцієнт тяжкості травматизму – це середнє число людино-днів непрацездатності, що припадає на один нещасний випадок, визначається за формулою:

$$K_{\text{т}} = \frac{D}{n},$$

де D – сумарне число днів непрацездатності за нещасними випадками, що закінчилися в звітному періоді;

n – число потерпілих.

Коефіцієнт втрат – середнє число людино-днів непрацездатності, що

									Арк.
									71
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

припадає на 1000 працівників:

$$K = \frac{D \cdot 1000}{P},$$

де P – середньоспискове число працівників, визначається шляхом підсумовування середньоспискового числа працівників за кожний місяць звітнього періоду і діленням цієї суми на кількість місяців звітнього періоду;

D – загальне число л/днів непрацездатності за весь час хвороби (в робочих днях у всіх потерпілих, враховуючи померлих), тимчасова непрацездатність яких закінчилася в звітному періоді. Тут враховують і дні непрацездатності тих потерпілих при н/в, непрацездатність яких почалася в попередньому періоді, а закінчилася в звітному.

Нещасні випадки і профзахворювання, що відбулися на виробництві з метою профілактики, потрібно вивчати і аналізувати. Відомі такі методи аналізу:

- статистичний;
- монографічний;
- топографічний;
- груповий;
- економічний.

Статистичний метод – заснований на вивченні матеріалів реєстрації і обліку н/в, зібраних за тривалий час (рік, півроку). Далі здійснюється систематизація їх за професіями, стажем роботи, статтями, віком, технічними чинниками, характером травм, подібністю обставин та ін. Будується залежність травматизму від вказаних чинників, які потім використовуються у профілактичній роботі. Цей метод найпоширеніший.

Монографічний метод – описовий, характеризується тим, що небезпечні або шкідливі умови роботи виявляються детальним обстеженням окремих робочих місць, цехів, машин, установок. Вивчаються н/в, що мали місце на даному об'єкті за минулий рік, розслідується характер технологічного процесу, наявність сигналізації, спецодягу, умови виробничої обстановки, тобто випадок вивчається комплексно.

									Арк.
									72
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

Топографічний метод – полягає в тому, що на плані підприємства графічно зображаються випадки у вигляді умовних знаків за місцем їх виникнення. Таким чином, в основу його покладений аналіз місць, де відбуваються н/в. Цей метод найнаочніший, проте причин не зазначає.

Груповий метод – розкриває структуру загальних показників і виділяє головні групи причин, що спричинили травматизм, він також встановлює основні напрями витрачання коштів на попередження травматизму (різновид статистичного).

Економічний метод – полягає у визначенні економічного збитку від виробничого травматизму, а також в оцінці ефективності витрат, спрямованих на попередження н/в з метою оптимального розподілу засобів на заходи щодо охорони праці.

Разом з традиційними методами можна відзначити нові напрями:

- а) системний підхід до вирішення проблеми безпеки праці (використовуються комплексні прийоми дослідження);
- б) метод наукового прогнозування безпеки праці;
- в) автоматизована система оперативного обліку і попередження виробничого травматизму.

									Арк.
									73
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ТМ 17090008-00 ПЗ				