

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 ГІЛЬЗИ ЦИЛІНДРУ 160-635.04.96**

Бакалаврська кваліфікаційна робота
Спеціальність – 131 Прикладна механіка
(Технології машинобудування)

Студент

Супрун І.О.

Керівник

Денисенко Ю. О.

Нормоконтроль

Денисенко Ю. О.

Суми – 2020

РЕФЕРАТ

Записка: 80 с., 29 табл., 14 рис., 61 формула, 20 літературних джерел

Об'єкт дослідження – гільза циліндра 160-635.04.96

Мета роботи – аналіз технологічного процесу виготовлення гільзи циліндра 160-635.04.96.

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

В роботі під час аналізу існуючого технологічного процесу механічної обробки гільзи циліндра виготовлення проаналізовані дві операції, а саме: вертикально-розточувальна та токарна операція з ЧПК. При цьому обґрунтуванні: вибір схеми базування і закріплення заготовки, обладнання та технологічного оснащення, розраховані режим різання і виконано нормування часу.

В графічній частині роботи представлено креслення деталі, заготовки, отриманої методом відцентрового лиття та маршрутний технологічний процес виготовлення гільзи циліндра 160-635.04.96.

ГІЛЬЗА ЦИЛІНДРА, ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ПРОЦЕС, ВІДЦЕНТРОВЕ ЛИТТЯ, ПРИПУСКИ, СХЕМА БАЗУВАННЯ, РОЗТОЧУВАННЯ, РЕЖИМ РІЗАННЯ, ХОНІНГУВАННЯ, ЗЕНКЕР.

ЗМІСТ

Вступ.....	6
1 Аналіз службового призначення машини, вузла, деталі.	
Опис конструктивних особливостей деталі та умов її експлуатації.....	7
2 Аналіз технічних вимог на виготовлення деталі	13
3 Визначення типу та форми організації виробництва	15
4 Аналіз технологічності конструкції деталі.....	18
5 Вибір способу отримання заготовки та розроблення технічних вимог до неї	20
6 Аналіз існуючого чи типового технологічного процесу виготовлення деталі	25
6.1 Розрахунок припусків на механічну обробку	26
6.2 Аналіз та обґрунтування схем базування і закріплення заготовки.....	30
6.3 Обґрунтування вибору металорізальних верстатів	33
6.4 Обґрунтування вибору верстатних пристроїв, металорізального та вимірювального інструментів	35
6.5 Розрахунки режимів різання	36
6.6 Технічне нормування операцій.....	46
7 Проектування верстатного пристрою для установлення і закріплення заготовки.....	50
Висновок.....	61
Список використаних джерел	62
Додатки	
Додаток А	
Додаток Б	
Додаток В	
Додаток Г	

					ТМ 17190020-00 ПЗ		
		№ докум.	Підпис				
Розробив	Супрун І.О			Проектування технологічного процесу виготовлення гільзи циліндра 160-635.04.96	Літ.	Арк.	Аркушів
Перевірив	Денисенко Ю.О				5	62	
Реценз.					СумДУ, ТМз-61к		
Н. Контр.	Денисенко Ю.О						
Затв.	Залога В.О						

ВСТУП

Машинобудування є однією з найважливіших галузей промисловості. Його продукція – це машини різного призначення, які поставляються всім галузям народного господарства.

В машинобудуванні задані форми деталей з необхідною точністю і якістю їх поверхонь досягається в основному шляхом механічної обробки, оскільки інші способи обробки не завжди можуть забезпечити виконання цих технічних вимог.

Процес механічної обробки пов'язаний з експлуатацією складного устаткування металорізальних верстатів; трудомісткість і собівартість механічної обробки більші, ніж на інших етапах процесу виготовлення машин.

Ці обставини пояснюють розвиток технології машинобудування, як наукової дисципліни в першу чергу у напрямі вивчення питань технології механічної обробки.

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

В даній роботі приведений технологічний процес виготовлення гільзи циліндра, який складений з урахуванням всіх технологічних вимог креслення та основних напрямків розвитку сучасного виробництва.

Особливу увагу займає обробка основних та допоміжних баз, що забезпечують точність положення гільзи у виробі та приєднувальних до неї деталей.

Для обробки внутрішньої поверхні гільзи, яка є виконавчою, застосовується спосіб плосковершинного хонінгування. Даний спосіб обробки формує мікрорельєф, що забезпечує ефективне змащування деталей, що контактують в процесі роботи а також підвищують їх зносостійкість.

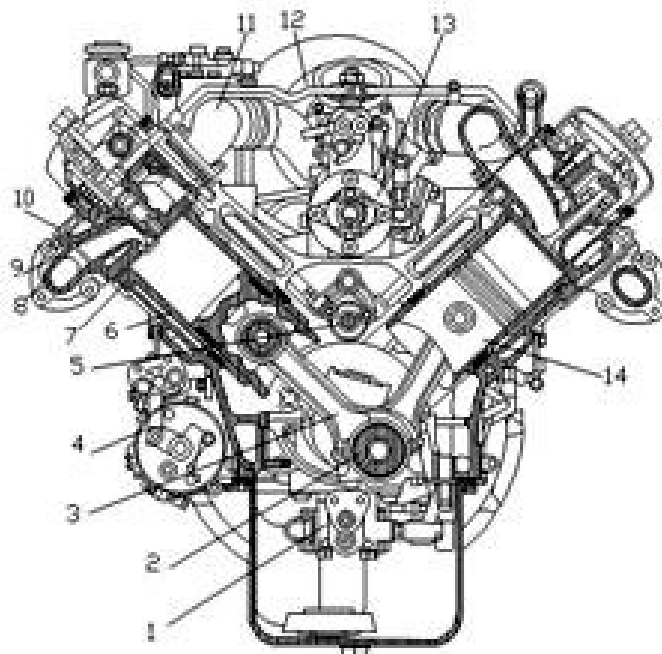
									Арк.
									6
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

ТМ 17190020-00 ПЗ

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

Службове призначення двигуна внутрішнього згорання (ДВЗ)

Гільза циліндра 160-635.04.96 – одна з найважливіших та найвідповідальніших деталей двигуна внутрішнього згорання (ДВЗ) автотранспорту АП-40814. На автотранспорті встановлений шестициліндровий, чотиритактний, карбюраторний двигун ГАЗ-52. Ескіз двигуна ГАЗ-52 представлений на рисунку 1.1.



1 – масляний насос, 2 – колінчастий вал, 3 – шатун, 4 – стартер, 5 – розподільчий вал, 6 – гільза циліндру, 7 – блок циліндрів, 8 – випускний трубопровід, 9 – форсунка, 10 – головка блоку циліндрів, 11 – випускний трубопровід, 12 – турбокомпресор, 13 – насос високого тиску, 14 – поршень

Рисунок 1.1 – Ескіз двигуна внутрішнього згорання ГАЗ-52

ДВЗ – найбільш поширений механізм приводу транспортних засобів. Серед основних вимог, що ставляться до ДВЗ – економність, надійність у

						Арк.
						7
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ТМ 17190020-00 ПЗ	

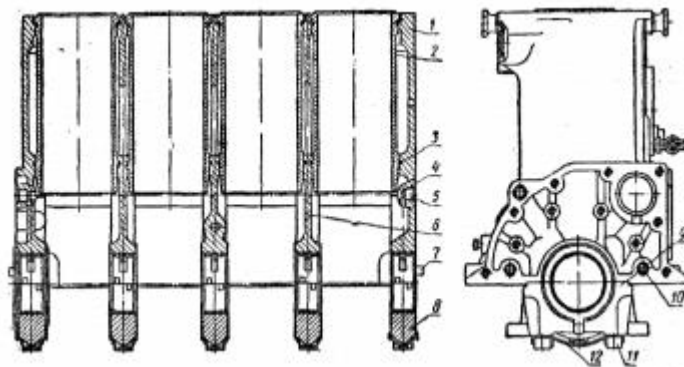
роботі, простота у виготовленні та обслуговуванні, зручність та легкість маневрування й керування, плавність у роботі і відсутність вібрацій [2].

Основні технічні характеристики двигуна ГАЗ- 52 [4]:

- Тип – чотиритактний, карбюраторний, бензиновий.
- Число циліндрів і їх розташування – 6 рядне.
- Діаметр циліндра, мм – 150.
- Хід поршня, мм – 210.
- Робочий об'єм циліндрів, л – 3,48.
- Максимальна потужність, обмежена регулятором, при 2800 об/хв – 75.
- Порядок роботи циліндрів ДВЗ ГАЗ- 52 - 1-5-3-6-2-4.

Службове призначення блоку циліндру [2]

Основною деталлю ДВЗ є блок циліндру (БЦ) – суцільнолита деталь, що об'єднує собою циліндри двигуна. На БЦ є опорні поверхні для установки колінчастого валу, до його верхньої частини, як правило, кріпиться головка блоку циліндрів, нижня частина БЦ є частиною картера. Таким чином, БЦ є основою двигуна, на яку встановлюються інші його деталі (рисунок 1.2)



1 – блок; 2 – гільза циліндру; 3 – ущільнювальні кільця; 4 – масляний канал; 5 – заглушка масляного каналу; 6 – перегородка; 7 – штифт щита і кришки розподілу; 8,9 – кришки підшипника; 10 – штифт; 11 – болт кришок підшипника; 12 – стопорна пластина.

Рисунок 1.4 – Переріз блока циліндрів

									Арк.
									8
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

ТМ 17190020-00 ПЗ

Основне призначення БЦ - перетворення енергії зворотно - поступального руху поршня, який переміщується всередині гільзи, в обертальний рух колінчастого валу.

Гільза циліндра за своєю конфігурацією належить до довгих циліндричних деталей і відноситься до класу втулок. Вона має просту геометричну форму і є найбільш відповідальним елементом корпусу ДВЗ автомобілів [2].

Гільза циліндра є однією з найбільш навантажених деталей двигуна – під час роботи гільза піддається дії як високих температур, так і тиску з боку суміші палива і газів, що згорають. Крім того, на гільзу чинять вплив сили тертя, що викликають її інтенсивне зношення.

Поршень, переміщаючись всередині гільзи, піддає її робочу поверхню значному тиску. У верхній частині гільзи, внаслідок зміни напрямку руху поршня, відбувається розрив масляної плівки, що існує на її робочій поверхні, і виникає граничне тертя. Крім того, верхній пояс гільзи, в результаті впливу продуктів згорання, що мають високу температуру, піддається електрохімічній корозії. В наслідок дії змінного тиску з боку робочої порожнини циліндра стінки гільзи, особливо при недостатній товщині, можуть здійснювати коливання в радіальному напрямку. Даний процес супроводжується зношуванням і навіть руйнуванням як самої гільзи, так і стінок блоку [3].

Гільза циліндру 02-12-19-09.005 належить до мокрого типу. Це означає, що під час роботи зовнішня поверхня – сорочка має безпосередній контакт з охолоджувальною рідиною. Мокрі гільзи гарантують ефективнішу теплопередачу і легкозамінні у разі зношування.

З метою правильної установки у блоці і збереження форми, гільзу центрують по двом направляючим пояскам. Діаметр нижнього пояска дещо менший, для надійної роботи гільзи передбачається зазор 0,05-0,13мм. Порожнини охолодження ущільнюють спеціальними гумовими кільцями, які встановлюються в канавки блоку циліндрів або в канавки гільзи на напрямних поясках.

									Арк.
									9
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

ТМ 17190020-00 ПЗ

Для зменшення тертя і оптимального забезпечення мастилом гільза має головну особливість – це дуже точна макро- і мікрогеометрія поверхні отвору зі спеціальним мікроскопічним рельєфом, який складається із відносно глибоких западин (масляних карманів) і плоских виступів (плато) [4].

Матеріал гільзи – чавун спеціальний на основі сірого чавуну СЧ24.

Саме від хімічного складу, мікроструктури матеріалу, точності виготовлення гільзи, а також від форми і глибини мікрорельєфа робочої поверхні в багатьому залежить якість та надійність ДВЗ. Оптимальні показники пари тертя поршневе кільце – гільза дозволяють створити умови для більш повного згорання палива, підвищення ефективності теплових циклів і збільшення коефіцієнта корисної дії двигуна внутрішнього згорання.

Легуючі елементи, які застосовують у чавуні спеціальному, такі як нікель, хром і молібден, підвищують міцність, зносостійкість і корозійну стійкість гільз циліндрів, що, в першу чергу, позитивно позначається на тривалості і надійності роботи машини.

Хімічний склад чавуну спеціального наведений в таблиці 1.1 [1].

Таблиця 1.1 – Хімічний склад чавуну спеціального на основі СЧ24, %

Чавун	С	Мо	Mn	Cr	S	P	Cu	Ni
					Не більше			
СЧ24	3,1- 3,5	2,0 - 2,4	0,7 - 1,0	0,3 - 0,5	0,15	0,45 – 0,7	0,3	0,3

Механічні властивості чавуну спеціального [1]:

- - мінімальна межа міцності при розтягуванні – 263 МПа;
- твердість металевої основи на робочому діаметрі гільзи 229 – 277 НВ;
- мінімальний модуль пружності 117000 МПа.

Задана деталь гільза циліндру є тілом обертання і має такі конструктивні елементи:

- зовнішні циліндричні поверхні;

					ТМ 17190020-00 ПЗ				Арк.
									10
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

- внутрішня циліндрична поверхня;
- чотири торця;
- три канавки;
- три зовнішні фаски;
- дві внутрішні фаски;
- конусна поверхня;
- дві галтелі.

В процесі експлуатації деталь працює у важких умовах циклічних навантажень, високих температур (до 2500°C) і тисків (35кгс/см²). Камера згорання, утворена гільзою, має бути герметичною і зносостійкою, оскільки по дзеркалу робочої поверхні А з частотою до 2100 об/хв ковзає поршень з поршневими кільцями. Тому особливу увагу під час виготовлення необхідно приділити саме обробці внутрішньої поверхні гільзи, концентричності внутрішніх та зовнішніх поверхонь, перпендикулярності торців деталі до її осі.

На основі аналізу креслення гільзи, робимо висновок, що поверхні деталі можна поділити на виконавчі, основні конструкторські бази (ОКБ), допоміжні конструкторські бази (ДКБ) та вільні (рисунки 1.2) Класифікація поверхонь гільзи циліндра показана у таблиці 1.2

Таблиця 1.2 – Класифікація поверхонь гільзи циліндру [5]

Вид поверхні	Номери поверхонь
Виконавча	13
Основні конструкторські бази (ОКБ)	6,11,12
Допоміжні конструкторські бази (ДКБ)	1,2,3,4,10
Вільні	5,7,8,9

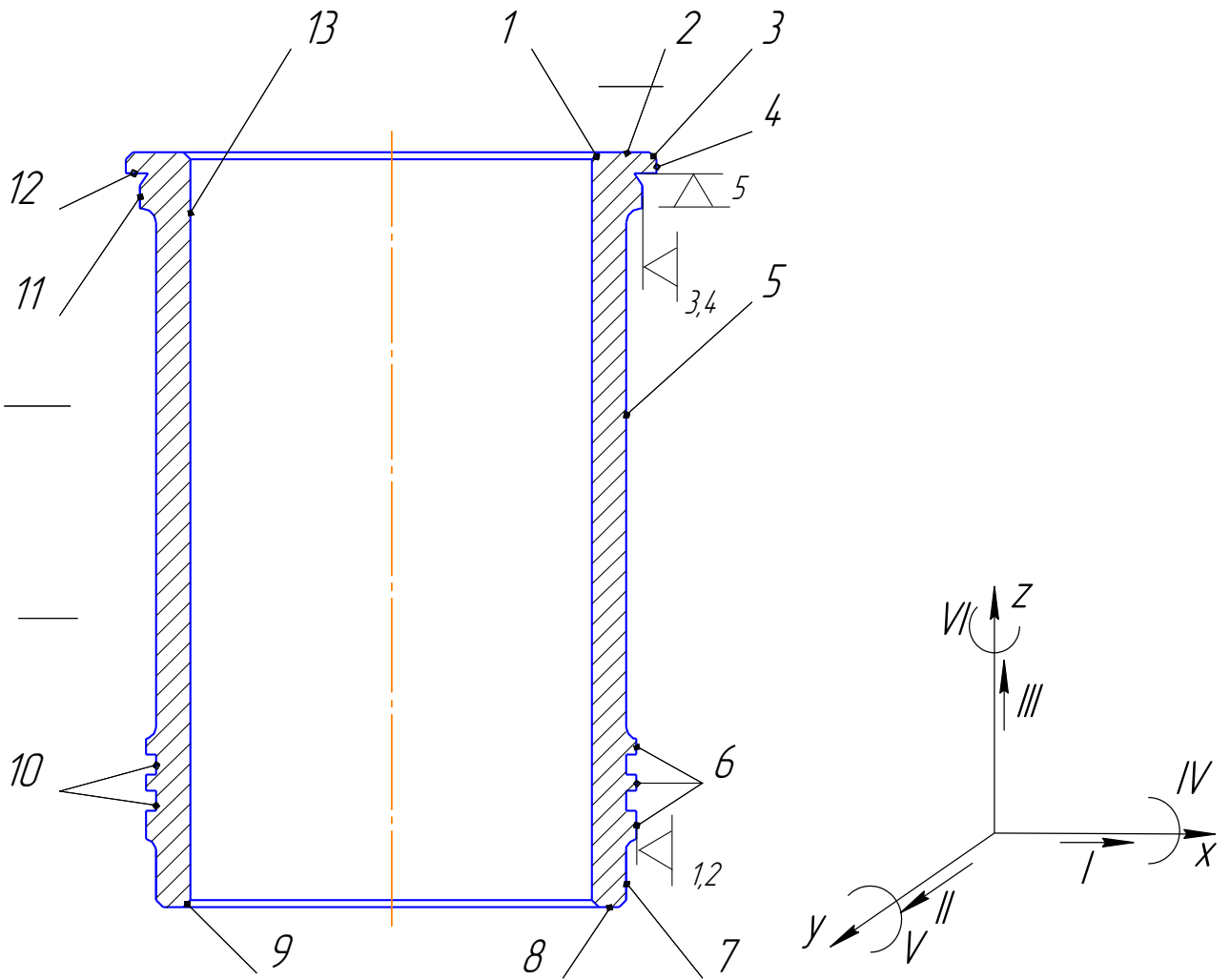


Рисунок 1.2 – Класифікація поверхонь гільзи і схема базування у вузлі

Проаналізувавши схему базування гільзи циліндра у виробі, можемо зробити висновок, що вона відповідає схемі базування довгих циліндричних деталей. Таким чином, зовнішня циліндрична поверхня виступає у ролі подвійної напрямної бази, а торець пояска 4 є опорною базою. Таким чином, під час встановлення гільзи циліндра у вузлі, вона позбавляється п'яти ступенів вільності, що достатньо для виконання її функціонального призначення (таблиці 1.3 - 1.4) [5].

									Арк.
									12
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

Таблиця 1.3 – Таблиця відповідності

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

Таблиця 1.4 – Матриця зв'язків

	X	Y	Z	
L	1	1	0	Подвійна напрямна база
α	1	1	0	
L	0	0	1	Опорна база
α	0	0	0	
L	0	0	0	Вакансія
α	0	0	1	

2 АНАЛІЗ ТЕХНІЧНИХ ВИМОГ НА ВИГОТОВЛЕННЯ ДЕТАЛІ

Проаналізуємо креслення деталі та перелік технічних вимог на її виготовлення.

Гільза циліндру має просту геометричну форму, яка дозволяє застосувати високопродуктивний отримання заготовки відцентровим литтям (Рисунок 2.1).

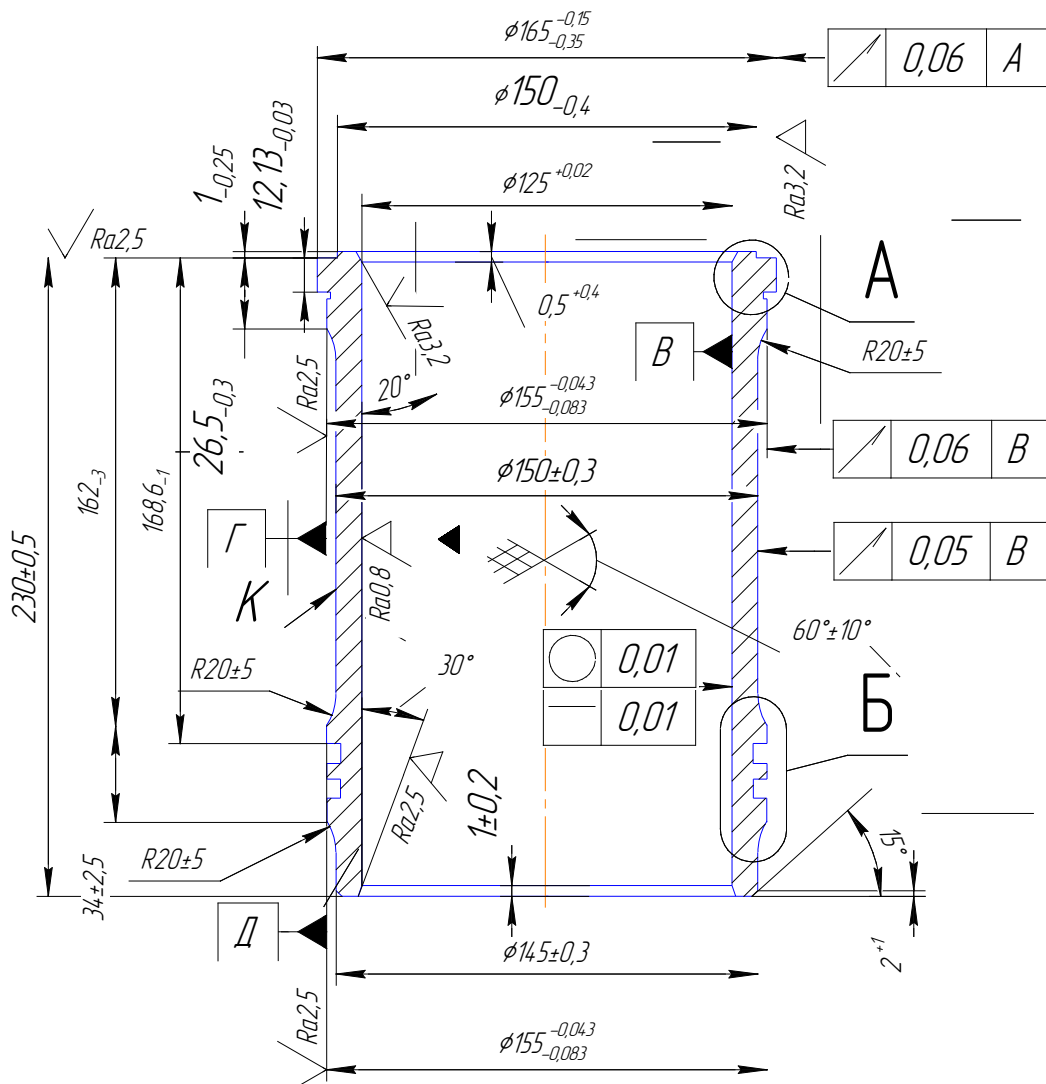


Рисунок 2.1 – Ескіз гільзи циліндра

На кресленні деталі проставлені всі необхідні розміри та технічні вимоги для її виготовлення. Найточніша поверхня – це центральний отвір $\phi 125^{+0,02}$.

В процесі експлуатації деталь працює у важких умовах циклічних навантажень, високих температур (до 2500°C) і тисків ($35\text{кгс}/\text{см}^2$). Камера

									Арк.
									14
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ТМ 17190020-00 ПЗ				

згорання, утворена гільзою, повинна бути герметичною і зносостійкою, оскільки по дзеркалу робочої поверхні В з частотою до 2100 об/хв ковзає поршень з поршневыми кільцями. Тому високі вимоги, що висуваються конструктором до точності внутрішньої поверхні гільзи, концентричності внутрішніх та зовнішніх поверхонь, перпендикулярності торців деталі до її осі, цілком обґрунтовані.

Основними вимогами щодо якості форми та взаємного розташування поверхонь гільзи є:

Допуск круглості внутрішньої поверхні 0,01 мм, допуск профілю повздовжнього перерізу 0,01 мм. Це обумовлене тим що центральному отвору гільзи переміщується поршень і не виконання цієї вимоги призведе до підвищеного зношування внутрішньої поверхні БЦ.

До зовнішніх циліндричних поверхонь ставиться вимога радіального биття в межах 0,05 мм відносно поверхні В.

До поверхні канавок ставиться вимога радіального биття в межах 0,06 мм відносно поверхні В – так як в них ставляться спеціальні кільця для ущільнення.

До торців ставиться вимога радіального биття в межах 0,06 мм відносно поверхні В.

Після попередньої механічної обробки проводять термообробку для зняття внутрішніх напружень по режиму: нагрівання в печі від температури 150°C до 580°-600°C, зі швидкістю не більше 100°C/год, витримка 3 години, охолодження в печі до 200°C зі швидкістю не більше 75°C/год, далі на повітрі.

Також конструктор позначає на кресленні вимоги до поверхонь гільзи:

На поверхні В (центральный отвір) допускаються:

а) окремі чисті раковини розміром не більше: 3мм і глибиною до 1,5мм не більше 5шт;

б) точкові порожнистості розміром не більше 20мм (з окремими порами розміром до 0,5мм) на відстані не менше 30мм один від одного не більше 5-ти і не більше 2-х в одному поясі.

На зовнішніх циліндричних поверхнях гільзи допускаються:

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

ТМ 17190020-00 ПЗ

а) окремі чисті раковини:

- розміром не більше 5мм і глибиною до 2,5мм – не більше восьми, за винятком посадочних поясоків, і не більше трьох на нижньому торці з виходом на фаски;

- розміром не більше 3мм і глибиною до 1мм – не більше двох на кожній циліндричній поверхні нижнього посадочного пояска, розташованих на відстані не менше 1мм від кромки канавок і опорного пояска з виходом на торці;

- розміром не більше 5мм і глибиною до 2,5мм – не більше трьох на верхньому посадочному пояску.

Беручи до уваги конструкцію деталі, технічні вимоги та її службове призначення, робимо висновок, що всі вимоги, поставлені конструктором, обумовленні функціональним призначенням деталі і невиконання їх при виготовленні знизить надійність роботи виробу і ККД при його експлуатації.

					ТМ 17190020-00 ПЗ	Арк.
						16
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3 ВИЗНАЧЕННЯ ТИПУ ВИРОБНИЦТВА ТА ОРГАНІЗАЦІЙНИХ УМОВ РОБОТИ

Тип виробництва – класифікаційна характеристика виробництва, що визначається за ознаками широти номенклатури, регулярності, стабільності й обсягу випуску виробів. Тип виробництва по ГОСТ 3.1108-74 характеризується коефіцієнтом закріплення операцій $K_{3,0}$, який можна розрахувати за формулою: [6]

$$K_{3,0} = \frac{\Sigma O}{\Sigma P} \quad (3.1)$$

де ΣO - сумарна кількість операцій;

ΣP - сумарна кількість робочих місць.

Річна програма програма виробів $N = 3500$ шт.

Режим роботи підприємства - 2 зміни на добу. Для зручності розрахунки заносимо в таблицю 3.1

Таблиця 3.1 - Обґрунтування типу виробництва

Номер операції	Операція	$T_{шт}$	m_p	P	$\eta_{эф}$	O
005	Токарна з ЧПК	2,25	0,040	1	0,040	18
010	Вертикально-розточувальна	2,15	0,039	1	0,039	18
015	Автоматна токарна	2,53	0,046	1	0,046	14
020	Вертикально-розточувальна	1,59	0,036	1	0,036	20
025	Автоматна токарна	3,01	0,054	1	0,054	12
030	Хонінгувальна	2,52	0,045	1	0,045	16
035	Токарна з ЧПК	1,51	0,034	1	0,034	21
040	Токарна з ЧПК	1,54	0,035	1	0,035	21
045	Вертикально-хонінгувальна Хонінгувальна	1,70	0,031	1	0,031	22
050	Хонінгувальна	1,03	0,019	1	0,019	37
	Разом			10		199

Маючи штучний час по кожній операції, визначаємо кількість верстатів

$$m_p = \frac{N \cdot T_{шт}}{60 \cdot F_d \cdot \eta_{зн}}, \quad (3.2)$$

					ТМ 17190020-00 ПЗ	Арк.
						17
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де N - річна програма випуску, шт;

$T_{шт}$ - норма штучного часу, хв;

$F\partial$ - дійсний річний фонд часу, год;

n_p - нормативний коефіцієнт завантаження обладнання;

Визначаємо кількість верстатів на операції 005:

$$m_p = \frac{3500 \cdot 2,25}{60 \cdot 4029 \cdot 0,8} = 0,029$$

Приймаємо $P = 1$ верстати. На інші операції розрахунки проводимо аналогічно, результати заносимо до таблиці 3.1

Визначаємо фактичний коефіцієнт завантаження:

$$\eta_{з.ф} = m_p / P, \quad (3.3)$$

$$\eta_{з.ф} = \frac{0,041}{1} = 0,041$$

Кількість операцій, що виконуються на одному робочому місці, визначаємо за формулою:

$$O = \frac{n_{з.н.1}}{n_{з.ф.}} \quad (3.4)$$

$$O = \frac{0,75}{0,041} = 17,5 \approx 18, \text{ приймаємо } O = 18$$

Розраховуємо коефіцієнт закріплення операцій

$$K_{з.о.} = \frac{199}{10} = 19,9$$

Значення коефіцієнта закріплення операцій - $K_{з.о.} = 19,9$ ($10 < 19,9 < 20$) відповідає середньосерійному типу виробництва [5].

Охарактеризуємо тип виробництва у відповідності до рекомендацій [5] Середньосерійний тип виробництва характеризується обмеженою номенклатурою виробів, що виготовляються партіями і порівняно великим

					ТМ 17190020-00 ПЗ	Арк.
						18
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

об'ємом випуску, що періодично повторюються.

Особливості середньосерійного типу виробництва:

– номенклатура продукції – досить стійка. Однотипна продукція виготовляється партіями.

– широке використання верстатів з ЧПК, спеціалізованих верстатів, які розміщуються на предметно замкнених ділянках;

– застосовується паралельно-послідовний вид пересування предметів праці;

– значне застосування механізації праці при незначному використанні ручної праці;

– кваліфікація персоналу – середня;

– оснащення – уніфіковане;

– різальний інструмент спеціалізований.

Відповідно до даного типу виробництва і порядку виконання операцій, розташування технологічного устаткування встановлюється групова форма організації технологічного процесу, що характеризується однорідними конструктивно-технологічними ознаками виробів.

Визначаємо кількість деталей у партії:

$$n = \frac{N_p \cdot a}{254} \quad (3.1)$$

де N_p - річна програма випуску, шт;

a - періодичність запуску [3].

$$n = \frac{3500 \cdot 24}{254} = 329,7 \text{шт}$$

Приймаємо $n = 330$ шт.

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

4 АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЧНОСТІ КОНСТРУКЦІЇ ДЕТАЛІ

Аналіз креслення деталі на технологічність спрямована на скорочення часу на проектування, технологічну підготовку виробництва, виготовлення, технічне обслуговування та ремонт виробу при забезпеченні необхідного його якості.

Проведемо аналіз деталі на технологічність за якісними показниками згідно рекомендацій [12]

Креслення гільзи містить необхідну кількість виглядів та перерізів для однозначного уявлення про її форму та конфігурацію. На кресленні деталі використовується комбінований метод проставлення розмірів, що забезпечує безпосереднє їх вимірювання в процесі обробки.

Матеріалом деталі є чавун легований спеціальний на основі сірого чавуну СЧ24. Аналіз матеріалу деталі показує, що використання чавуну з легуючими елементами для виготовлення гільз циліндрів ДВЗ обґрунтоване високими вимогами щодо міцності, тепловими і зносостійкими властивостями деталей.

Крім того, спеціальний чавун має високі ливарні властивості та оброблюваність різанням. При обробці гільз твердосплавними пластинами ВК8, ВК6 є можливість отримання шорсткості поверхонь в межах $Ra = 20-1,6$ мкм, що задовольняє вимогам креслення деталі.

Заготовки гільзи отримують методом відцентрового лиття на машинах з горизонтальною віссю обертання мод. 4937А. Цей метод забезпечує високу продуктивність, точність, мінімальні припуски і собівартість виробництва. Деталь має просту конфігурацію, тому отримання заготовок не викликає труднощів і дозволяє отримати форму заготовки максимально наближену конфігурації готової деталі.

Деталі за своєю конфігурацією проста і являє собою тонкостінний циліндр. Деталь досить жорстка і дозволяє при механічній обробці використовувати високопродуктивне обладнання. Збільшення діаметрів гільзи плавне, спрямоване в одну сторону без різких перепадів. Внутрішня порожнина гільзи наскрізна, без ступенів, одного діаметра $\varnothing 125^{+0,06}$ мм.

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

ТМ 17190020-00 ПЗ

До нетехнологічних конструктивних елементів деталі слід віднести отримання проточки під її верхнім бурти на діаметрі $\varnothing 125_{-0,06}$ мм з поглибленням всередину на величину $0,45 \pm 0,15$ мм і в бік бурту на величину 3-0,5 мм при радіусі R0,8_{-0,4} мм.

Порівняно високі вимоги до точності одержуваних розмірів, форми і взаємного розташування забезпечуються шляхом дотримання принципу постійності та єдності баз, а також обробкою максимально можливої кількості поверхонь з однієї установки.

Аналіз деталі на технологічність показав, що в цілому деталь технологічна і в процесі механічної обробки труднощів не передбачається.

					ТМ 17190020-00 ПЗ	Арк.
						21
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

5 ВИБІР СПОСОБУ ОТРИМАННЯ ЗАГОТОВКИ ТА РОЗРОБКА ТЕХНІЧНИХ ВИМОГ ДО НЕЇ

Для деталей типу чавунних тонкостінних втулок, основними видами заготовок є вилівки.

В нашому випадку можливо отримання заготовки методами відцентрового лиття та лиття в кокіль. Обидва методи є високопродуктивними, дозволяють отримати заготовки гільз циліндра за формою максимально наближеними до конфігурації готової деталі, але саме відцентрове лиття гарантує отримання щільної дрібнозернистої структури матеріалу заготовок, а отже, високі фізико-механічні властивості гільзи циліндру. Аналіз заводського технологічного процесу та ряду досліджень [4] показали, що саме відцентрове лиття сьогодні є найбільш застосованим на сучасних автомобілебудівних підприємствах, і дає можливість випускати продукцію, що максимально відповідає вимогам споживачів.

Проведемо техніко-економічне порівняння двох альтернативних способів по їх собівартості. Визначимо собівартості отримання заготовок відцентровим литтям і литтям у кокіль за формулою [6], с. 31:

$$S_{заг} = \left(\frac{C_i}{1000} \cdot Q \cdot K_m \cdot K_c \cdot K_g \cdot K_M \cdot K_n \right) - (Q - q) \cdot \frac{S_{відх}}{1000}, \text{ грн} \quad (5.1)$$

де $C_{центр} = 28000$ грн/т - вартість отримання 1тону заготовок методом відцентрового лиття;

$C_{кокіль} = 26900$ грн. / т - вартість отримання 1т заготовок методом лиття в кокіль.

$S_{відх} = 330$ – вартість 1 тони відходів, грн; ([6], с.32, табл.2.7);

$K_m = 1,05$ – коефіцієнт, що залежить від точності відливки; ([6], с.33);

$K_c = 1,0$ – коефіцієнт, що залежить від групи складності; ([6], с.33, табл.2.8);

$K_g = 1,0$ – коефіцієнт, що залежить від марки матеріалу; ([6], с.33, табл.2.8);

$K_M = 0,82$ – коефіцієнт, що залежить від маси заготовки; ([6], с.34);

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

ТМ 17190020-00 ПЗ

$K_n = 1,0$ – коефіцієнт, що залежить від об'єму виробництва заготовки; ([6], с.31, табл.2.6)

Визначаємо собівартість виготовлення заготовки методом відцентрового лиття:

$$S_{\text{заг}} = \left(\frac{28000}{1000} \cdot 9,18 \cdot 1,05 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 0,82 \cdot 1,0 \right) - (9,18 - 6,28) \cdot \frac{3300}{1000} = 371,16 \text{ грн}$$

Вартість отримання заготовок литтям в кокіль:

$$S_{\text{заг}} = \left(\frac{26900}{1000} \times 10,62 \times 1,05 \times 1,0 \times 1,0 \times 0,82 \times 1,0 \right) - (10,62 - 6,28) \times \frac{3900}{1000} = 405,2 \text{ грн}$$

Таким чином, за собівартістю отримання заготовок методом відцентрового лиття більш економічно доцільне, ніж лиття в кокіль.

Припуски на механічну обробку розмірів заготівки призначаємо згідно номінальних розмірів по ГОСТ 26645-85[8]. Для конструювання заготовки визначаємо:

- клас розмірної точності 9;
- ступінь жолоблення елементів виливка 5;
- ступінь точності поверхонь 9;
- шорсткість поверхні виливки $R_a = 12,5 \text{ мкм}$;
- клас точності маси 10;

Для розробки креслення литої заготівки з припусками і допусками на лінійні і діаметральні розміри заповнюємо таблицю 5.1.

										Арк.
										23
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

Таблиця 5.1 – Розрахунок розмірів відливки по ГОСТ 26645-85 [8]

Розмір деталі, мм	Основний допуск	Додатковий допуск	Загальний допуск, мм	Кількість етапів обробки	Припуск на сторону	Розрахунок розміру заготовки	Остаточний розмір, мм
	Табл. 1	Табл. 2	Табл. 16		Табл. 9		
Ø165d11	2,8	0,64	3,2	4	2,5	$165+2,5 \times 2=170$	$170 \pm 1,6$
Ø155f7	2,4	0,5	2,4	4	2,0	$155+2,0 \times 2=159$	$159 \pm 1,2$
Ø150±0,5	2,4	0,5	2,4	2	1,6	$150+1,6 \times 2=153,2$	$153 \pm 1,2$
Ø145±0,5	2,4	0,5	2,4	2	1,6	$145+1,6 \times 2=148,2$	$148 \pm 1,2$
Ø125 ^{+0,03}	2,4	0,4	2,4	6	2,5	$125-2,5 \times 2=120$	$120 \pm 1,2$
230±0,575	2,8	0,8	2,4	3/3	2,3/2,3	$230+2,3+2,3=234,6$	$235 \pm 1,6$
27,5	1,8	0,4	2,0	3/2	2,3/1,5	$27+2,3-1,5=31,3$	31
163	2,8	0,64	3,2	3/2	2,3/2,0	$163+2,3-2,0=163,3$	163
34	1,8	0,4	2,0	2/2	2,0/1,5	$34+2,0+1,5=37,5$	37

Виконуємо ескіз заготовки, отриманої відцентровим литтям (рисунок 5.1)

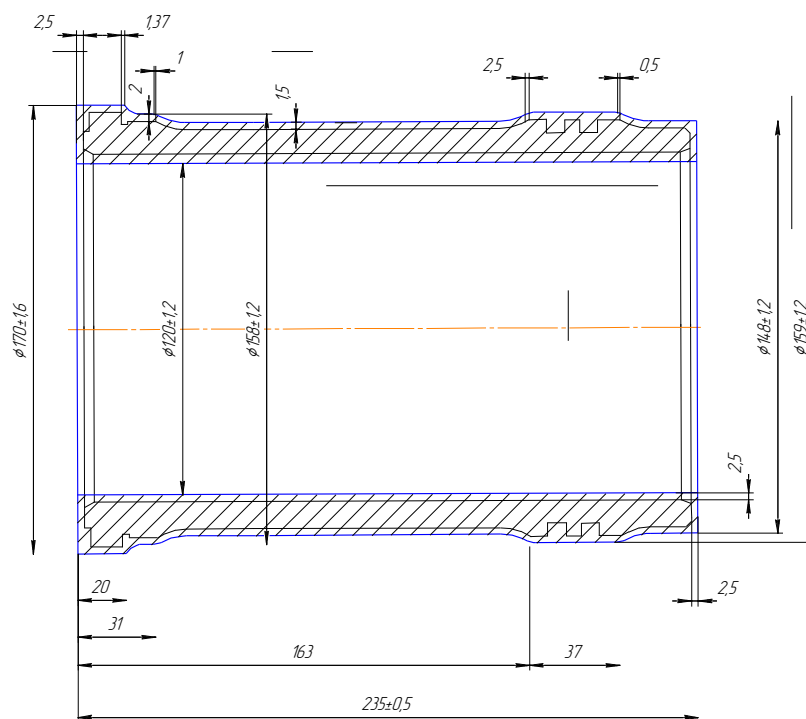


Рисунок 5.1 – Ескіз заготовки гільзи циліндра

						ТМ 17190020-00 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			24

$$V_{заг} = 608419,3 + 3202344,05 + 100119,58 + 516813,94 - 2842343,4 = 1585353,47 \text{ мм}^3$$

$$m = 1585353,47 \times 6,7 \times 10^{-6} = 10,62 \text{ кг}$$

Визначаємо коефіцієнт використання матеріалу:

$$K_{вм} = \frac{M_q}{M_3}, \quad (4.9)$$

$$K_{вм} = \frac{6,28}{10,62} = 0,59$$

Розробляємо технічні вимоги на креслення заготовки [7]:

1 Точність відливки 9-6-8-8 ГОСТ 26645-85.

2 Хімічний склад відливки С = 3,1...3,5%; Si = 1,9...2,5%; Mn = 0,6...1,0%; P = max 0,2%; (Ni+Cu) = 0,3...0,7%; S = max 0,15%; Cr = 0,25...0,45%; T = max 0,08%. Механичні властивості чавуна мають бути не гірше ніж властивості чавуна СЧ 24 ГОСТ 1412-85, НВ 197-241.

3 Відливка повинна мати структуру металічної основи по ГОСТ 3443-87 що складається з перліту балів П-П92. Величина графітних включень повинна відповідати балам ПГд45-ПГд180, але не більше 150 мкм, по формі - балам ПГф1-ПГф2 і за характером розподілу - ПГр1-ПГр3.

4 Гільза не повинна мати тріщин, місцевої рихлості, шлакових засмічень, сторонніх включень.

5 На поверхні виливків допускаються ливарні дефекти глибиною не більше 1/3 фактичного припуску на механічну обробку.

6 На поверхні не допускаються припливи, утворені від руйнування облицювання.

7 На поверхні А допускаються залишки живильника не більше 1,5 мм.

8 Не зазначені радіуси заокруглення - 5 мм.

9 Зсув по лінії роз'єму і різностінність не більше 0,5 мм.

									Арк.
									26
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ТМ 17190020-00 ПЗ				

6 АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЧНОЇ ОПЕРАЦІЇ ІСНУЮЧОГО ЧИ ТИПОВОГО ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ

Базовий технологічний процес гільзи циліндра 160-635.04.96 складається з таких механічних операцій: токарних (токарно-автоматних, токарних з ЧПК), вертикально – розточувальних, хонінгувальних, а також термічної, мийної та контрольної. Технологічний процес спроектований з урахуванням принципів суміщення та постійності баз, під час його проектування забезпечується необхідна точність розмірів деталей.

Це є важливим фактором, тому що гільза циліндра є найбільш відповідальним елементом циліндро-поршньової групи ДВЗ.

6.1 Розрахунок припусків на механічну обробку

На основі розробленого технологічного процесу для найточнішої поверхні – центральний $\varnothing 125H7(+0,02)$ визначаємо міжопераційні розміри. Вихідні дані для розрахунку показані на рисунку 6.3.

Маршрут обробки центрального отвору гільзи складається з таких етапів:

Розточування:

- чорнове;
- чистове

Хонінгування:

- чорнове
- чистове.

Для вказаних технологічних переходів визначаємо елементи припуску R_z , T , ρ , ε ; [6]табл.4.3,4.5, с.63-64.

Сумарне відхилення розташування лиття визначаємо за формулою:

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

де $\rho_{зм}$ - величина відхилення розташування, мкм; $\rho_{зм} = 850$ мкм;

$\rho_{ексц}$ - величина ексцентриситету заготівки, мкм $\rho_{ексц} = 950$ мкм.

									Арк.
									27
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

ТМ 17190020-00 ПЗ

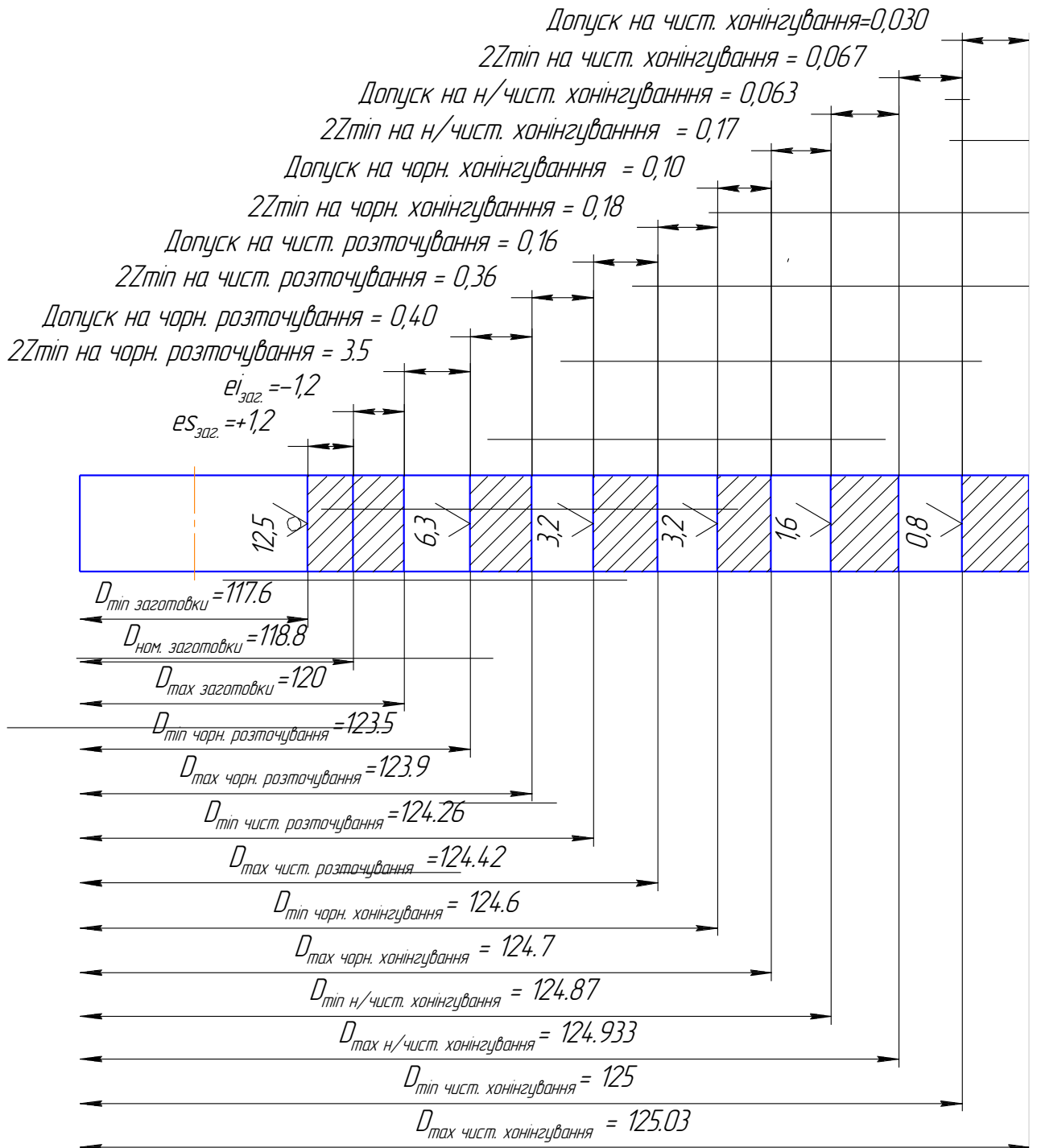


Рисунок 6.1 – Схема розташування припусків і допусків розміру $\varnothing 125^{+0,3}$ мм

										Арк.
										30
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ТМ 17190020-00 ПЗ					

6.2 Аналіз та обґрунтування схем базування і закріплення заготовки

Розглянемо схеми базування на операціях, що аналізуються:

Обрана схема базування повинна передбачати як принцип сталості, так і принцип єдності баз (технологічної, конструкторської і вимірjuвальної), забезпечити просте і зручне встановлення і закріплення заготовки, багатоінструментальної обробки поверхонь деталі [5].

Проаналізуємо операцію 020 – вертикально-розточна. На цій операції проводиться напівчистова обробка внутрішньої циліндричної поверхні (втримується розмір $\varnothing 123,65^{+0,40}$ мм). Базування заготовки здійснюється за чистовими технологічними базами: зовнішній циліндричній поверхні та торцю деталі. Деталь в даному випадку позбавляється п'яти ступенів вільності. У відповідності до того, що гільза є довгою циліндричною деталлю, технологічні бази розподіляються так: подвійна напрямна - зовнішня довга циліндрична поверхня деталі $\varnothing 151,6$ мм позбавляє чотирьох ступенів вільності: переміщення і обертання по осях X і Y; опорна - торець деталі, позбавляє одного ступеня вільності: переміщення по осі Z (рисунок 6.3).

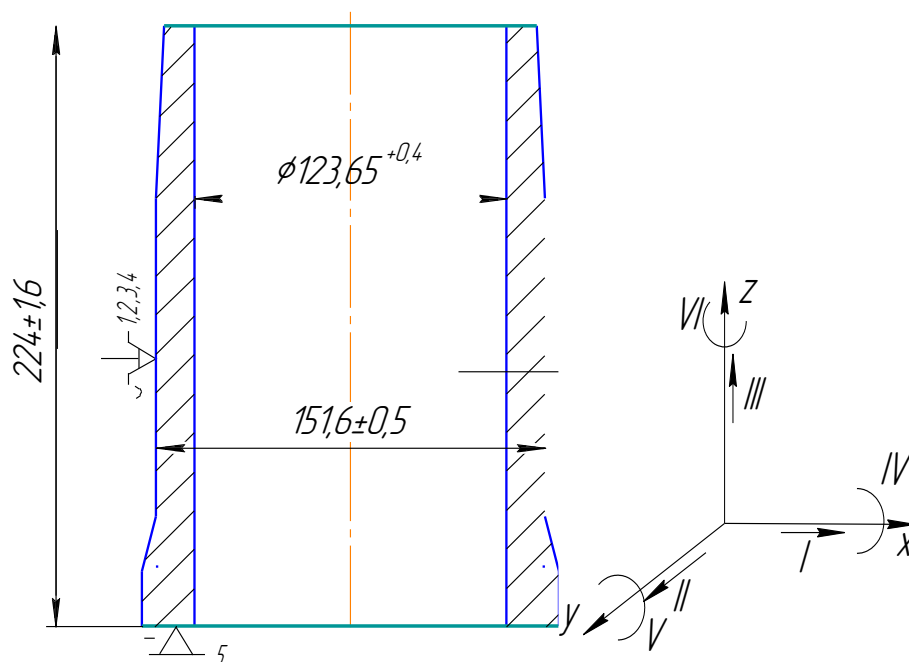


Рисунок 6.3 – Схема базування на 020 операції

									Арк.
									31
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

Запропонована схема є єдиною можливою схемою базування. При такій схемі похибка базування відсутня, так як технологічна та вимірювальна бази співпадають; деталь закріплюється у спеціальному пристосуванні. Складаємо таблицю відповідностей та матрицю зв'язків (таблиці 6.2, 6.3)

Таблиця 6.2 – Таблиця відповідностей

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

Таблиця 6.3 – Матриця зв'язків

	X	Y	Z	
L	1	1	0	ПНБ
α	1	1	0	
L	0	0	1	ОБ
α	0	0	0	
L	0	0	0	Вакансія
α	0	0	1	

Операція 015 токарна з ЧПК

Розглянемо схему базування на токарно-автоматній операції 015 (рисунок 6.4). На цій операції відбувається відрізання кілець, куди під час заготівельної операції (відцентрового лиття) витискаються неметалеві включення, може утворитися газова порожнистість, крім того, торці (поверхні 1) виступають на подальших операціях у якості чистових технологічних баз. Під час обробки витримується розмір $229h14$ мм і з шорсткістю поверхонь Ra 3,2 мкм.

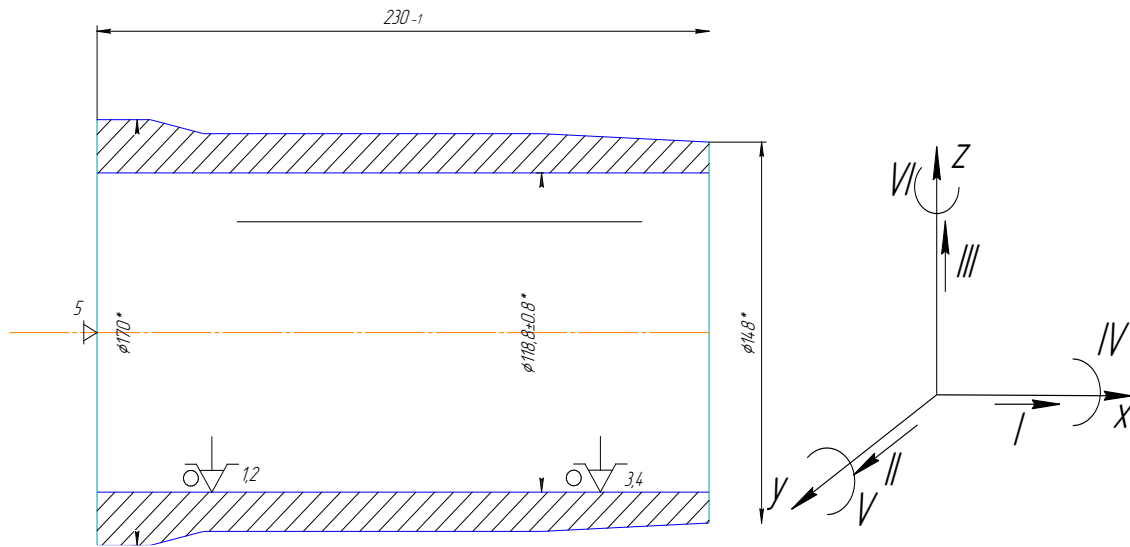


Рисунок 2.8 – Схема базування на 015 операції

Схема, наведена на рисунку 2.8, є єдиною можливою схемою базування для розглянутої операції. Закріплюється заготовка в спеціальній секторній оправці.

Деталь в даному випадку позбавляється п'яти ступенів свободи. Мають місце такі технологічні бази: подвійна напрямна - внутрішня циліндрична поверхня деталі $\varnothing 118\text{мм}$ з відношенням $d/l < 1$, яка позбавляє деталь чотирьох ступенів вільності: переміщення і обертання по осях X і Y; опорна – лівий торець гільзи, позбавляє одного ступеня свободи: переміщення по осі Z.

При запропонованій схемі похибка базування відсутня, тому що витримується правило співпадання баз – технологічна та вимірювальна бази співпадають. Таблиця відповідностей і матриця зв'язків для розглянутої схеми базування представлені у таблицях 6.4 та 6.5.

Таблиця 6.4 – Таблиця відповідностей

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

Таблиця 6.5 – Матриця зв'язків

	X	Y	Z	
L	1	1	0	ПНБ
α	1	1	0	
L	0	0	1	ОБ
α	0	0	0	
L	0	0	0	Вакансія
α	0	0	1	

6.3 Обґрунтування вибору металорізального верстата

При виборі металорізального верстата перш за все орієнтуємося на організаційні умови типу виробництва, в якому виготовлюється гільза циліндра. Однією з особливостей середньосерійного типу виробництва є широке використання верстатів з ЧПК, спеціалізованих верстатів, які розміщуються на предметно замкнутих дільницях. Проаналізуємо верстати, що застосовуються на розглянутих операціях у заводському технологічному процесі. Обладнання, що застосовується, відповідає за характеристиками середньосерійному типу виробництва. Але деякі верстати, що застосовуються у заводському техпроцесі для обробки гільзи циліндра, морально і фізично застаріли. Тому вважаємо за доцільне підібрати подібні за технічними характеристиками більш сучасні та продуктивні верстати [10, 11]

Таблиця 6.6 – Вибір обладнання на операції, що аналізуються

Найменування операції	Найменування обладнання, що використовується в заводському технологічному процесі	Пропоноване найменування обладнання
015 Токарна з ЧПК	Токарний верстат з ЧПК моделі 16K20Ф3	Токарний верстат з ЧПК моделі GCL-2B
020 Вертикально – розточна	Вертикально – розточний напівавтомат 2E78П	Вертикально – розточений верстат з ЧПК ТВ8016

Технічні характеристики обраних верстатів наведені в таблицях 6.7 – 6.8

Операція 015 Токарна з ЧПК. Верстат моделі GCL-2B призначений для токарної обробки деталей в патроні деталей складної конфігурації: обточування циліндричних, конічних і сферичних поверхонь в умовах серійного виробництва.

Таблиця 6.7 – Технічні характеристики верстата з ЧПК GCL-2B

Найменування параметру	Значення параметру
Найбільша довжина оброблюваного виробу, мм	800
Найбільший діаметр оброблюваного виробу над станиною, мм	450
Найбільший діаметр оброблюваного виробу над супортом, мм	350
Межі чисел оборотів шпинделя, об / хв	50...4000
Найбільше переміщення супорта: поздовжнє / поперечне, мм	720/280
Потужність двигуна головного руху, кВт	7,5
Число інструментів, яке можна встановити на верстаті	25
Маса, кг	2750

Операція 020 Вертикально – розточна. Спеціалізований верстат моделі ТВ8016 призначений для розточування блоків циліндрів і гільз суднових, автотракторних і мотоциклетних двигунів, а також для свердління, підрізування торців і розточування отворів в окремих деталях.

Універсальний розточувальною верстат для розсвердлювання циліндрів, призначений для розточування блоків циліндрів легкових і вантажних автомобілів в діапазоні циліндрів $\varnothing 30 \div 170$ мм

Функціональні можливості верстата:

- розточування циліндрів високої точності;
- центруючий пристрій з штифтом на шпинделі і аналоговий індикатор;
- багатофункціональна панель управління для швидкого доступу до усього елемента управління;
- індикатор глибини розточування допомагає оператору швидше і з

									Арк.
									35
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ТМ 17190020-00 ПЗ				

меншим зусиллям викоувати роботу;

– змінна швидкість обертання шпинделя з цифровим індикатором дозволяє отримувати відмінну якість розточування.

Таблиця 6.8 – Основні технічні характеристики вертикально – розточного верстата з ЧПК ТВ8016

Найменування параметру	Значення параметру
Діаметр розточувального отвору найбільший / найменший, мм	170/30
Найбільші розміри виробу, мм	750 x 500 x 450
Відстань від осі шпинделя до стійки (виліт шпинделя), мм	320
Найбільше вертикальне переміщення шпиндельної бабки, мм	500
Частота обертання шпинделя, об / хв	150...500
Кількість швидкостей шпинделя	5
Межі робочих подач на один оборот шпинделя, мм	0,25..1,0
Кількість подач	4
Робоча поверхня стола, мм	1000 x 500
Електродвигун приводу головного руху, кВт	8,5
Габарити верстата, включаючи хід столу (довжина x ширина x висота), мм	1750 x 1560 x 2125
Маса верстата, кг	2680

5.3 Обґрунтування вибору верстатних пристроїв, металорізального та вимірювального інструментів

Під час проектування технологічного процесу механічної обробки деталі вибір різального та вимірювального інструменту, його виду, конструкції і розмірів залежить від методів обробки, властивостей матеріалу заготовки, необхідної точності та якості оброблюваної поверхні.

Під час вибору різального інструменту (а саме, його матеріалу різальної частини, геометрії та розмірів) орієнтуємось на матеріалу заготовки та стан її поверхневого шару, етапи обробки (чорнова, чистова). При чорновій обробці

									Арк.
									36
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ТМ 17190020-00 ПЗ				

6.5 Розрахунки режимів різання

Призначення режиму різання на вертикально - розточну операцію
Розрахунки проводимо за довідником [10]

Устаткування: вертикально – розточувальний верстат з ЧПК моделі ТВ8016.

Інструмент: зенкер зі вставними ножами з багатограними
непереточуваними пластинами 2808-1114 ГОСТ 19052-80. Діаметр зенкера
 $D=123.5$ мм

Для чорнової обробки чавуну приймаємо марку твердого сплаву ВК8.

1. Визначаємо глибини різання:

$$t = \frac{D - d}{2} = \frac{123,5 - 118,8}{2} = 2,35 \text{ мм}$$

2. Призначаємо подачу [табл. 25 с. 277]:

$S_0 = 0,42 - 0,62$ мм/об, Коректуємо значення за паспортом верстата.

Приймаємо $S_d = 0,56$ мм/об

3. Визначаємо швидкість різання за формулою:

$$V = \frac{C_v \times D^q}{T^m \times t^x \times S^y} \times K_v, \text{ м / хв} \quad (6.3)$$

де C_v , x , y , m , q – коефіцієнт та показники степеня [табл. 29, с.279,]:

$C_v = 105$; $x = 0,15$; $y = 0,45$; $m = 0,4$; $q = 0,4$

T – період стійкості, $T = 100$ хв;

K_v – загальний поперний коефіцієнт на швидкість різання, що враховує фактичні умови обробки

$$K_v = K_{MV} K_{IV} K_{IV} \quad (6.4)$$

де K_{nV} – коефіцієнт, що враховує стан поверхні заготовки,

$K_{nV} = 0,8$ (табл. 5, с.263);

K_{iV} – коефіцієнт, що враховує вплив матеріалу інструменту,

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

$$K_{Иv} = 1,0 \text{ (табл. 6, с.263);}$$

K_{mv} – коефіцієнт, що враховує якість матеріалу, який оброблюється:

$$K_{mv} = \left(\frac{190}{HB} \right)^{nv}, \quad (6.5)$$

$$K_{mv} = \left(\frac{190}{250} \right)^{1.3} = 0,7$$

$$K_v = 0,7 \times 0,8 \times 1,0 = 0,56$$

Тоді

$$V = \frac{105 \cdot 123,5^{0,4}}{100^{0,2} \cdot 2,35^{0,15} \cdot 0,56^{0,4}} \cdot 0,56 = 99,6 \text{ м/хв}$$

4. Визначаємо частоту обертання шпинделя:

$$n = \frac{1000 \times V}{\pi \times D}, \text{ об/хв}$$

$$n = \frac{1000 \cdot 99,6}{3,14 \cdot 123,5} = 319 \text{ об/хв}$$

Коректуємо значення за паспортом верстата. Приймаємо найближче значення $n_d = 315 \text{ об/хв}$.

5. Дійсна швидкість різання:

$$V_d = \frac{\pi \times D \times n_d}{1000}, \text{ м/хв} \quad (6.6)$$

$$V_d = \frac{3,14 \cdot 123,5 \cdot 315}{1000} = 98,12 \text{ м/хв}$$

6. Визначаємо силу різання P_z :

$$P_z = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_p, H \quad (6.7)$$

										Арк.
										39
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

де C_p , x , y , n – коефіцієнт та показники степеню [табл. 32, с.281]:

$$C_p = 92, x = 1,0, y = 0,75, n = 0$$

K_p – поправний коефіцієнт, визначаємо за формулою:

$$K_p = K_{m_p} \cdot K_{\phi_p} \cdot K_{\gamma_p} \cdot K_{\lambda_p} \cdot K_{r_p}, \quad (6.8)$$

K_{m_p} – поправний коефіцієнт що враховує фізико – механічні властивості матеріалу, який оброблюється [табл. 9, с.264]:

$$K_{m_p} = \left(\frac{HB}{190} \right)^{n_v} = \left(\frac{250}{190} \right)^{0,4} = 1,1$$

Решту коефіцієнтів визначаємо [табл. 33, с.282]:

$$K_{\phi_p} = 1,0$$

$$K_{\gamma_p} = 1,0$$

$$K_{\lambda_p} = 1,0$$

$$K_{r_p} = 1,04$$

Отже,

$$K_p = 1,1 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,04 = 1,14$$

$$P_z = 10 \cdot 92 \cdot 2,35^{1,0} \cdot 0,56^{0,75} \cdot 98,2^0 \cdot 1,14 = 1188H$$

8. Визначасмо потужність різання:

$$N_{рез} = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60}, кВт \quad (6.9)$$

$$N_{рез} = \frac{1188 \cdot 98,2}{1020 \cdot 60} = 1,91 кВт$$

Перевіряємо, чи достатня потужність верстата для розрахованих режимів різання. Необхідно, щоб виконувалась умова:

$$N_{рез} \leq N_{шп}$$

де $N_{шп}$ – потужність шпинделя верстата, кВт

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

ТМ 17190020-00 ПЗ

$$N_{\text{шп}} = N_{\text{дв}} \cdot \eta, \text{ кВт}$$

де $N_{\text{дв}}$ - потужність електродвигуна верстата, кВт

η - коефіцієнт корисної дії

$$N_{\text{шп}} = 8,5 \cdot 0,8 = 6,8 \text{ кВт}$$

$$N_{\text{різ}} = 1,91 \text{ кВт} < N_{\text{шп}} = 6,8 \text{ кВт}$$

Потужність різання менше потужності електродвигуна, тобто обробка можлива.

9. Визначаємо основний час за формулою:

$$T_0 = \frac{L}{n \cdot S_0} \cdot i, \text{ хв} \quad (6.10)$$

де i – кількість проходів, $i = 1$;

L – довжина робочого ходу інструмента, мм:

$$L = l_0 + y + \Delta, \text{ мм}$$

де l_0 – довжина оброблюваної поверхні, мм;

y – величина врізання, мм; $y = t \cdot \text{ctg } \varphi = 1,75 \cdot \text{ctg } 60 = 1,6 \text{ мм}$

Δ – величина перебігу, мм. приймаємо $\Delta = 2 \text{ мм}$

$$L = 229 + 1,6 + 2 = 232,6 \text{ мм}$$

$$T_0 = \frac{232,6 \cdot 1}{0,56 \cdot 315} = 1,32 \text{ хв}$$

Таблиця 6.10 – Режими обробки на переходи операції 020

Назва переходу	Параметри режимів обробки					L, мм	T ₀ , хв
	t, мм	S, мм/об	n, хв ⁻¹	V, м/хв	i		
Розточити отвір Ø123,5 мм	2,35	0,56	315	98,12	1	232,6	1,32

Розрахунок режимів різання на операцію 015 Токарну з ЧПК

Розрахунки виконуємо за нормативами [17]

На токарній операції з ЧПК здійснюється підрізання торців з обох боків одночасно двома підрізними різцями з твердого сплаву ВК6, припуск на обробку 2,2 мм.

Для обробки приймаємо токарний верстат з ЧПК моделі GCL-2В.

Визначаємо глибину різання. При підрізанні торця вона буде рівною припуску на сторону

$$t = h = 2,2 \text{ мм}$$

3. Вибір інструменту

На верстаті GCL-2В встановлюють різці з перерізом державки 25×25 мм, Товщина пластини – 6,4мм

За додатками 1,5 (с.299, с.302) і виходячи із умов обробки приймаємо: для чорнової та напівчистої стадії обробки різець прохідний, твердий сплав марки ВК6, пластина ромбічної форми

За додатком 6 (с.303) вибираємо спосіб кріплення пластини – двоплечим прихватом

За додатком 7 (с.304) вибираємо кути в плані: для різця з ромбічною пластиною $\varphi = 45^\circ$; $\varphi_1 = 10^\circ$.

За додатком 8 (с.305) визначаємо решту геометричних параметрів різальної частини: задній кут $\alpha = 8^\circ$; передній кут $\gamma = 15^\circ$; форма передньої поверхні – плоска з фаскою; ширина фаски головної різальної кромки

$f = 0,3$ мм; радіус округлення різальної кромки $\rho = 0,03$ мм; радіус вершини різця $r_B = 1,0$ мм.

Нормативний період стійкості знаходимо за додатком 13 (с.316) $T=30$ хв.

4. Вибір подачі

Для чорнової стадії обробки для поверхні подачу вибираємо по карті 4 (с.40) $S_{от}=0,7$ мм/об. Поправочні коефіцієнти в залежності від інструментального матеріалу $K_{si}=1,0$ і способу кріплення пластини $K_{sp}=1,0$.

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

ТМ 17190020-00 ПЗ

По карті 5 (с.42 – 45) визначаємо поправочні коефіцієнти на подачу чорнову стадію обробки для змінених умов обробки в залежності від:

перерізу державки різця $K_{sd} = 1,0$;

міцності різальної частини $K_{sh} = 1,05$;

механічних властивостей оброблюваного матеріалу $K_{sm} = 0,9$;

схеми установки заготовки $K_{sy} = 0,8$;

становища поверхні заготовки $K_{sn} = 0,85$;

геометричних параметрів різця $K_s = 1,15$;

жорсткості верстата $K_{sj} = 1,0$.

Остаточно подача для чорнової стадії обробки

$$S_{от} = S_{от} \times K_{si} \times K_{sp} \times K_{sd} \times K_{sh} \times K_{sm} \times K_{sy} \times K_{sn} \times K_s \times K_{sj}, \text{ мм/об} \quad (6.11)$$

$$S_{от} = 0,7 \times 1,0 \times 1,0 \times 1,0 \times 1,05 \times 0,9 \times 0,8 \times 0,85 \times 1,15 \times 1,0 = 0,42 \text{ мм/об}$$

5. Вибір швидкості різання

Рекомендовані значення швидкості різання для чорнової стадій обробки вибираємо по карті 21 (с.78). Швидкість різання $V_T = 123 \text{ м/хв.}$, поправочний коефіцієнт в залежності від інструментального матеріалу $K_{vi} = 0,8$.

По карті 23 (с.82 - 84) вибираємо решту поправочних коефіцієнтів на швидкість різання при напівчистій стадіях обробки для змінених умов в залежності від:

групи оброблюваності матеріалу $K_{vc} = 1,0$;

виду обробки $K_{vo} = 1,0$;

жорсткості верстата $K_{vj} = 1,0$;

механічних властивостей оброблюваного матеріалу $K_{vm} = 1,0$;

геометричних параметрів різця $K_v = 1,4$;

періоду стійкості різальної частини $K_{vt} = 1,0$;

наявності охолодження $K_{vj} = 1,0$.

Остаточно швидкість різання при чорновій стадії обробки

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

$$V_T = V_T \times K_{vi} \times K_{vc} \times K_{vo} \times K_{vj} \times K_{vm} \times K_v \times K_{vt} \times K_{vж}, \text{ м/хв} \quad (6.12)$$

$$V_T = 123 \times 0,8 \times 1,0 \times 1,0 \times 1,0 \times 1,0 \times 1,0 \times 1,0 \times 1,0 = 98,4 \text{ м/хв}$$

Визначаємо частоту обертання заготовки на чорновій стадії обробки за формулою:

$$n = \frac{1000 \times V}{\pi \times D}, \text{ об/хв} \quad (6.13)$$

$$n = \frac{1000 \times 98,4}{3,14 \times 170} = 190,15 \text{ об/хв}$$

Коректуємо частоту обертання шпинделя по паспорту верстата і приймаємо:
 $n_d = 350 \text{ об/хв}$

Фактичну швидкість різання визначаємо по формулі:

$$V_\phi = \frac{\pi \times D \times n_\phi}{1000}, \text{ м/хв} \quad (6.14)$$

$$V_\phi = \frac{3,14 \times 170 \times 355}{1000} = 180 \text{ м/хв}$$

6. Перевірка вибраних режимів по потужності приводу головного руху

Для чорнової стадій обробки табличну потужність різання визначаємо по карті 21 (с.77): $N_{\text{таб}} = 6,4 \text{ кВт}$

Поправочний коефіцієнт на потужність в залежності від твердості оброблюваного матеріалу визначаємо по карті 24 (с.85): $K_{NM} = 1,0$.

Табличну потужність коректуємо по формулі:

$$N = N_{\text{таб}} \times K_{NM} \times \frac{V_\phi}{V_m} \quad (6.17)$$

					ТМ 17190020-00 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		44

$$N = 6,4 \times 1,0 \times \frac{86}{98,4} = 5,59 \text{ кВт}$$

Потужність приводу головного руху верстата $N = 11$ кВт. Розраховані значення не перевищують потужності головного руху верстата. Тобто, встановлений режим різання по потужності здійснений.

7. Визначення хвилинної подачі

Хвилинну подачу визначаємо по формулі:

$$S_{\text{хв}} = S_o \times n_{\text{ф}}, \text{ мм/хв} \quad (6.19)$$

При чорновій стадії обробки

$$S_{\text{хв}} = 0,42 \times 350 = 84 \text{ мм/хв}$$

Отримані значення режиму різання записуємо в таблицю 6.12

Таблиця 6.11 – Визначення режиму різання

Елементи режиму різання	Значення для чорнової стадії
Глибина різання t , мм	2,2
Подача S_o , мм/об	0,42
Швидкість різання $V_{\text{ф}}$, м/хв	180
Частота обертання шпинделя $n_{\text{ф}}$, об/хв	355
Хвилинна подача $S_{\text{хв}}$, мм/хв	84

Визначаємо основний час :

$$T_o = \frac{L}{S_o \cdot n_o} \cdot i, \text{ хв} \quad (6.20)$$

де L – довжина робочого ходу інструмента, мм

i – кількість проходів

$$L = l + y + \Delta, \text{ мм} \quad (6.21)$$

						ТМ 17190020-00 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			45

де l – довжина обробки, мм;

u – величина врізання, мм;

Δ – величина перебігу, мм; $\Delta = 1 \dots 5$ мм, приймаємо $\Delta = 2$ мм.

Для чоронвої стадії обробки

$$T_{o1} = \frac{229}{84} \cdot 1 = 2,72 \text{ хв}$$

Сумарний основний час по операції

$$T_o = T_{o1} + T_{o2} = 2,72 + 1,06 = 3,78 \text{ хв}$$

6.5 Технічне нормування операції

Визначаємо норму часу на операцію 020 вертикально- розточну.

Технічне нормування операції проводимо в наступній послідовності [19].

Визначаємо штучний час на операцію за формулою:

$$T_{шт} = T_{оп} \cdot \left(1 + \frac{a_{орг} + a_{відп}}{100}\right), \text{ хв} \quad (6.23)$$

де $T_{оп}$ – операційний час, хв.;

$a_{орг}$ – витрати часу на технічне обслуговування робочого місця, %; $a_{орг} = 4\%$;

$a_{відп}$ – витрати часу на відпочинок та особисті потреби, %; $a_{відп} = 4\%$

$$T_{оп} = T_o + T_d, \text{ хв} \quad (6.24)$$

де T_o – основний час на операцію, хв;

T_d – допоміжний час на операцію, хв;

$$T_d = T_{уст} + T_{пк} + T_{вим} + T_{зв}, \text{ хв} \quad (6.25)$$

де $T_{уст}$ – час на установку та зняття деталі, хв; $T_{уст} = 0,12$ хв.

$T_{пк}$ – час на прийоми керування, хв; $T_{пк} = 0,376$ хв.

$T_{вим}$ – час на вимірювання, хв; $T_{вим} = 0,09$ хв.

									Арк.
									46
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ТМ 17190020-00 ПЗ				

$T_{зв}$ – час на засоби вимірювання, $T_{зв} = 0,2$ хв.

$$T_d = 0,12 + 0,376 + 0,09 + 0,2 = 0,79 \text{ хв.}$$

$$T_{оп} = 0,27 + 0,79 = 1,06 \text{ хв}$$

$$T_{шт} = 1,2 \cdot \left(1 + \frac{4 + 4}{100}\right) = 1,36 \text{ хв.}$$

Визначаємо підготовчо-заклучний час за формулою:

$$T_{п-з} = T_{п-з_1} + T_{п-з_2} + T_{п-з_3}, \text{ хв} \quad (6.26)$$

де $T_{п-з_1}$ – час на прийоми які увійшли в комплекс, хв. (табл. 5.6);

$T_{п-з_2}$ – час на додаткові роботи, хв. (табл. 5.6);

$T_{п-з_3}$ – час на пробну обробку деталі, хв. (табл. 5.6).

$$T_{п-з} = 14 + 3 + 7 = 24 \text{ хв}$$

Визначаємо штучно-калькуляційний час за формулою:

$$T_{ш-к} = T_{шт} + \frac{T_{пз}}{n}, \text{ хв} \quad (6.27)$$

де n – кількість деталей в партії, шт..

$$T_{ш-к} = 1,36 + \frac{24}{330} = 1,43 \text{ хв}$$

На операцію 025 Токарну з ЧПК виконуємо технічне нормування за довідником [19] Результати розрахунків заносимо до таблиці 6.13.

Знаходимо норму допоміжного часу за формулою:

$$T_d = T_{уст} + T_{пер} + T_{вим}, \text{ хв} \quad (6.20)$$

де $T_{уст} = 4,1$ хв – час на установку і зняття деталі [6], с.33 карта 1 поз.20;

									Арк.
									47
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

$T_{пер} = 0,27$ хв – час пов'язаний з переходом [6], с.64 карта 18 поз.40;

$T_{вим} = 0,22$ хв – час на вимірювання [6], с.191 карта 86 поз.163.

$$T_d = 4,1 + 0,27 + 0,22 = 4,59 \text{ хв}$$

Оскільки гільза циліндра виготовляється в умовах середньосерійного виробництва розраховуємо технічні норми штучно-калькуляційного часу та складових за формулами:

$$T_{шт-к} = T_{шт} + T_{п.з}/N_{зап}, \text{ хв} \quad (6.21)$$

де $T_{п.з.} = 16$ хв – підготовчо заключний час;

$N_{зап}$ – кількість деталей в партії, згідно розрахунків, проведених раніше, ;

$$T_{шт} = T_{оп} + T_{техн.обсл} + T_{орг.обсл} + T_{відп}, \text{ хв} \quad (6.22)$$

$$T_{оп} = T_0 + T_d, \text{ хв} \quad (6.23)$$

де $T_{техн. обсл} = 3,5$ % від $T_{оп}$ – технічне обслуговування робочого місця;

$T_{орг. обсл} = 4,3$ % від $T_{оп}$ – організаційне обслуговування робочого місця;

$T_{відп} = 2,2$ % від $T_{оп}$ – час на відпочинок і особисті потреби.

$$T_{оп} = 1,55 + 4,59 = 6,14 \text{ хв}$$

$$T_{шт} = 6,14 + 0,215 + 0,264 + 0,135 = 6,754 \text{ хв}$$

Отже, штучно калькуляційний час становить:

$$T_{шт-к} = 6,754 + 16/48 \approx 7,084 \text{ хв}$$

Таблиця 5.7 – Нормування операції 025

Номер та найменування переходу	T_0 , хв	T_d , хв	$T_{оп}$, хв	$T_{техн. обсл}$, хв	$T_{орг. обсл}$, хв	$T_{відп}$, хв	$T_{шт}$, хв	$T_{шт-к}$, хв
1 Встановити, закріпити, зняти	-	4,1	-	3,5 % від $T_{оп}$	4,3% від $T_{оп}$	2,2% від $T_{оп}$	-	-

2 Точити поверхні по контуру згідно керуючої програми	1,55	0,49	-				-	-
Разом	1,55	4,59	6,14	0,215	0,264	0,135	6,754	7,084

7 ПРОЕКТУВАННЯ ВЕРСТАТНОГО ПРИСТРОЮ ДЛЯ УСТАНОВЛЕННЯ І ЗАКРІПЛЕННЯ ЗАГОТОВКИ

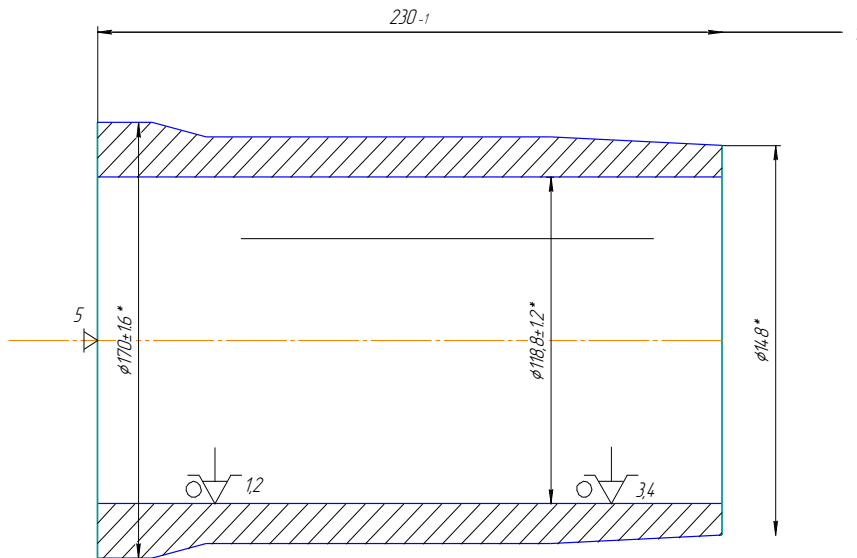
Згідно з завданням, необхідно спроектувати верстатне пристосування для базування і закріплення заготовки при обробці на токарній автоматній операції 015 гільза циліндра 02-12-19-09.005.

На токарній автоматній операції відбувається обробка чистових технологічних баз, а саме: одночасна обробка торців (рисунок 7.1).

В базовому технологічному процесі обробка здійснюється на токарному багаторізцевому копіювальному напівавтоматі моделі 1Н713. Робочий на даній операції має четвертий розряд. Застосування спеціального пристосування з механізованим приводом дозволить знизити розряд верстатника до третього і, крім того, знизити трудоемність обробки і підвищити стабільність параметрів точності та якості обробки. Попередньо приймаємо тип пристосування – нерозбірне спеціальне. Проектування пристосування виконуємо у відповідності до рекомендацій [22, 23]

Операційний ескіз деталі представлений на рисунку 7.1

									Арк.
									49
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ТМ 17190020-00 ПЗ				



* Розмір для довідок

Рисунок 7.1 Операційний ескіз гільзи циліндру

На даній операції відбувається чорнове підрізання торців гільзи. Точність лінійного розміру 230 мм - IT14 з допуском $T_1 = 1000$ мкм.

Точність форми розглянутих поверхонь на кресленні не обумовлена, і ми приймаємо їх в межах допусків на відповідні розміри.

Зокрема, для лінійних розмірів встановлюємо відхилення від циліндричності. Також розглядаємо допуск торцьового биття. В цьому випадку, для нормальної відносної геометричної точності «А» допуск торцьового биття становить 30% від допуску на розмір [10]:

$$T_{6230} = 0,3 \times T_{230} = 0,3 \times 1000 = 0,300 \text{ мм,}$$

Шорсткість оброблюваних поверхонь - Ra12,5 мкм

В процесі виконання операції реалізуються такі функції: Переміщення і попередня орієнтація заготовки.

0. Базування заготовки.
1. Закріплення заготовки.
2. Базування пристосування на верстаті.
3. Закріплення пристосування на верстаті.
4. Підведення і відведення енергоносія.

										Арк.
										50
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ТМ 17190020-00 ПЗ					

5. Утворення сили закріплення.
6. Управління енергоносієм.
7. Заміна настановних елементів.
8. Об'єднання функціональних вузлів.
9. Паралельна обробка поверхонь.
10. Холості ходи супортів верстата.
11. Створення безпечних умов праці.

В якості базової поверхні приймаємо центральний отвір заготовки $\varnothing 118,8 \pm 1,2$, який є подвійною направляючою базою, яка позбавляє деталь чотирьох ступенів свободи - двох поступальних і двох обертальних переміщень уздовж і навколо осей Z та Y при горизонтальному розташуванні осі X і осі заготовки. В якості опорної бази приймаємо верхній торець деталі, який позбавляє заготовку ще одного ступеня свободи - поступального переміщення уздовж осі X . Таким чином, на даній операції заготовка позбавлена п'яти ступенів свободи. Вакантним залишається обертання навколо власної осі - X , чого цілком достатньо для точної токарної обробки заданих поверхонь. Для такої схеми базування при використанні секторних оправок на діаметральні розміри заготовки похибки базування дорівнюють нулю. Точність обробки лінійних розмірів визначається поєднанням вимірювальної та технологічної баз. Для нашого випадку похибки базування на лінійні розміри також дорівнюють нулю.

Подальший аналіз показує, що точностні параметри базових поверхонь можна порівняти з точностними параметрами оброблюваних поверхонь і тому приймаємо схему базування з рис. 7.1.

Остаточний аналіз структури зав'язків зробимо, побудувавши таблицю односторонніх зав'язків, (таблиця 7.1).

Таблиця 7.1 - Таблиця односторонніх зав'язків при закріпленні заготовки

Індекс зв'язку		x	x'	y	y'	z	z'	ω_x	ω'_x	ω_y	ω'_y	ω_z	ω'_z
Спосіб	Реакція		R	R	R	R	R			R	R	R	R

					ТМ 17190020-00 ПЗ								Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата									51

реалізації	Сила закріплення			Р	Р	Р	Р						
	Сила тертя												

Як бачимо, на заготовку накладено 9 односторонніх зв'язків. Одна з них x' -повна, а решта - неповні, це обумовлено наявністю зазору між оправкою і отвором заготовки.

Щоб система стала врівноваженою під час обробки, заготовку необхідно позбавити можливості переміщатися по координатах x , ω_x , ω'_x .

З набору приватних функцій виділимо ті, які реалізуються протягом оперативного часу: 0, 1, 2, 5, 6, 7, 10, 11. Функції 3, 4, 8 впливають на підготовчо-заклучний час, функції 9, 12 прямого впливу на штучний час не роблять. На рис 7.2 представлена схема структури потоку функцій при їх послідовній реалізації.

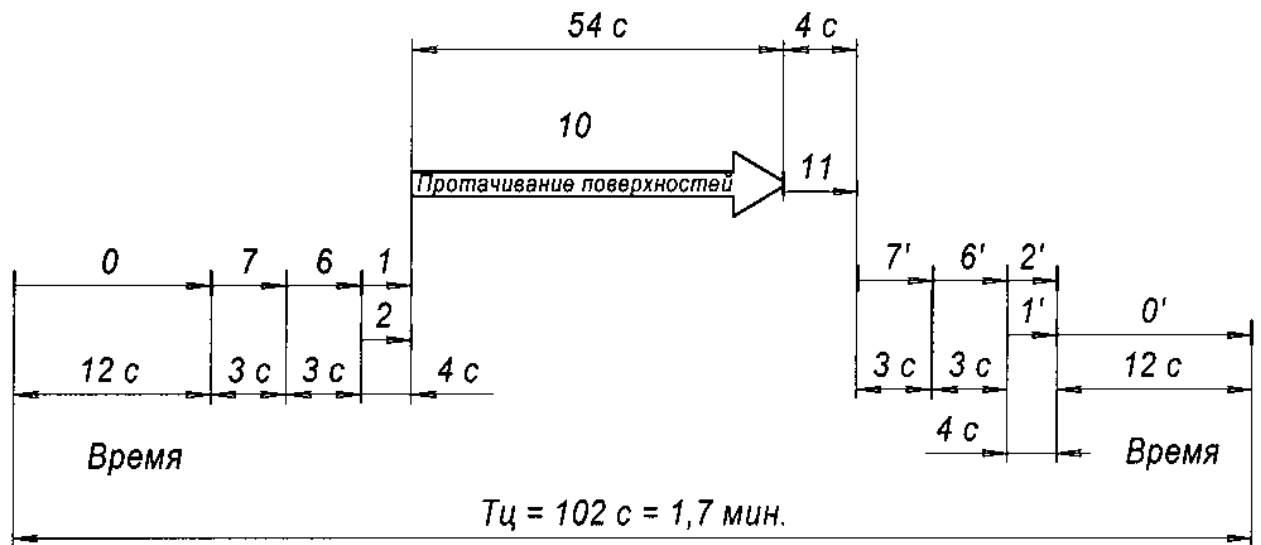


Рисунок 7.2 – Схема послідовної реалізації функцій

Представлена на рисунку 7.2 послідовна структура реалізації потоку функцій нас цілком задовольняє, оскільки її тривалість значно менше такту випуску:

$$T_{ц} = 1,7 \text{ мин} \ll T_{в} = 2,41 \text{ мин.}$$

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

Для визначення сил закріплення заготовки на токарно-автоматній операції побудуємо схему взаємного впливу поля сил, що обурюють і поля призначені врівноважити сил у взаємозв'язку з прийнятою схемою базування, рисунок 7.3.

Як видно з рисунка 7.3, недоліком прийнятого способу врівноваження є високий рівень енергетичних витрат на закріплення. Виходячи з цього, в таблиці 7.2 представлена структура зав'язків, що виникають при закріпленні заготовки. Додаток сил закріплення виключає зазор і перетворює зв'язку у, у', z, z', ω_z , ω_z' , ω_γ , ω_γ' , з неповних в повні, а також створює три відсутні до комплекту (12) зв'язку – x, ω_x , ω_x' .

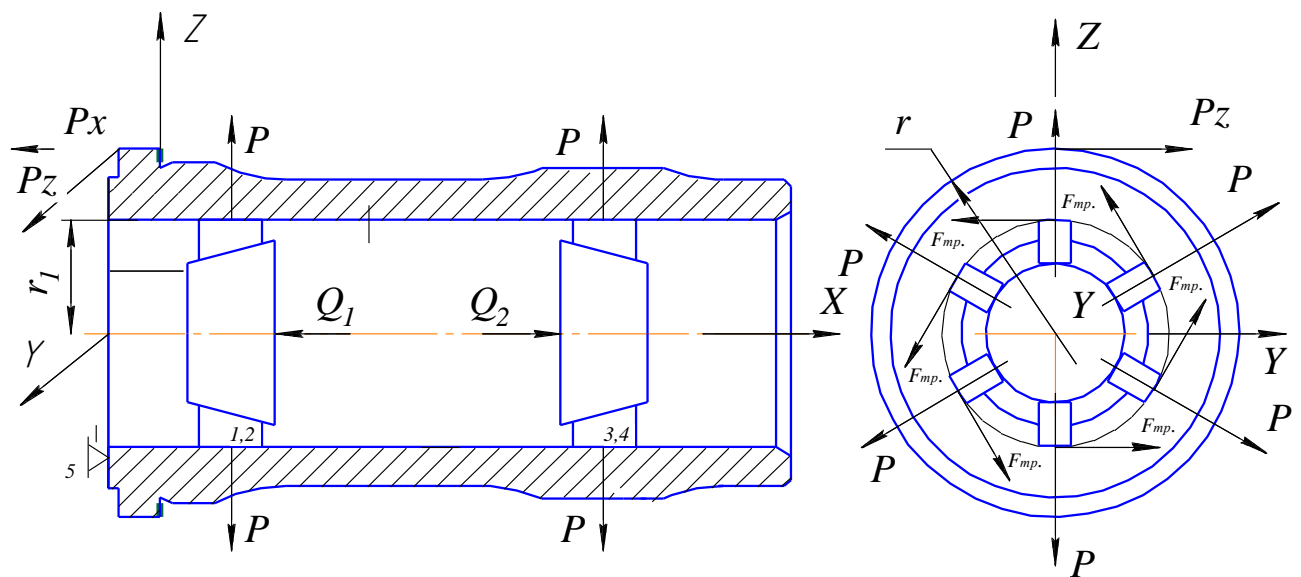


Рисунок 7.3 - Схема дії сил різання і сил закріплення заготовки у взаємозв'язку з прийнятою схемою базування

Недоліком такої схеми є значний енергетичний рівень, оскільки урівноваження здійснюється непрямим методом - силами тертя. Однак цей недолік компенсується простотою силообразуючого механізму - секторної оправлення з пневматичним приводом від верстата.

Таблиця 7.2 - Структура зав'язків, що виникають при закріпленні заготовки

Індекс зв'язку		x	x'	y	y'	z	z'	ω_x	ω'_x	ω_y	ω'_y	ω_z	ω'_z
Спосіб	реакція		R	R	R	R	R			R	R	R	R

реалізації	сила закріплення			P	P	P	P			P	P	P	P
	Сила тертя	F(P)						F(P)	F(P)				

З огляду на, що при точінні напрямом дії горизонтальної (вісевої) складової сили різання P_x здійснюється уздовж осі оброблюваних поверхонь заготовки на опору вздовж осі X (Рисунки 7.1 і 7.3), то розрахунок зусилля закріплення заготовки з умови не відриву від опори проводити не будемо

Підсумовуючи вище сказане, величину сумарного зусилля закріплення визначимо з умови непровороту заготовки на опорних поверхнях оправлення від тангенціальної складової сили різання P_z .

Для надійного закріплення заготовки необхідно, щоб момент тертя перевищував момент різання:

$$M_{тр} \geq M_{рез}; \quad (7.1)$$

або:

$$M_{тр} = K_{зап} \times M_{рез}; \quad (7.2)$$

де $M_{тр}$ - момент тертя, що створюється силами закріплення;

$M_{рез}$ - момент різання від сил різання;

$K_{зап}$ - коефіцієнт запасу.

Визначаємо коефіцієнт запасу за формулою:

$$K_{зап} = K_0 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_6, \quad (7.5)$$

де K_0 – гарантований коефіцієнт запасу, $K_0 = 1,5$ [23, с.119];

K_1 – коефіцієнт, що характеризує збільшення сили різання внаслідок затуплення ріжучого інструменту, $K_1 = 1,2$ [23, с.118, табл. 4.1];

K_2 – коефіцієнт, що враховує величину сили різання із-за випадкових нерівностей на оброблюваних поверхнях, $K_2 = 1,2$ [23, с.119];

K_3 – коефіцієнт, що враховує збільшення сили різання при переривчастому різанні, $K_3 = 1,0$ [23, с.119];

K_4 – коефіцієнт, що враховує непостійність сил закріплення в затискному

													Арк.
													54
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ТМ 17190020-00 ПЗ								

механізмі, $K_4 = 1,0$ [23, с.119];

K_5 – коефіцієнт, що характеризує ергономіку ручних затискних механізмів, $K_5 = 1,0$ [23, с.119];

K_6 – коефіцієнт, що враховує за наявності моменту, що крутить, $K_6 = 1,0$ [23, с. 120].

$$K = 1,5 \cdot 1,2 \cdot 1,2 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 2,16$$

Приймаємо коефіцієнт запасу $K = 2,5$.

Момент різання дорівнює

$$M_{рез} = P_z \times r; \quad (7.4)$$

де P_z - тангенціальна сила різання при точінні;

r - максимальний радіус прикладання сили різання при найбільш навантажених умовах обробки; $r = r_{max} = 80$ мм.

Сила різання при точінні дорівнює:

$$P_z = 10 \times C_p \times t^x \times S^y \times V^n \times K_p, \quad (7.5)$$

де $C_p = 92$ - для зовнішнього поздовжнього точіння чавуну твердосплавними різцями [8];

$$x = 1,0;$$

$$y = 0,75;$$

$$n = 0;$$

$$K_p = K_{mr} \times K_{\varphi} \times K_{\gamma} \times K_r \times K_{r\lambda}; \quad (7.6)$$

$K_{mr} = (HB/190)^n = (190/190)^{0,4} = 1,0$ - коефіцієнт, що враховує міцність оброблюваного матеріалу;

$K_{\varphi} = 0,89$ - коефіцієнт, що враховує вплив головного кута в плані ($\varphi = 90^\circ$);

$K_{\gamma} = 1,0$ - коефіцієнт, що враховує вплив переднього кута різця ($\gamma = 10^\circ$);

$K_{r\lambda} = 1,0$ - коефіцієнт, що враховує вплив кута нахилу головної різальної кромки різця ($\lambda = 0^\circ$);

$K_r = 1,0$ - коефіцієнт, що враховує радіус при вершині різця.

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

$$K_p = 1,0 \times 0,89 \times 1,0 \times 1,0 \times 1,0 = 0,89.$$

$$P_z = 10 \times 92 \times 0,35^{1,0} \times 0,150,75 \times 178,4^0 \times 0,89 = 68Н.$$

З урахуванням багатоінструментальною обробки сумарна сила різання буде дорівнює:

$$\sum P_z = P_z \times n \times K, \quad (7.7)$$

де $n = 6$ - кількість одночасно працюючих різців;

$K = 0,7$ - коефіцієнт, що враховує ймовірність роботи на максимальних режимах різання одночасно;

$$\sum P_z = 68 \times 6 \times 0,7 = 286Н.$$

Момент тертя визначається з умови:

$$M_{тр} = F_{тр} r_1; \quad (7.8)$$

де $F_{тр}$ - сила тертя;

r_1 - радіус прикладання сили тертя; $r_1 = 64,8$ мм;

$$F_{тр} = P \times f, Н; \quad (7.9)$$

де P - сили закріплення;

f - коефіцієнт тертя; $f = 0,2$;

У підсумку, сила закріплення дорівнює:

$$P = \frac{K_{зан} \times \sum P_z \times r}{r_1 \times f}, Н;$$

Після підстановки даних отримаємо:

$$P = \frac{2,5 \times 286 \times 80}{64,8 \times 0,2} = 4414Н.$$

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

ТМ 17190020-00 ПЗ

Тепер визначимо силу на штоках секторної оправлення. Її конструкція передбачає двоштоковий привід розтискання секторних кулачків оправлення. Загальна осьова сила Q визначається за формулою:

$$Q = P[\operatorname{tg}(\alpha + \varphi_1) + \operatorname{tg}\varphi_2], \quad (7.11)$$

де $\alpha = 10^\circ$ - кут клина секторів;

φ_1, φ_2 - с відповідно кути тертя на клині і напрямних секторів.

При $\varphi_1 = 0,15$; $\varphi_2 = \operatorname{arc} \operatorname{tg} f - \operatorname{arc} \operatorname{tg} 0,15 = 8,5^\circ$, получим:

$$Q = 4414[\operatorname{tg}(10^\circ + 8,5^\circ) + \operatorname{tg}8,5^\circ] = 2339 \text{ Н.}$$

Враховуючи що: $Q = Q_1 + Q_2$, а також, що:

$$Q_1 = Q_2 = Q/2 = 2339/2 = 1169,5 \text{ Н.}$$

Визначимо діаметр поршня:

$$D = \sqrt{\frac{4Q_1}{\pi \times p \times \eta} + 2,5d_{ш}^2}, \text{ мм}$$

де $d_{ш} = 2,5$ см - діаметр штока пневмоциліндра;

p - тиск в пневмосистемі; $p = 4$ кгс / см^2 ;

η - коефіцієнт корисної дії пневмопривода; $\eta = 0,8$

$$D = \sqrt{\frac{4 \times 116,95}{\pi \times 4 \times 0,8} + 2,5d^2} = 7,3 \text{ см.}$$

Приймаємо найближчий більший діаметр пневмокамери зі стандартного ряду: $D = 100$ мм [19].

До розрахунковим параметрам, які в більшій мірі вплинуть на досягнення заданих допусків оброблюваної заготовки, буде радіальне биття посадочних поверхонь оправлення. Цей параметр є однорідним з похибкою, обумовленою на операційному ескізі при виконанні токарно-копіювальної операції: радіальне

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

$$E_{np} = T \uparrow - K \sqrt{(K_1 \times E_\sigma)^2 + E_s^2 + E_y^2 + E_n^2 + (K_2 \times \omega)^2}, \text{ мкм;}$$

биття становить $T_{\uparrow} = 0,08\text{мм}$ і $T_{\downarrow} = 0,06\text{мм}$. Тоді допустиму похибку пристосування визначимо [5, 19]:

де $K = 1,2$ - коефіцієнт, що враховує можливе відхилення від нормального закону розподілу окремих складових,

$K_1 = 0,8$ - для випадків, коли $E \neq 0$

E_6 - похибка базування, в нашому випадку при базуванні в разжимной оправці, вісь останньою поєднується з віссю заготовки і $E_6 = 0$;

E_3 - похибка закріплення, в нашому випадку $E_3 = 20$ мкм;

E_y - похибка установки пристосування на столі верстата; $E_y = 20$ мкм;

$E_{и}$ - похибка від зношення установчих елементів пристосування. При рівномірному зношуванні оправки це не буде позначатися на радіальному битті заготовки, тому приймаємо $E_{и} = 0$ мкм;

$E_{п}$ - похибка установки і прекос інструменту на верстаті. У нашому випадку це не вплине на результати обробки і приймаємо $E_{п} = 0$;

$K_2 = 0,6$ - коефіцієнт, що враховує ймовірність появи похибки обробки;

$\omega = 40$ мкм [8] - середня економічна точність обробки.

Таким чином, отримаємо:

$$E_{пз} = 60 - 1,2 \sqrt{0 + 20^2 + 20^2 + 0 + 0 + (0,6 \times 40)^2} = 15 \text{ мкм.}$$

З урахуванням отриманих даних приймаємо допуск на радіальне биття посадочної поверхні оправки в межах 15 мкм.

Спроектване верстатне пристосування – секторна оправка складається з корпусу 1, в лівій частині якого виконано посадковий конус з метричною різьбою М80, за допомогою якого оправка консольно встановлюється в шпинделі токарного верстата. Крім того, для передачі крутного моменту від шпинделя верстата до оправки, на останній встановлюється фланець 2, в отворах якого

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

ТМ 17190020-00 ПЗ

розміщуються поводок 13 і шість кріпильних гвинтів 19.

У внутрішній частині корпусу 1 розташовані назустріч один одному по посадці Ø98H7/f7 два розтискних конуса 5, які отримують зустрічні осьові переміщення за допомогою двох тяг 8 і 9. При цьому, тяга 8 ковзає усередині корпусу 1 по посадці Ø50H11/d11, а тяга 9, в свою чергу, переміщається в осьовому напрямку всередині тяги 8 по посадці Ø40H11/d11. З'єднуються тяги 8 і 9 з розтискними конусами 5 за допомогою двох пальців 7. У радіальних пазах корпусу 1 на зовнішніх поверхнях розтискних конусів 5 встановлено два комплекти конічних секторів 4, при радіальних переміщеннях яких і відбувається закріплення заготовки. Для запобігання «розпаданню» секторів 4, останні притискаються до розтискного конуса 5 за допомогою притискних кілець 10. У середній частині оправки для запобігання потрапляння бруду, а також пошкодження рухомих елементів, встановлений кожух 6. З правого боку корпус 1 оправлення закритий кришкою 3. Крім того, в центральній частині корпусу 1 встановлений упор 12, що фіксується від проворота трьома гвинтами 17. Тяги 8 і 9 секторної оправки по внутрішнім різьбам М33 і М20 з'єднуються зі штоками пневмоциліндрів верстата.

Оброблювана заготовка посадковим отвором $\text{Ø}118,8 \pm 1,2$ встановлюється на сектора 4 оправки з упором в лівий торець. Після подачі повітря до відповідних порожнин пневмоциліндрів верстата, штоки останнього переміщують в протилежні сторони тяги 8 і 9 оправлення спільно з розтискними конусами 5, які і розтискають сектора 4, закріплюючи оброблювану заготовку. Розкріплення заготовки відбувається в зворотній послідовності.

									Арк.
									59
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ТМ 17190020-00 ПЗ				

ВИСНОВКИ

Під час виконання кваліфікаційної роботи бакалавра було виконане:

- проведений аналіз службового призначення машини – двигуна внутрішнього згорання; аналіз службового призначення вузла, що в нього входить – блоку циліндра та його складової деталі – гільзи циліндра. Крім цього виконаний опис конструктивних особливостей деталі та умови її експлуатації;
- проведений аналіз технічних вимог на виготовлення деталі – гільза циліндра 02-12-19-09.005, охарактеризований матеріал деталі, точність розмірів, та вимог, які ставлять до деталі;
- був проведений розрахунок типу виробництва – середньосерійний (при річному випуску деталей 3500 штук);
- виконаний вибір метода отримання заготовки та її розрахунок. Перевагу було надано методу відцентрового лиття так, як при даному методі виготовляють якісні відливки з дрібнозернистою структурою, також відливки мають підвищену щільність і міцність у поверхневому шарі. Був проведений розрахунок розмірів відливки по ГОСТ 26645-85 за результатами якого було спроектоване креслення заготовки з відповідними вимогами до нього;

					ТМ 17190020-00 ПЗ	Арк.
						60
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

– виконаний аналіз двох технологічних операцій технологічного процесу виготовлення гільзи циліндру. Для аналізу була обрані операції 020 – вертикально-розточна та 025 – токарна з ЧПК. Було розглянуто схеми базування та закріплення заготовки, обґрунтовано вибір ріжучих і вимірювальних інструментів та верстатних пристроїв;

– виконані розрахунки режиму різання та нормування часу технологічних операцій 020 та 025;

– виконаний комплект технологічної документації КТП, операційна карта та карта ескізу на операції 020 та 025.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

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

2. Кисликов В.Ф. Будова й експлуатація автомобілів: підручник / В.Ф. Кисликов. – К.: Либідь, 2000. – 400 с.

3. Лудченко О.А. Технічна експлуатація й обслуговування автомобілів: Технологія: підручник. – К.: Вища шк., 2007. – 527 с.

4. Вощенко А. И. Совершенствование технологии изготовления гильз цилиндров / А. И. Вощенко, С. Г. Пелых, Н. Г. Кульчицкий // Вестн. Харьк. политехн. ин-та. – 1988. – № 261: Прогресс. техн. обраб. металлов. – С. 60–63.

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

6. Горбацевич А.Ф., Шкред В.А. Курсовое проектирование по технологии машиностроения. - 4-е изд., перераб. и доп.-Минск: Вышэйш. школа, 1983.- 256 с.

7. Методичні вказівки та завдання до виконання практичних і контрольних робіт з курсу «Технологічні методи виробництва заготовок деталей машин»/

									Арк.
									61
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ТМ 17190020-00 ПЗ				

Укладачі: О.І. Акілов, Д.Г. Голдун. - Суми: Вид-во СумДУ, 2009. – 59 с.

8 ГОСТ 26645-85. Отливки из металлов и сплавов. Допуски размеров, массы и припуски на механическую обработку. – М.: Издательство стандартов, 1989.

9 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.

10 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.

11 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.

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

13 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.

14 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.

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

									Арк.
									62
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ТМ 17190020-00 ПЗ				

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

17 Общемашиностроительные нормативы времени и режимов резания для нормирования работ, выполняемых на универсальных и многоцелевых станках с числовым программным управлением. Часть 2. Нормативы режимов резания. Москва „Экономика” 1990, 472с.

18 Общемашиностроительные нормативы времени и режимов резания для нормирования работ, выполняемых на универсальных и многоцелевых станках с числовым программным управлением. Часть 1. Нормативы времени. Москва „Экономика” 1990, 206с.

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

20 Бабаев С.Г. Алмазное хонингование глубоких и точных отверстий. - М.: Машиностроение, 1978. - 102 с.

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

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

23. Ансеров М.А. Приспособления для металлорежущих станков / М.А. Ансеров- М.: Машиностроение, 1964.-652 с.

24. Гладка, Л.А .Методичні вказівки до виконання розділу «Охорона праці»

										Арк.
										63
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

ТМ 17190020-00 ПЗ

в дипломних проектах для студентів спеціальностей 7.090202 та 7.090203 денної та заочної форм навчання/ Суми: Вид-во СумДУ, 2003. - 23с.

25. ГОСТ 12.0.003-74 (СТ СЭВ 790-77) Система стандартов безопасности труда. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация / Сборник. – М.: Гос. ком. СССР по стандартам, 1983. – 296 с.

26. Юдин, Е.Я. Охрана труда в машиностроении: Учебник для машиностроительных вузов/Е. Я. Юдин, С. В. Белов, С. К. Баланцев и др.; Под ред. Е. Я. Юдина, С. В. Белова — 2-е изд., перераб. и доп.— М.: Машиностроение, 1983, 432.

					ТМ 17190020-00 ПЗ	Арк.
						64
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		