

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

Форма № Н-9.02

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 гільзи циліндра 02-12-19-09.005

Виконав: студент IV курсу, групи *ТМ-61К*

напряму підготовки (спеціальності)

131 – Прикладна механіка

(Технології машинобудування)

(шифр і назва напряму підготовки, спеціальності)

Штурмак С. С

(прізвище та ініціали)

Керівник: *Динник О.Д.*

(прізвище та ініціали)

Рецензент: _____

(прізвище та ініціали)

2020

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Сумський державний університет

Кафедра «Технологія машинобудування, верстати та інструменти»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

_____ В.О.Залога

«___» _____ 2020р.

**ПРОЕКТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ
ВИГОТОВЛЕННЯ ГІЛЬЗИ ЦИЛІНДРА 02-12-19-09.005**

Бакалаврська кваліфікаційна робота

Напрямок підготовки 131 – Прикладна механіка

(Технології машинобудування)

Студент

Штурмак С.С.

Керівник

Динник О.Д.

Нормоконтроль

Динник О.Д.

2020

Форма № Н-9.01

**Державний вищий навчальний заклад
«Сумський державний університет»**

Інститут, факультет	<i>Технічних систем та енергоефективних технологій</i>
Кафедра	<i>Технології машинобудування, верстатів та інструментів</i>
Освітній рівень	<i>перший (бакалаврський)</i>
Напрямок підготовки	<i>131 – Прикладна механіка (Технології машинобудування)</i>
Спеціальність	(шифр і назва)
	(шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри технології
машинобудування, верстатів та
інструментів

_____ В.О.Залога
«__» _____ 2020р.

ЗАВДАННЯ

НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЕКТ (РОБОТУ) СТУДЕНТА

Штурмак Сергій Сергійович

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту (роботи) *Проектування технологічного
процесу виготовлення гільзи циліндра 02-12-19-09.005*

керівник проекту *ст.викладач каф. ФЗНД к.т.н Динник О.Д.*
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом вищого навчального закладу від « 15 » січня 2020 року №07-III
2. Строк подання студентом проекту (роботи) « 11 » червня 2020 року

3. Вихідні дані до проекту(роботи)
*Креслення деталі «гільза циліндра 02-12-19-09.005»
Річний обсяг випуску деталей – 3500 шт.*

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, розробка технічних вимог на заготовку

4.6 Аналіз існуючого технологічного процесу виготовлення деталі

4.7 Проектування верстатного пристрою

5. Консультанти розділів проекту (роботи)

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

6. Дата видачі завдання « _____ » _____ 20__ 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 виробництва та форми його організації</i>		
4	<i>Аналіз технологічності конструкції деталі</i>		
5	<i>Вибір способу отримання заготовки, розробка технічних вимог на заготовку</i>		
6	<i>Аналіз існуючого технологічного процесу виготовлення деталі</i>		
7	<i>Проектування верстатного пристрою</i>		
8	<i>Оформлення графічної частини роботи</i>		

Студент

_____ (підпис)

Керівник проекту (роботи)

_____ (підпис)

Штурмак С.С

(прізвище та ініціали)

Динник О.Д.

(прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

Записка: 65 с., 29 табл., 14 рис., 61 формула, 20 літературних джерел

Об'єкт дослідження – гільза циліндра 02-12-19-09.005

Мета роботи – аналіз технологічного процесу виготовлення гільзи циліндра 02-12-19-09.005.

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 02-12-19-09.005.

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 17090070-00 ПЗ				
		№ докум.	Підпис						
Розробив		Штврмак С.С			Проектування технологічного процесу виготовлення гільзи циліндра 02-12-19-09.005		Літ.	Арк.	Аркушів
Перевірив		Динник О.Д.					5	62	
Реценз.							КІСумДУ, ТМ-61к		
Н. Контр.		Динник О.Д.							
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.

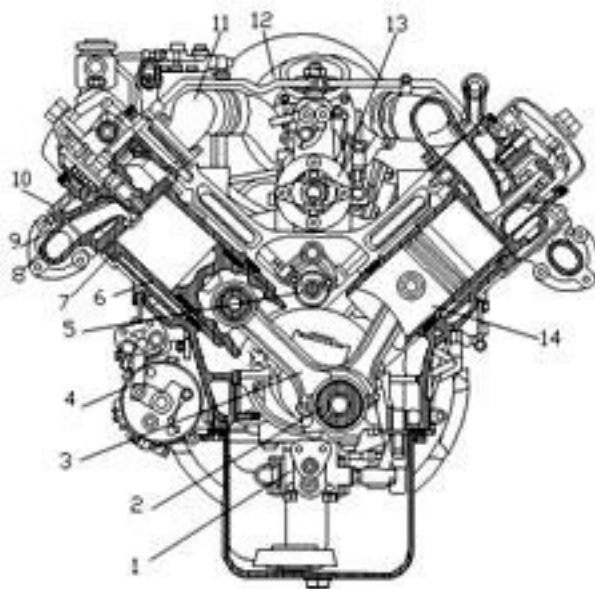
									Арк.
									6
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

ТМ 17090070-00 ПЗ

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

Службове призначення двигуна внутрішнього згорання (ДВЗ)

Гільза циліндра 02-12-19-09.005 - 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 – паливний насос високого тиску, 14 – поршень

Рисунок 1.1 – Ескіз двигуна внутрішнього згорання ГАЗ-52

ДВЗ – найбільш поширений механізм приводу транспортних засобів.

						ТМ 17090070-00 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			7

Серед основних вимог, що ставляться до ДВЗ – економність, надійність у роботі, простота у виготовленні та обслуговуванні, зручність та легкість маневрування й керування, плавність у роботі і відсутність вібрацій []. ДВЗ повинен мати якомога менші габаритні розміри і вагу.

Основні технічні характеристики двигуна ГАЗ- 52 []:

- 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.
- Міра стискування - 6,2.
- Максимальна потужність, обмежена регулятором, при 2800 об/хв – 75.
- Порядок роботи циліндрів ДВС ГАЗ- 52 - 1-5-3-6-2-4.

Службове призначення блоку циліндру []

Основною деталлю ДВЗ є блок циліндру (БЦ) – суцільнолита деталь, що об'єднує собою циліндри двигуна. Матеріалом блоку циліндрів, частіше за все, є чавун. 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.

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 [].

Гільза циліндру 02-12-19-09.005 належить до мокрого типу. Це означає, що під час роботи зовнішня поверхня – сорочка має безпосередній контакт з

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

ТМ 17090070-00 ПЗ

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 забезпечення 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.

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) [1].

Матеріал гільзи – чавун спеціальний на основі сірого чавуну.

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.

Високоякісні та дорогі легуючі метали, 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;
- 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, повинна бути герметичною і зносостійкою, оскільки по дзеркалу робочої поверхні А з частотою до 2100 об/хв ковзає поршень з поршневыми кільцями. Тому особливу увагу під час виготовлення необхідно приділити 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 (рисунок 1.2)

					ТМ 17090070-00 ПЗ	Арк.
						10
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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 – опорна база. Тобто, 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) [].

Таблиця 1.2 – 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 1.3 – 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).

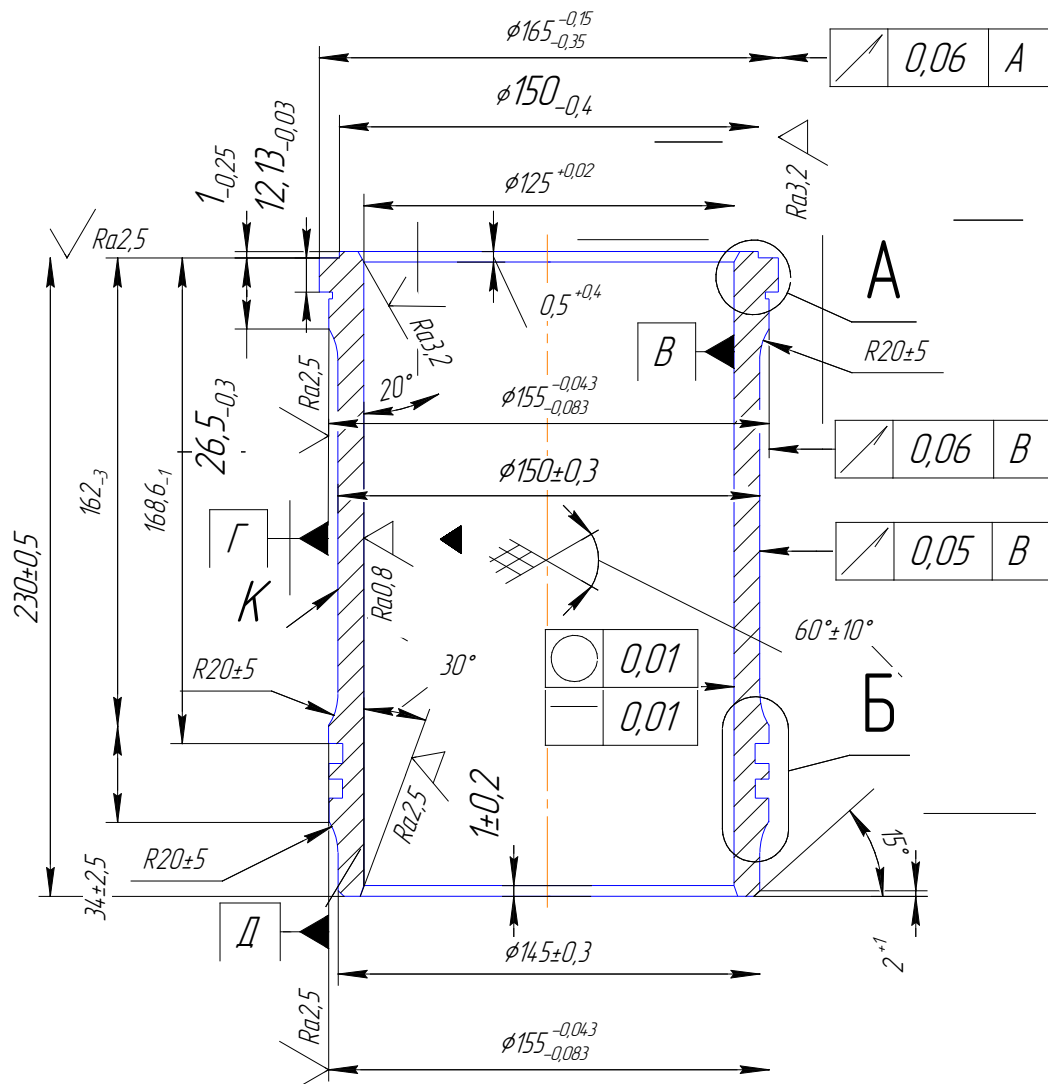


Рисунок 2.1 – Ескіз гільзи циліндра

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.
									13
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ТМ 17090070-00 ПЗ				

згорання, утворена гільзою, повинна бути герметичною і зносостійкою, оскільки по дзеркалу робочої поверхні А 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.

До внутрішнього діаметру деталі, який є виконавчою поверхнею, ставиться вимога циліндричності в межах 0,01 мм та паралельності 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 канавок ставиться вимога радіального биття в межах 0,02 мм відносно поверхні А, то 0,03 мм відносно поверхонь В та С – так як в них ставляться спеціальні кільця для ущільнення.

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

До зовнішньої циліндричної поверхні $\varnothing 147 \pm 0,3$ ставиться вимога радіального биття в межах 0,03 мм відносно поверхні В, а для зовнішньої циліндричної поверхні $\varnothing 155_{-0,083}^{-0,043}$ – вимога радіального биття 0,5 мм відносно поверхні А. Вважаємо, що дані вимоги є не обґрунтованими тому, що дані поверхні є вільними, і не контактують з іншими поверхнями.

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.

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

									Арк.
									14
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

ТМ 17090070-00 ПЗ

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: [2]

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

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 багаторізева	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 копіювальна	1,51	0,034	1	0,034	21
040	Токарна копіювальна	1,54	0,035	1	0,035	21
045	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

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

де N - річна програма випуску, шт;

					ТМ 17090070-00 ПЗ	Арк.
						15
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$T_{шт}$ - 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 $P = 2$ верстати . Решту розрахунків 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 робочому місці визначається по формулі:

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

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

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 []
Середньосерійний тип виробництва характеризується обмеженою номенклатурою виробів, що виготовляються партіями і порівняно великим об'ємом випуску, що періодично повторюються.

Номенклатура продукції досить стійка. Однотипна продукція

									Арк.
									16
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ТМ 17090070-00 ПЗ				

виготовляється партіями.

- широке використання верстатів з ЧПК, спеціалізованих верстатів, які розміщуються на предметно замкнутих дільницях;
- 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, єдністю засобів технологічного оснащення.

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.

					ТМ 17090070-00 ПЗ	Арк.
						17
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 []

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. У загальному випадку розмірні ланцюги забезпечують однозначне визначення всіх конструктивних елементів деталі.

Матеріалом деталі є чавун легований спеціальний на основі сірого чавуну СЧ24. Аналіз матеріалу деталі показує, що використання його 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

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

ТМ 17090070-00 ПЗ

в одну сторону без різких перепадів. Внутрішня порожнина гільзи наскрізна, без ступенів, одного діаметра $\varnothing 125^{+0,06}$ мм.

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 17090070-00 ПЗ	Арк.
						19
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 для деталей виливки.

В нашому випадку пропоную 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.

Проведемо техніко-економічне порівняння двох альтернативних способів по їх собівартості. Визначимо собівартості отримання заготовок відцентровим литтям і литтям у кокіль за формулою [2], с. 31:

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

де $C_{центр} = 28000$ грн/т - вартість отримання 1тони 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; ([2], с.32, табл.2.7);

$K_m = 1,05$ – коефіцієнт, що залежить від точності; ([2], с.33);

$K_c = 1,0$ – коефіцієнт, що залежить від групи складності; ([2], с.33, табл.2.8);

$K_e = 1,0$ – коефіцієнт, що залежить від марки матеріалу; ([2], с.33, табл.2.8);

$K_m = 0,82$ – коефіцієнт, що залежить від маси заготовки; ([2], с.34);

$K_n = 1,0$ – коефіцієнт, що залежить від об'єму виробництва заготовки; ([2], с.31, табл.2.6)

Визначаємо собівартість виготовлення заготовки методом відцентрового лиття:

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

ТМ 17090070-00 ПЗ

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

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.

Для конструювання заготовки користуємося ГОСТ 26645-85 та 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;

Розраховуємо припуски заготовки для заданої деталі по ГОСТ 26645-85.

Дані заносимо до таблиці 5.1.

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

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

									Арк.
									21
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ТМ 17090070-00 ПЗ				

Виконуємо ескіз заготовки, одержаної методом відцентрового лиття (рисунок 4.1)

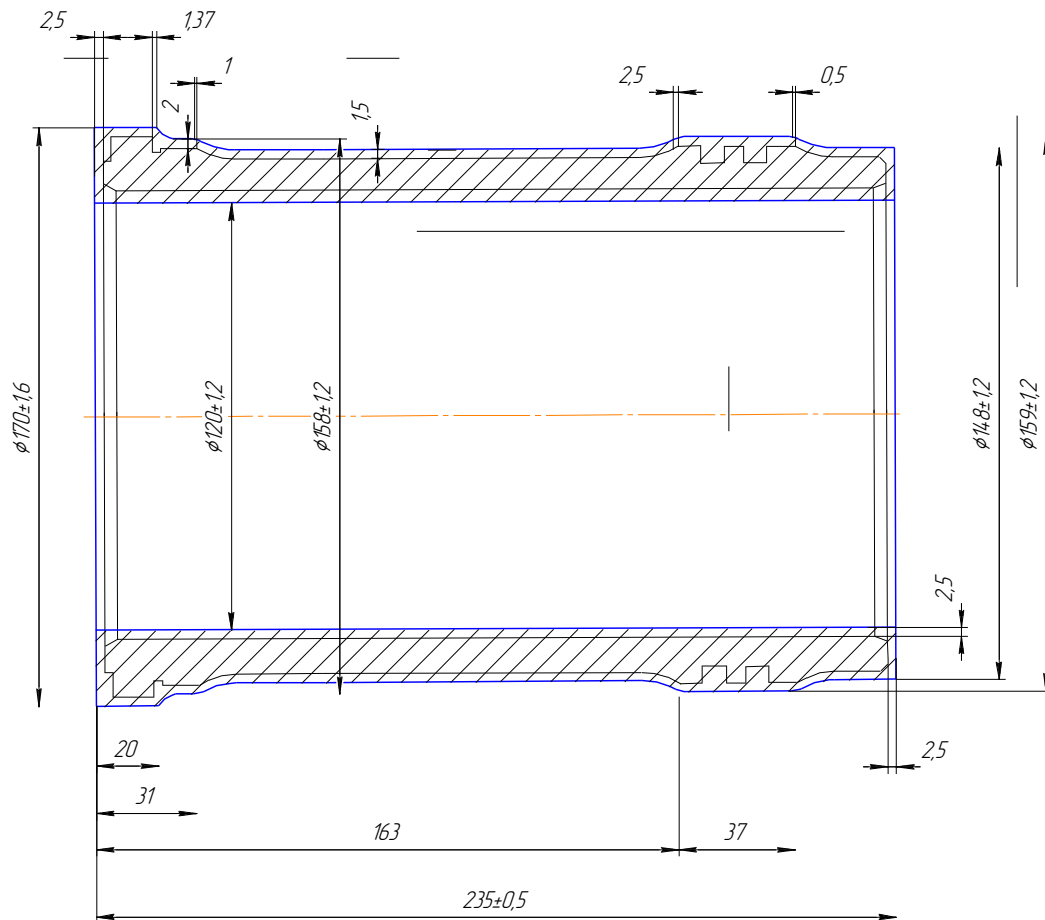


Рисунок 5.1 – Ескіз заготовки гільзи циліндра

Визначаємо масу заготовки за формулою:

$$m_z = V_{заг} \times \gamma, \text{ кг} \quad (4.1)$$

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

γ - густина чавуну; $\gamma = 6,7 \times 10^{-6}$ кг мм³.

$$V_{заг} = V_1 + V_2 + V_3 + V_4 - V_5, \text{ мм}^3 \quad (4.2)$$

										Арк.
										22
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ТМ 17090070-00 ПЗ					

$$V_1 = \frac{\pi \cdot D^2}{4} \times \ell_1, \text{ мм}^3 \quad (4.3)$$

$$V_1 = \frac{3,14 \times 163,2^2}{4} \times 29,1 = 608419,3 \text{ мм}^3$$

$$V_2 = \frac{\pi \cdot D^2}{4} \times \ell_2, \text{ мм}^3 \quad (4.4)$$

$$V_2 = \frac{3,14 \times 156,2^2}{4} \times 167,3 = 3202344,05 \text{ мм}^3$$

$$V_3 = \frac{1}{3} \times \pi \times h \times (R_1^2 + R_2 \times R_1 + R_2^2), \text{ мм}^3 \quad (4.5)$$

$$V_3 = \frac{1}{3} \times 3,14 \times 5 \times (81,6^2 + 78,1 \times 81,6 + 78,1^2) = 100119,58 \text{ мм}^3$$

$$V_4 = \frac{1}{3} \times \pi \times h \times (R_1^2 + R_2 \times R_1 + R_2^2), \text{ мм}^3 \quad (4.6)$$

$$V_4 = \frac{1}{3} \times 3,14 \times 28,6 \times (78,1^2 + 73,6 \times 78,1 + 73,6^2) = 516813,94 \text{ мм}^3$$

$$V_5 = \frac{\pi \cdot D^2}{4} \times \ell_5, \text{ мм}^3 \quad (4.7)$$

$$V_5 = \frac{3,14 \times 126,8^2}{4} \times 225,2 = 2842343,4 \text{ мм}^3$$

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

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

Визначаємо коефіцієнт використання матеріалу:

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

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

6 АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЧНОЇ ОПЕРАЦІЇ ІСНУЮЧОГО ЧИ ТИПОВОГО ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ

Базовий технологічний процес гільзи циліндра 02-12-19-09.005 складається з таких механічних операцій: токарних (токарно-багаторіздевих, токарних з ЧПК, токарно-копіювальних), вертикально – розточувальних, хонінгувальних, а також термічної, мийної та контрольної. (таблиця 6.1). 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.

Таблиця 6.1 – Базовий технологічний процес виготовлення гільзи циліндру

№ операції	Назва операції	Короткий зміст операції	Обладнання
1	2	3	4
005	Лиття металів та сплавів		Машина для відцентрового лиття 4937А
010	Термічна	Відпал для зняття внутрішніх напружень	Піч для відпалу
015	Токарно – багаторіздева	Відрізка кілець, підрізка торців	Токарний багаторіздевий напівавтомат моделі 1Н713
020	Вертикально – розточувальна	Чорнове розточування отвору з шорсткістю Ra = 6,3мкм	Вертикально-розточувальний верстат моделі КЛА-120
025	Токарна з ЧПК	Чорнова обточка зовнішніх циліндричних поверхонь з шорсткістю Ra = 12,5мкм	Токарний верстат з ЧПК моделі РТ755Ф311
030	Відпускання	Досягнення необхідних властивостей матеріалу	Піч термічна
035	Вертикально – хонінгувальна	Попереднє хонінгування центрального отвору, параметр шорсткості Ra = 3,2мкм	Вертикально - хонінгувальний верстат моделі 3М86

					ТМ 17090070-00 ПЗ	Арк.
						25
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Продовження таблиці 6.1

1	2	3	4
040	Токарна з ЧПК	Напівчистове точіння зовнішніх циліндричних поверхонь та торців	Токарний верстат з ЧПК моделі РТ755Ф311
045	Токарна з ЧПК	Чистове точіння зовнішніх циліндричних поверхонь, торців та канавок	Токарний верстат з ЧПК моделі РТ755Ф311
050	Вертикально – хонінгувальна	Чистове хонінгування центрального отвору, параметр шорсткості Ra = 1,6мкм	Вертикально - хонінгувальний верстат моделі 3М86
055	Вертикально – хонінгувальна	Тонке хонінгування отвору параметр шорсткості Ra = 0,8мкм	Вертикально - хонінгувальний верстат моделі 3М86
060	Мийна		Ванна
065	Маркувальна		
070	Випробування на герметичність		Машина для випробування
075	Технічний контроль		Стіл ВТК

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.

										Арк.
										26
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ТМ 17090070-00 ПЗ					

Для вказаних технологічних переходів визначаємо елементи припуску R_z , T , ρ , ε ; [4]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 заготовки, мкм $\rho_{ексц} = 950$ мкм.

$$\rho = \sqrt{850^2 + 950^2} = 1275 \text{ мкм}$$

Визначаємо величину просторових відхилень розміщення для інших переходів за формулою:

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

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

- для чорнового розточування $k_y = 0,06$;
- для чистового розточування $k_y = 0,05$;
- для чорнового хонінгування $k_y = 0,04$;
- для чистового хонінгування $k_y = 0,02$.

Розраховуємо ρ для кожного переходу:

$$\rho_{роз.чор} = 0.06 \times 1275 = 77 \text{ мкм}$$

$$\rho_{роз.чист} = 0.05 \times 1275 = 64 \text{ мкм}$$

$$\rho_{хон.чор} = 0.04 \times 1275 = 51 \text{ мкм}$$

$$\rho_{хон.чист} = 0.02 \times 1275 = 25 \text{ мкм}$$

Визначаємо похибку установки деталі для закріплення в затискному пристосуванні з пневматичним затиском:

$$\varepsilon_{роз.чор} = 130 \text{ мкм}; \quad \varepsilon_{роз.чист} = 110 \text{ мкм};$$

Значення похибок установки ε_y при обробці заготовки на лезових операціях при базуванні та закріпленні на оправках беремо з [8], а при хонінгуванні вони відсутні, так як хонінгувальна головка в процесі обробки самоцентрується по осі

									Арк.
									27
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ТМ 17090070-00 ПЗ				

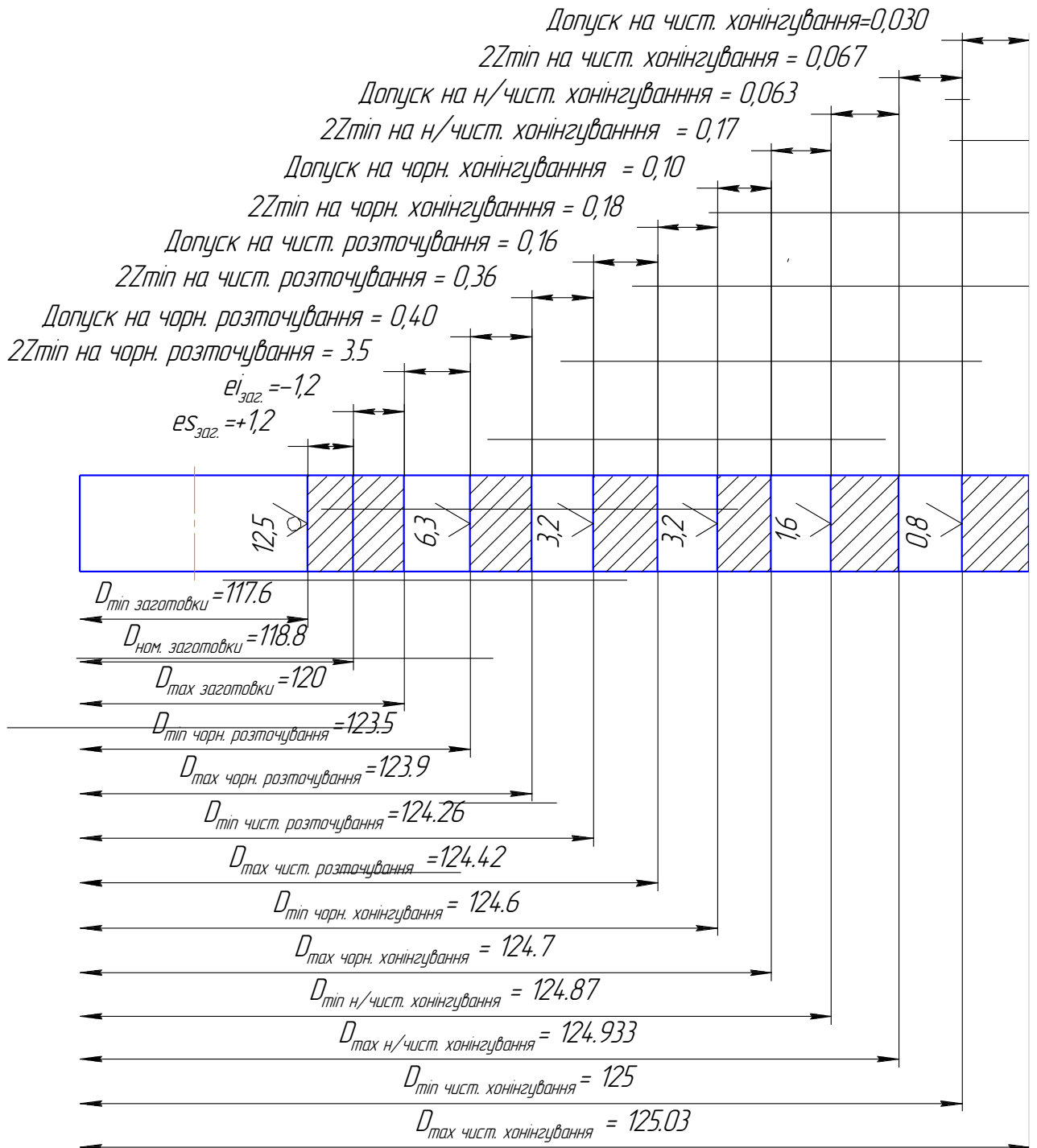


Рисунок 6.1 – Схема розташування припусків і допусків розміру $\text{Ø}130^{+0,3}\text{мм}$

									Арк.
									29
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ТМ 17090070-00 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.

Проаналізуємо операцію 020 – вертикально-розточна. На цій операції проводиться напівчистова обробка внутрішньої циліндричної поверхні (витримується 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 $\varnothing 151,6$ з відношенням $d/l < 1$, позбавляє чотирьох ступенів вільності: переміщення і обертання по осях X і Y; опорна - торець деталі, позбавляє одного ступеня вільності: переміщення по осі Z (рисунк 6.1).

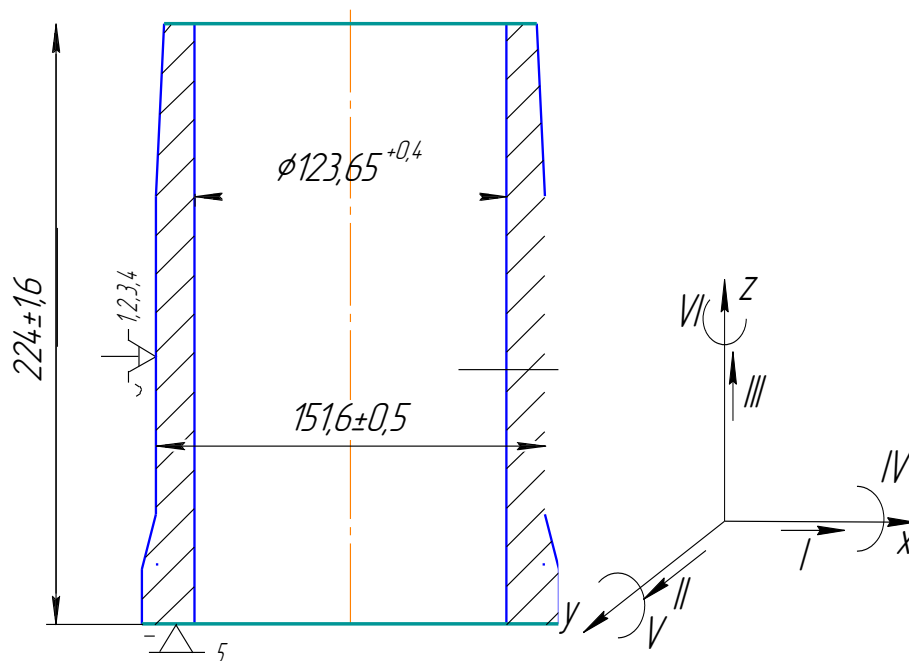


Рисунок 6.3 – Схема базування на 020 операції

					ТМ 17090070-00 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		30

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 025 токарна з ЧПК

На даній операції (рисунок 6.3) відбувається напівчистова обробка деталі по контуру

Деталь при такій схемі базування позбавляється п'яти ступенів вільності. Оскільки гільза відноситься до довгих циліндричних деталей, технологічні бази наступні: подвійна напрямна - внутрішня довга циліндрична поверхня деталі Ø123,65 мм, яка позбавляє деталь чотирьох ступенів вільності: двох переміщень і двох обертань по осях X і Y; опорна – лівий торець гільзи, позбавляє одного ступеня вільності: переміщення по осі Z.

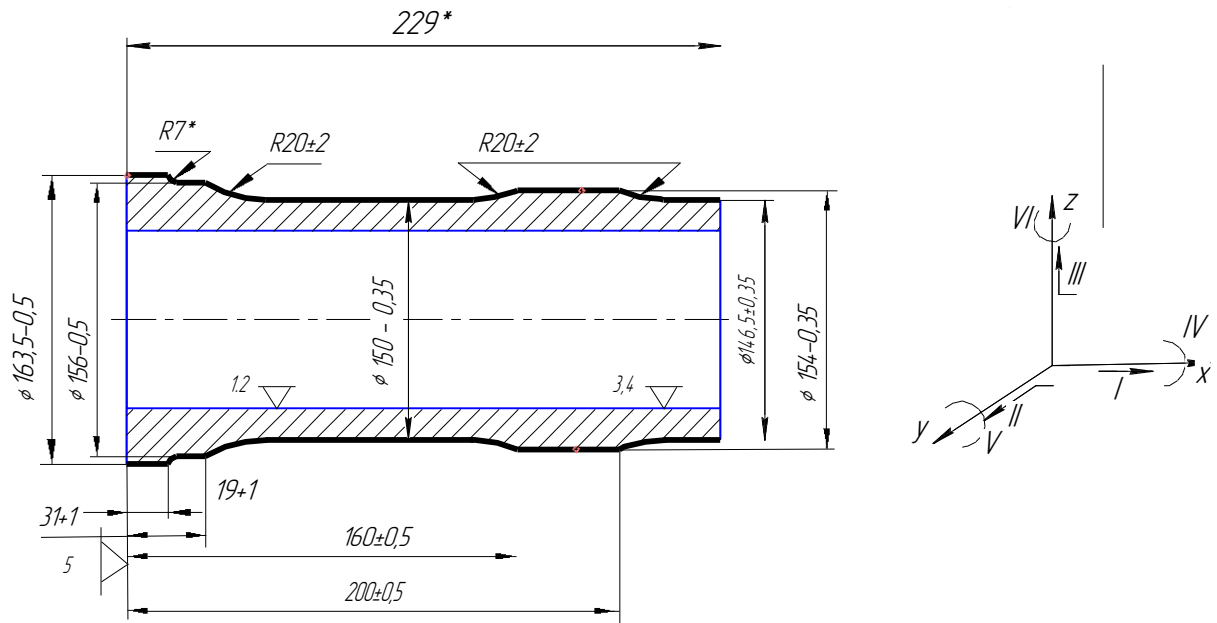


Рисунок 6.4 – Схема базування на операції 040

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 замкнених ділянках. Проаналізуємо верстати, що застосовуються на розглянутих операціях у заводському технологічному процесі. Обладнання, що застосовується, відповідає за характеристиками середньосерійному типу виробництва. Але верстати, що застосовуються у заводському техпроцесі для обробки гільзи циліндра, габарити робочого простору завищені. Тому вважаємо за доцільне підібрати подібні за ступенем автоматизації верстати, проте з меншими розмірами.

Таблиця 6.6 – Вибір обладнання на операції, що аналізуються

Найменування операції	Найменування обладнання, що використовується в заводському технологічному процесі	Пропоноване найменування обладнання
020 Вертикально – розточна	Вертикально – розточний напівавтомат 2Е78П	Вертикально – розточений напівавтомат КЛ-А120
040 Токарна з ЧПК	Токарний верстат з ЧПК моделі 16К20Ф3	Токарний верстат з ЧПК моделі РТ755Ф311

Технічні характеристики обраних верстатів наведені в таблицях 6.7 – 6.8

Операція 020 Вертикально – розточна. Спеціалізований верстат моделі КЛ-А120 призначений для розточування блоків циліндрів і гільз суднових, автотракторних і мотоциклетних двигунів, а також для свердління, підрізування торців і розточування отворів в окремих деталях.

									Арк.
									33
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

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 сірого спеціального чавуну на основі СЧ24 ГОСТ 1412-85 в якості матеріалу різальної ножів зенкеру приймаємо твердий сплав ВК8, при напівчистовій обробці – матеріал робочої частини різців – сплав ВК6

На основі попереднього аналізу і з урахуванням середньосерійного виробництва, в проектному технологічному процесі на розглянутих операціях обираємо нерозбірні верстатні пристосування (НСП), оснащені пневматичними приводами (таблиця 6.5).

Таблиця 6.5 Вибір технологічного оснащення на аналізовані операції

Найменування операції	Верстатні пристосування	Ріжучий інструмент	Вимірювальний інструмент
1	2	3	4
020 Вертикально - розточна	Спеціальне пристосування	Зенкер 2808-1114 ВК8 ГОСТ 19052-80	Калібр плоский 126,65 ^{+0,3} СТП МН 04-82 Нутромір НИ-100-160-1-0,01 ГОСТ 868-82 штангенциркуль ШЦ-I-125-0,1 ГОСТ 166-89 зразки шорсткості ГОСТ 3789-73
015 Автоматна токарна	Спеціальна секторна оправка	Різець 2690-1019 ВК8 ГОСТ 19052-80	Калібри - скоби Ø160; Ø146 ГОСТ18335-73 Штангенциркуль ШЦ-II-250-0,05 ГОСТ 166-89 зразки шорсткості ГОСТ 3789-73

									Арк.
									35
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ТМ 17090070-00 ПЗ				

6.5 Розрахунки режимів різання

Призначення режиму різання на вертикально - розточну операцію
Розрахунки проводимо за довідником [4]

Устаткування: вертикально – розточувальний верстат моделі КЛ-А120.

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:

$$t = \frac{D-d}{2} = \frac{123,5-120}{2} = 1,75 \text{ мм}$$

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,]:

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

T – період стійкості, $T = 100$ хв;

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

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

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

$$K_{IV} = 0,8 \text{ (табл. 5, с.263);}$$

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

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

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

K_p – поправний коефіцієнт, визначаємо за формулою:

$$K_p = K_{m_p} \cdot K_{\phi_p} \cdot K_{\gamma_p} \cdot K_{\lambda_p} \cdot K_{r_p}, \quad (6.11)$$

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

$$K_{m_p} = \left(\frac{HB}{190} \right)^{n_v} = \left(\frac{240}{190} \right)^{0,4} = 1,1$$

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,

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

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

8. Визначаємо потужність різання:

$$N_{рез} = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60}, \text{кВт} \quad (6.12)$$

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

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

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

					ТМ 17090070-00 ПЗ	Арк.
						38
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

η - коефіцієнт корисної дії

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

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

Потужність різання менше потужності електродвигуна, тобто обробка можлива.

9. Визначаємо основний час обробки на даному переході:

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

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 переході 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 Ø99,2мм	1,75	0,56	315	98,12	1	232,6	1,32

Розрахунок режимів різання на операцію 0... Токарну з ЧПК

Розрахунки виконуємо за нормативами [6]

1. Вибір стадій обробки

На даній операції на всіх поверхнях виконуємо чорнову та напівчистову стадію обробки. Операційний ескіз наведений на рисунку 6.5

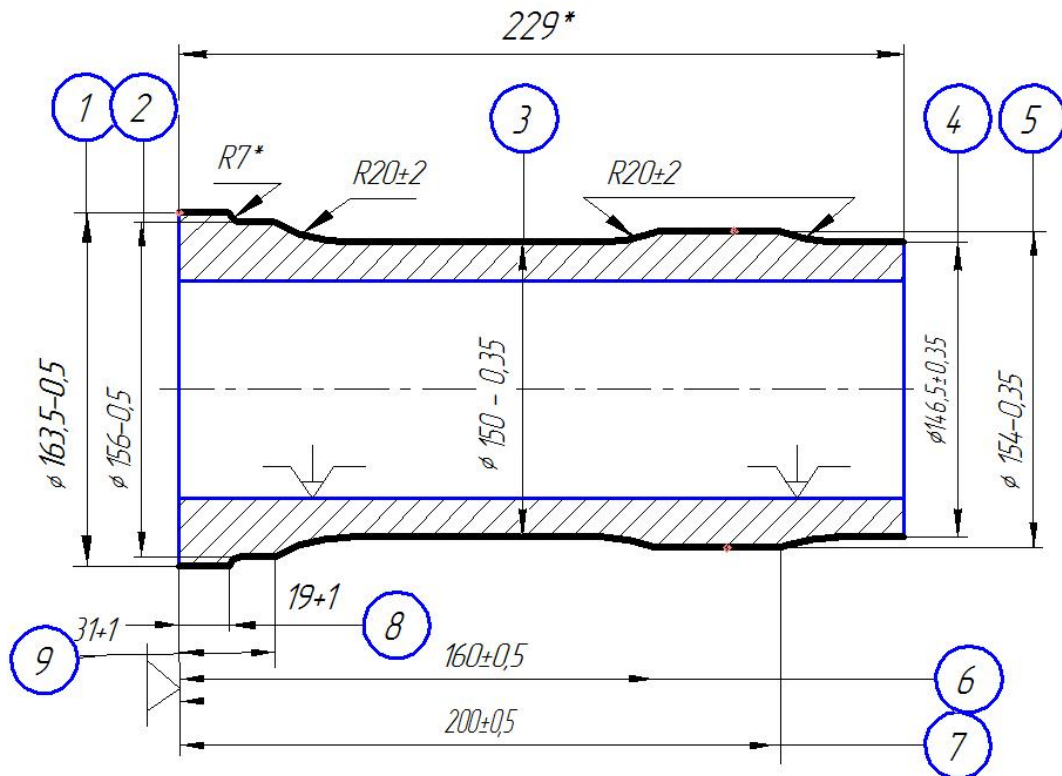


Рисунок 6.5 – Операційний ескіз

2. Вибір глибини різання

Розрахунок проводимо по лімітуючій поверхні, тобто діаметру 163,5мм. Визначаємо мінімально необхідну глибину різання для напівчистої стадії обробки [с.37 карта 2]: $t_{нч}=0,5\text{мм}$

Глибина різання для чорнової стадії:

$$t_c = \frac{D-d}{2} - t_{нч} = \frac{170 - 163,5}{2} - 0,5 = 2,75\text{мм}$$

3. Вибір інструменту

На верстаті РТ755Ф311 встановлюють різці з перерізом державки 25×25 мм,

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

ТМ 17090070-00 ПЗ

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 ВК4, пластини 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 $r_b = 1,0$.

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 $K_{sp}=1,0$.

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 $K_{sj} = 1,0$.

Остаточна подача для чорнової стадії обробки

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

									Арк.
									41
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

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

Для напівчистої стадії обробки для поверхні подачу вибираємо по карті 4 (с.41) $S_{от} = 0,82$ мм/об. Поправочні коефіцієнти в залежності від інструментального матеріалу $K_{si} = 0,95$ і способу кріплення пластини $K_{sp} = 1,1$.

По карті 5 (с.42 – 45) визначаємо поправочні коефіцієнти на подачу напівчистову 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 $K_{sy} = 1,0$;

стану поверхні заготовки $K_{sn} = 1,0$;

геометричних параметрів різця $K_s = 1,0$;

жорсткості верстата $K_{sj} = 0,75$

Остаточна подача для напівчистої стадії обробки

$$S_{от} = S_{от} \times K_{si} \times K_{sp} \times K_{sd} \times K_{sh} \times K_{sm} \times K_{sy} \times K_{sn} \times K_s \times K_{sj}, \text{ мм/об} \quad (6.12)$$

$$S_{от} = 0,82 \times 0,95 \times 1,1 \times 1,0 \times 1,05 \times 0,9 \times 1,0 \times 1,0 \times 1,0 \times 0,75 = 0,61 \text{ мм/об}$$

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 $K_v = 1,4$;

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

ТМ 17090070-00 ПЗ

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

наявності охолодження $K_{VЖ} = 1,0$.

Остаточно швидкість різання при чорновій стадії обробки

$$V_T = V_T \times K_{vi} \times K_{vc} \times K_{vo} \times K_{vj} \times K_{vm} \times K_v \times K_{VT} \times K_{VЖ}, \text{ м/хв} \quad (6.13)$$

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

Рекомендовані значення швидкості різання для напівчистої стадії обробки вибираємо по карті 21 с.78. Швидкість різання $V_T = 214 \text{ м/хв}$,

поправочний коефіцієнт на швидкість різання в залежності від інструментального матеріалу $K_{vi} = 0,85$.

По карті 23 (с.82-84) вибираємо решту поправочних коефіцієнтів на швидкість різання при напівчистій стадії 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 $K_v = 1,0$;

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

наявності охолодження $K_{VЖ} = 1,0$.

Остаточно швидкість різання при напівчистовій стадії обробки

$$V = V_T \times K_{vi} \times K_{vc} \times K_{vo} \times K_{vj} \times K_{vm} \times K_v \times K_{VT} \times K_{VЖ}, \text{ м/хв} \quad (6.14)$$

$$V = 214 \times 0,85 \times 1,0 \times 1,0 \times 1,0 \times 1,0 \times 1,0 \times 1,0 \times 1,0 = 179,8 \text{ м/хв}$$

Частоту обертання шпинделя визначаємо по формулі:

$$n = \frac{1000 \times V}{\pi \times D} \text{ об/хв} \quad (6.15)$$

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

ТМ 17090070-00 ПЗ

Розрахунок ведемо для максимальних діаметрів поверхонь, оброблюваних на відповідних стадіях обробки

Таблиця 6.11 – Розрахунок максимальних діаметрів на оброблених стадіях

Номер поверхні	Стадії обробки	
	чорнова	напівчистова
1	Ø 164,8	Ø 163,9
2	Ø 158,2	Ø 157
3	Ø150,2	Ø148
4	Ø155,8	Ø154,8
5	Ø147,2	Ø145

На чорновій стадії обробки

$$n = \frac{1000 \times 98,4}{3,14 \times 164,8} = 190,15 \text{ об / хв}$$

При напівчистовій стадії обробки

$$n = \frac{1000 \times 179,8}{3,14 \times 163,9} = 349,1 \text{ об / хв}$$

Коректуємо частоту обертання шпинделя по паспорту верстата і приймаємо:

$$n = 200 \text{ об/хв.}; n = 350 \text{ об/хв}$$

Фактичну швидкість різання визначаємо по формулі:

$$V_{\phi} = \frac{\pi \times D \times n_{\phi}}{1000} \quad (6.16)$$

$$V_{\phi} = \frac{3,14 \times 164,8 \times 200}{1000} = 103,5 \text{ м / хв}$$

$$V_{\phi} = \frac{3,14 \times 163,5 \times 355}{1000} = 180 \text{ м / хв}$$

6. Перевірка вибраних режимів по потужності приводу головного руху

										Арк.
										44
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

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

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

Табличну потужність коректуємо по формулі:

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

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

Для напівчистої стадії обробки табличну потужність різання визначаємо по карті 21 (с.77): $N_{\text{таб}} = 5,8$ кВт

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

Табличну потужність коректуємо по формулі:

$$N = N_{\text{таб}} \times K_{\text{NM}} \times \frac{V_{\phi}}{V_m} \quad (6.18)$$

$$N = 5,8 \times 1,0 \times \frac{150}{149,8} = 5,81 \text{ кВт}$$

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:

$$S_{\text{хв}} = S_0 \times n_{\phi}, \text{ мм/хв} \quad (6.19)$$

При чорновій стадії обробки

$$S_{\text{хв}} = 0,42 \times 200 = 84 \text{ мм/хв}$$

					ТМ 17090070-00 ПЗ	Арк.
						45
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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 [6].

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.

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

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

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

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

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

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 [6] 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;

$T_{пер} = 0,27$ 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:

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

$$T_{шт-к} = T_{шт} + T_{п.з}/N_{зап}, \text{ хв} \quad (5.15)$$

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

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

$$T_{шт} = T_{оп} + T_{техн.обсл} + T_{орг.обсл} + T_{відп}, \text{ хв} \quad (5.17)$$

$$T_{оп} = T_0 + T_d, \text{ хв} \quad (5.18)$$

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 010

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 Підрізати торець $\varnothing 163,2 \pm 1,0$ мм	1,55	0,49	-				-	-
Разом	1,55	4,59	6,14	0,215	0,264	0,135	6,754	7,084

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;

– 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.

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

ТМ 17090070-00 ПЗ

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Марочник статей 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. Сирота В.І. Основи конструкції автомобілів / В.І. Сирота – К.: Аристей, 2005. – 280с.

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 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 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.

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

7 Методичні вказівки до оформлення документації при виконанні розрахунково-графічних і курсових робіт, курсових і дипломних проектів з

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

ТМ 17090070-00 ПЗ

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 ГОСТ 26645-85. Отливки из металлов и сплавов.

10 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.

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

					ТМ 17090070-00 ПЗ	Арк.
						52
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		