

**Відокремлений структурний підрозділ
«Класичний фаховий коледж Сумського державного університету»**

Відділення бакалаврату

(повне найменування інституту, назва факультету (відділення))

Циклова комісія «Бакалаврат інженерних спеціальностей»

(повна назва кафедри (предметної, циклової комісії))

Пояснювальна записка

до кваліфікаційної (роботи)

перший (бакалаврський)

(освітній рівень)

на тему: *Проектування технологічного процесу*

виготовлення гільзи циліндра 224-15.00402

Виконав: студент IV курсу, групи ГМз-01б

напряму підготовки (спеціальності)

133 – Галузеве машинобудування

(Галузеве машинобудування)

(шифр і назва напряму підготовки, спеціальності)

Вихренко О.А

(прізвище та ініціали)

Керівник: *Динник О.Д*

(прізвище та ініціали)

Рецензент: *Коротун М.М*

(прізвище та ініціали)

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Класичний фаховий коледж Сумського державного університету

Циклова комісія «Бакалаврат інженерних спеціальностей»

ЗАТВЕРДЖУЮ
Директор ВСП КФКСумДУ

_____ Т.В.Гребеник

« ___ » _____ 2024 р

ПРОЕКТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ВИГОТОВЛЕННЯ

ГІЛЬЗИ ЦИЛІНДРА 224-15.00402

Бакалаврська кваліфікаційна робота

Напрямок підготовки 133 – Галузеве машинобудування

(Галузеве машинобудування)

Студент

Вихренко О.А.

Керівник

Динник О.Д.

Нормоконтроль

Динник О.Д.

Відокремлений структурний підрозділ

«Класичний фаховий коледж Сумського державного університету»

Інститут, факультет Відділення бакалаврату
Кафедра Циклова комісія «Бакалаврат інженерних спеціальностей»
Освітній рівень перший (бакалаврський)
Напрямок підготовки 133 – Галузеве машинобудування (Галузеве машинобудування)
(шифр і назва)
Спеціальність _____
(шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ
Директор ВСП КФКСумДУ

_____ Т.В.Гребеник

« ___ » _____ 2024 р.

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

Вихренко Олег Анатолійович

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту (роботи) Проектування технологічного процесу виготовлення гільзи циліндра 224-15.00402

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

затверджені наказом вищого навчального закладу від «06» березня 2024 року № 43-ст

Строк подання студентом проекту (роботи) «10» червня 2024 року

3. Вихідні дані до проекту (роботи) _____
Креслення деталі «гільзи циліндра 224-15.00402»

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>	27.04.2024	
2	<i>Аналіз технічних вимог на виготовлення деталі</i>	29.04.2024	
3	<i>Визначення типу та форми організації виробництва</i>	30.04.2024	
4	<i>Аналіз технологічності конструкції деталі</i>	02.05.2024	
5	<i>Вибір способу отримання заготовки та розробка технічних вимог до неї</i>	04.05.2024	
6	<i>Аналіз існуючого чи типового технологічного процесу виготовлення деталі</i>	19.05.2024	
7	<i>Проектування верстатного пристрою для установлення і закріплення заготовки</i>	25.05.2024	
8	<i>Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях</i>	28.05.2024	
9	<i>Оформлення креслень</i>	29.05.2024	
10	<i>Оформлення альбому технологічної документації</i>	05.06.2024	
11	<i>Оформлення пояснювальної записки</i>	08.06.2024	

Студент

_____ (підпис)

Вихренко О.А.
(прізвище та ініціали)

Керівник проекту (роботи)

_____ (підпис)

Динник О.Д.
(прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

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

Об'єкт дослідження – гільза циліндра 224-15.00402

Мета роботи – аналіз технологічного процесу виготовлення гільзи циліндра 224-15.00402.

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 224-15.00402.

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 виробництва, такту випуску та партії запуску	16
4 Аналіз технологічності конструкції деталі	21
5 Вибір способу отримання заготовки та розробка технічних вимог до неї	24
6 Аналіз типового технологічного процесу	29
6.1 Розрахунок припусків на механічну обробку	31
6.2 Аналіз і обґрунтування схеми базування і закріплення заготовки....	34
6.3 Обґрунтування вибору металорізальних верстатів	41
6.4 Обґрунтування вибору верстатних пристроїв, металорізального та вимірювального інструментів	43
6.5 Розрахунки режимів різання.....	44
6.6 Технічне нормування операцій.....	51
7 Проектування верстатного пристрою	55
Висновки	60
Список літератури.....	61
Додатки	

					<i>ГМ 20190027-00 ПЗ</i>			
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Проектування технологічного процесу виготовлення гільзи циліндру 224-15.00402	Літ.	Арк.	Акрушів
Розроб.		Вихренко О.А.					4	62
Перевір.		Динник О.Д.						
Н. Контр.		Динник О.Д.				КФКСумДУ ГМз-01б		
Затверд.		Динник О.Д.						

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.

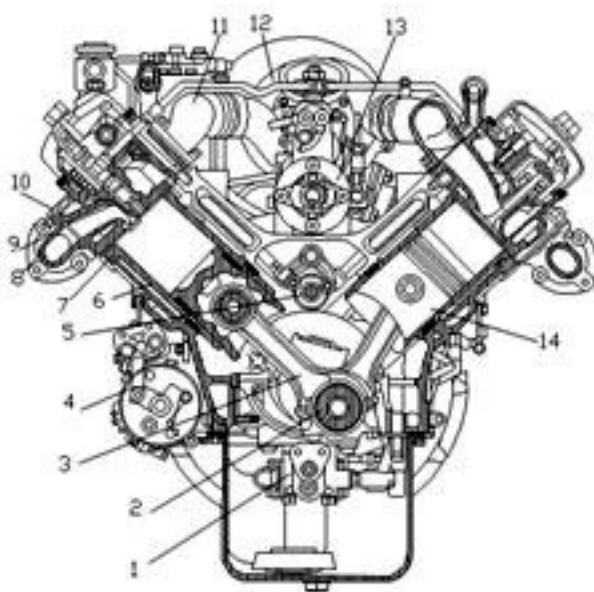
Для обробки внутрішньої поверхні гільзи, яка є виконавчою, застосовується спосіб плосковершинного хонінгування. Даний спосіб обробки формує мікрорельєф, що забезпечує ефективне змащування деталей, що контактують в процесі роботи а також підвищують їх зносостійкість.

									Арк.
									6
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ГМ 20190027-00 ПЗ				

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

Службове призначення двигуна внутрішнього згорання (ДВЗ)

Гільза циліндра 224-15.00402 - 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.

					<i>ГМ 20190027-00 ПЗ</i>	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 [2]. ДВЗ повинен мати якомога менші габаритні розміри і вагу.

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.
- 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 [2]

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 [2].

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					

ГМ 20190027-00 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) [3].

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)

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

ГМ 20190027-00 ПЗ

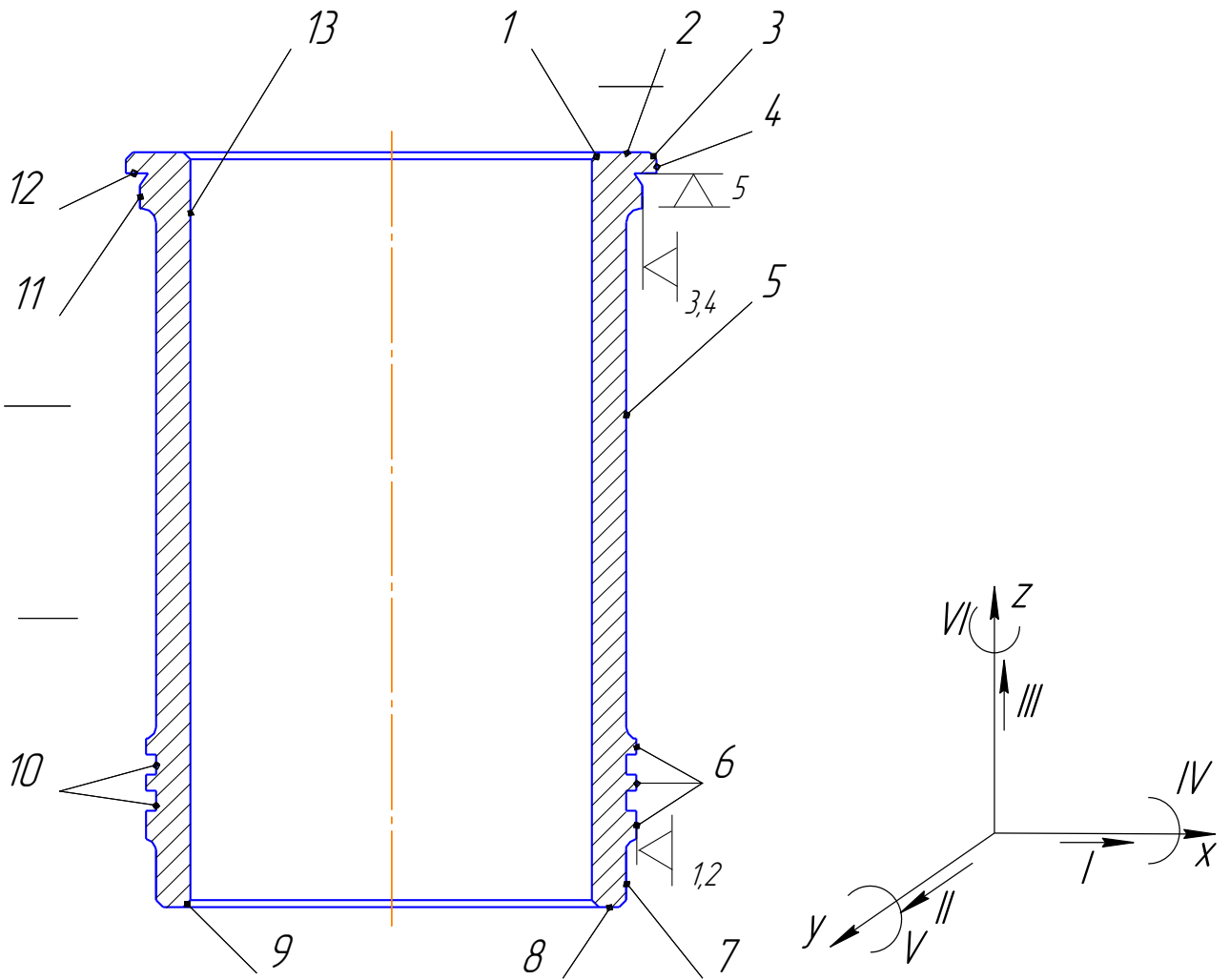


Рисунок 1.2 – Класифікація поверхонь гільзи і схема базування у вузлі

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

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 пояса 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) [5].

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).

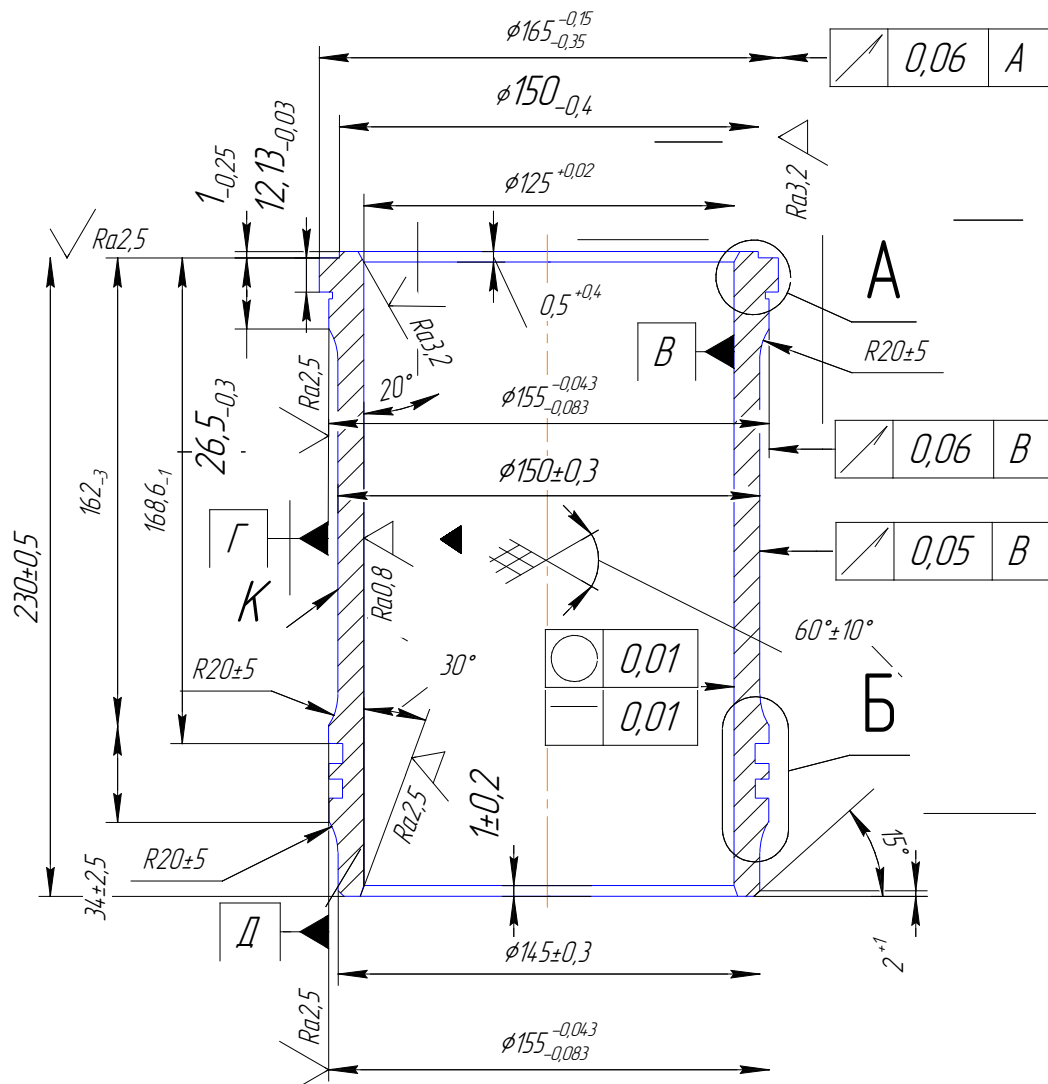


Рисунок 2.1 – Ескіз гільзи циліндра

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	ГМ 20190027-00 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.

					ГМ 20190027-00 ПЗ	Арк.
						14
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 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;

$T_{шт}$ - 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 [5] 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	ГМ 20190027-00 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.

									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 [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. 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	ГМ 20190027-00 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.

					<i>ГМ 20190027-00 ПЗ</i>	Арк.
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		19

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 [6], 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 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; ([6], с.33);

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

$K_e = 1,0$ – 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);

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

Визначаємо собівартість виготовлення заготовки методом відцентрового лиття:

					ГМ 20190027-00 ПЗ	Арк.
						20
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

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 [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

					ГМ 20190027-00 ПЗ		Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			21

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

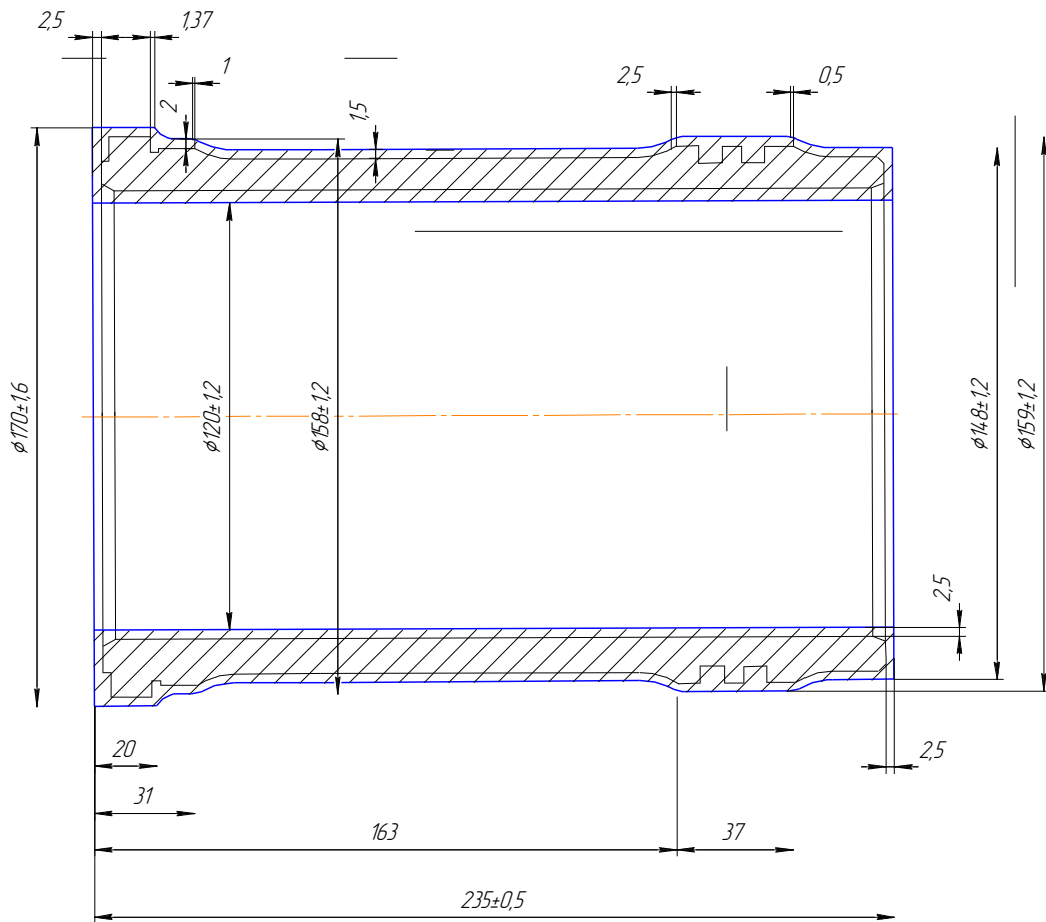


Рисунок 5.1 – Ескіз заготовки гільзи циліндра

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.

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

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ГМ 20190027-00 ПЗ

Арк.

22

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Визначаємо коефіцієнт використання матеріалу:

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

					ГМ 20190027-00 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		23

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

Розробляємо технічні вимоги на креслення заготовки [7]:

1. Відливка 1-ї групи складності ГОСТ 977-88.

Точність відливки 8- 7- 10- 7т См 0,8 ГОСТ 26645-85.

2. Хімічний склад чавуну спеціального:

C=3,2-3,5%; Cr=0,25-0,5%;

Si=1,9-2,4%; Cu=0,15-0,4%;

Mn=0,6-1%; P<=0,2%;

S<=0,15%; Ti<=0,08%;

C+Si=5,4-5,7%.

3. Твердість металевої основи на робочому діаметрі гільзи 229 – 277 НВ.

4. Механічні властивості чавуну не нижче марки СЧ24 ГОСТ1412-85.

Границя міцності на розтягування не менше 240 Мпа.

5. На поверхні заготовки допускаються окремі чисті раковини розміром не більше 3мм і глибиною до 1,5 мм.

6. Ливарні дефекти на зовнішній і внутрішній поверхнях гільзи не повинні розташовуватися один проти одного.

7. На оброблених поверхнях допускаються дефекти ливарного характеру глибиною 2/3 припуску на механічну обробку;

8 Тріщини та неметалеві включення не допускаються.

					ГМ 20190027-00 ПЗ	Арк.
						24
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

6 АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЧНОЇ ОПЕРАЦІЇ ІСНУЮЧОГО ЧИ ТИПОВОГО ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ

Базовий технологічний процес гільзи циліндра 224-15.00402 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-поршнєвої 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

					ГМ 20190027-00 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.

										ГМ 20190027-00 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата							26

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 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

					ГМ 20190027-00 ПЗ	Арк.
						27
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

оброблюваного отвору. Вихідні дані для розрахунків припусків для розміру $125^{+0,3}$ мм показані на рисунку 6.1

Наименование перехода или операции маршрута обработки поверхности	Обозначение точности	Пре- дельные откло- нения, мм	Элементы припуска, мкм				
			шерохо- ватость; Rz (i-1)	дефект; слой b (i-1)	престр; отклон p (i-1)	погрешность базир; Еб (i)	закр; Ез (i)
Отливка	кл. точн. 9	+1.200	-	-	-	-	-
	ГОСТ 26645-85	-1.200					
Черновое Растачивание	кавалитет 12	+0.400	200	300	1231	200	0
		0					
Чистовое Растачивание	кавалитет 10	+0.160	50	0	74	100	0
		0					
Первое хонингование	кавалитет 9	+0.100	25	0	62	0	0
		0					
Второе хонингование	кавалитет 8	+0.063	10	0	49	0	0
		0					
Третье хонингование	кавалитет 6	+0.030	5	0	25	0	0
	+0.030 0	0					

Рисунок 6.1 – Вихідні дані для розрахунків припусків розміру $\text{Ø}125^{+0,3}$ мм

Подальші розрахунки припусків і операційних розмірів заготовки поводимо за допомогою ПК у програмі PRIPUSK. Результати розрахунків представлені в додатку Б.

Схему розташування припусків і допусків при обробці розміру $\text{Ø}125^{+0,3}$ мм покажемо на рисунку 6.1

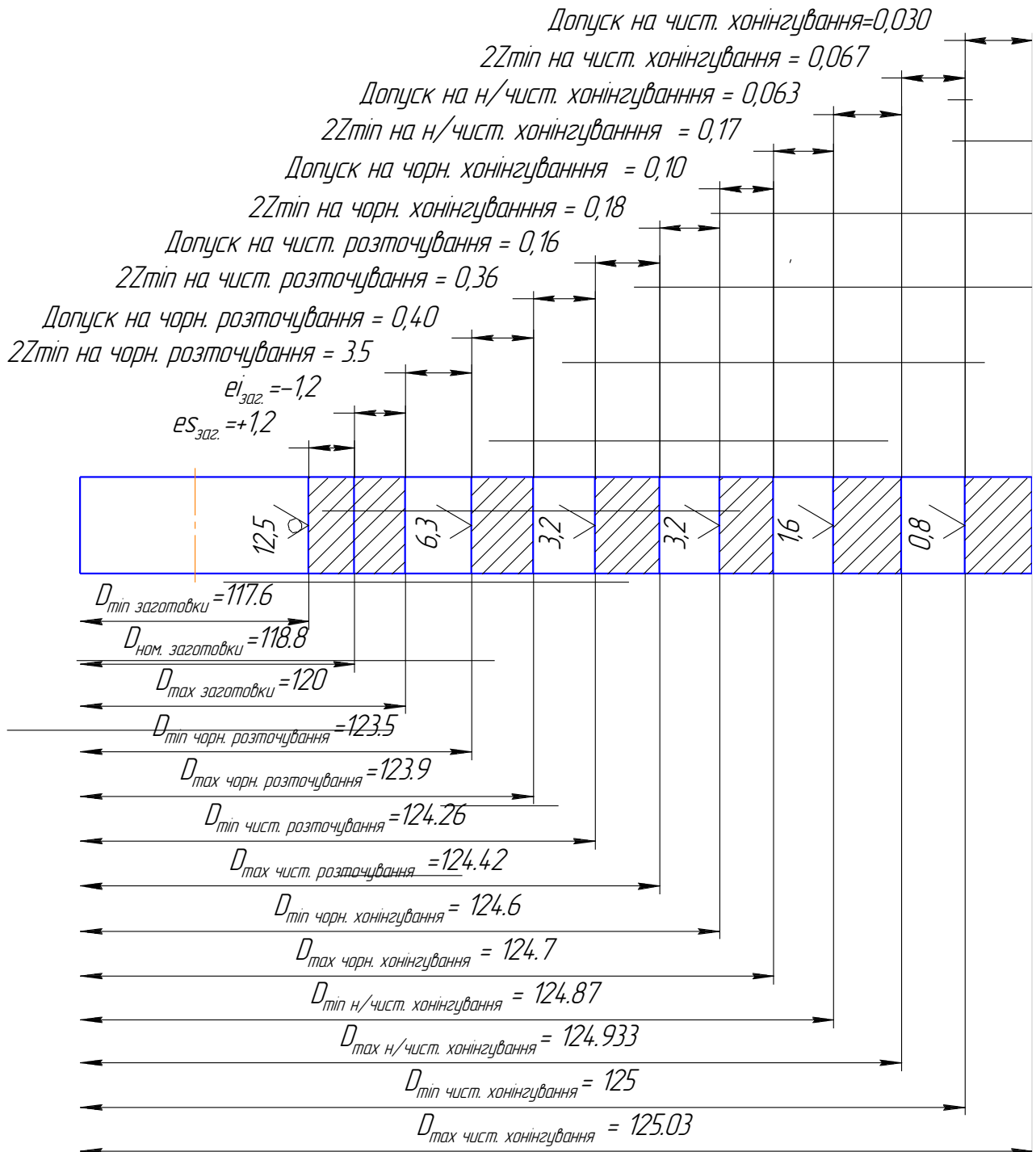


Рисунок 6.1 – Схема розташування припусків і допусків розміру $\varnothing 125^{+0,3}$ мм

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 вимірювальної), 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 (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).

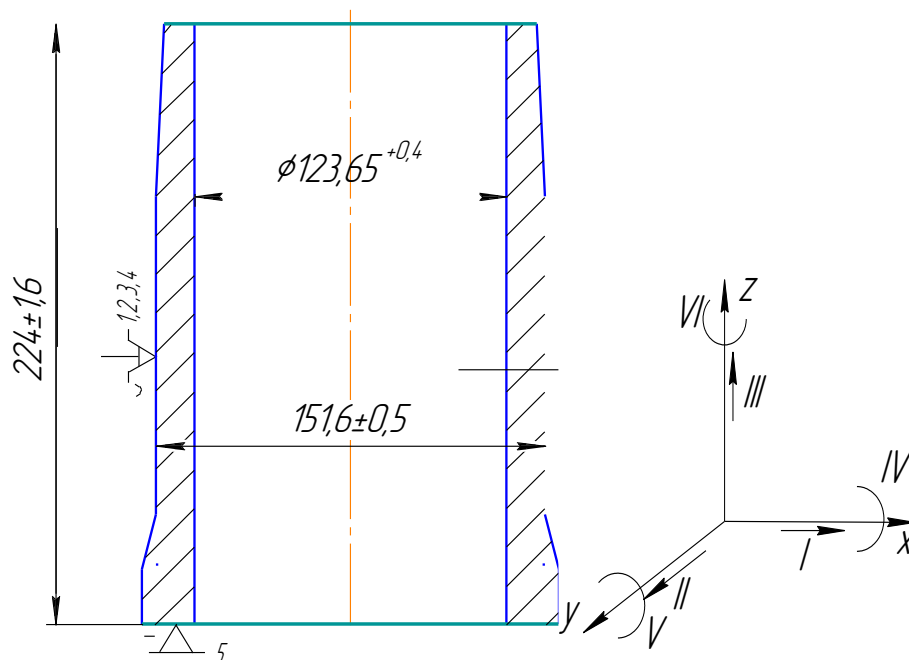


Рисунок 6.3 – Схема базування на 020 операції

									ГМ 20190027-00 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 $\varnothing 123,65$ 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.

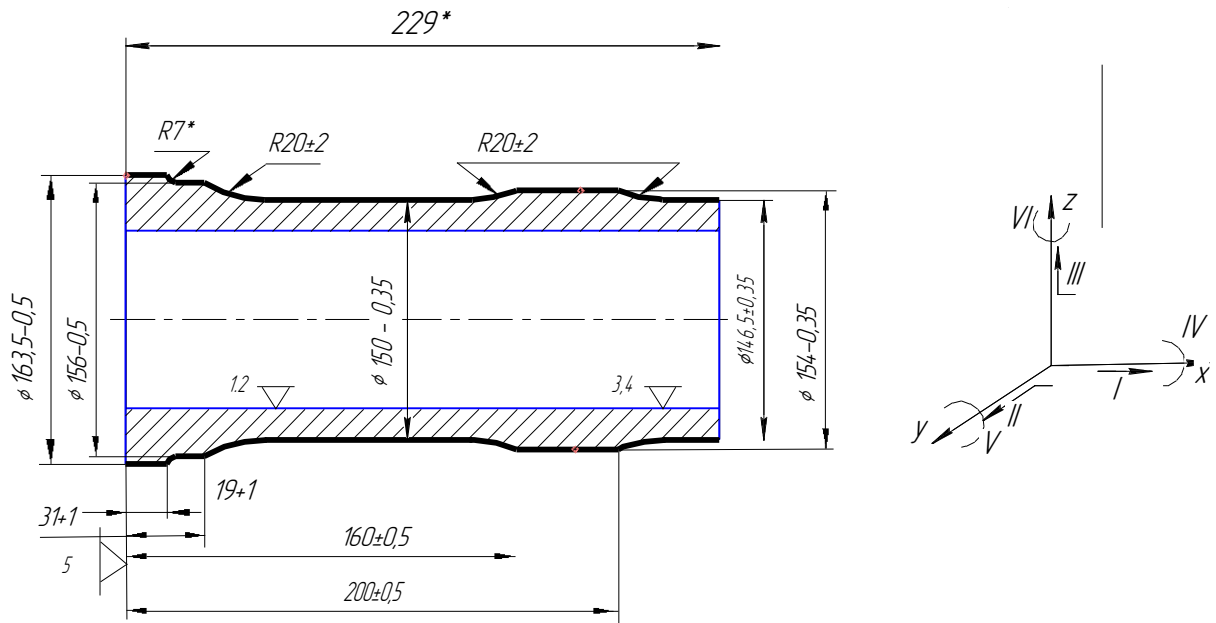


Рисунок 6.4 – Схема базування на операції 040

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 дільницях. 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 за рекомендаціями [10, 11]

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 2E78П	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 судових, автотракторних і мотоциклетних двигунів, а також для свердління, підрізування торців і розточування отворів в окремих деталях.

									Арк.
									33
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ГМ 20190027-00 ПЗ				

Таблиця 6.3 – Основні технічні характеристики вертикально – розточного верстата КЛ-А120 [11]

Найменування параметру	Значення параметру
Діаметр розточувального отвору найбільший / найменший, мм	200/ 28
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	50...2000
Кількість швидкостей шпинделя	12
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

Операція 040 Токарна з ЧПК. Верстат моделі РТ755Ф311 призначений для токарної обробки деталей в патроні деталей складної конфігурації: обточування циліндричних, конічних і сферичних поверхонь в умовах серійного виробництва.

Таблиця 6.2 – Технічні характеристики верстата з ЧПК РТ755Ф311 [11]

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

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) за рекомендаціями [10, 11].

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

											ГМ 20190027-00 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата								35

6.5 Розрахунки режимів різання

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

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_{nV} – коефіцієнт, що враховує стан поверхні заготовки,

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

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

									Арк.
									36
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

$$V = \frac{105 \cdot 123,5^{0,4}}{100^{0,2} \cdot 1,75^{0,15} \cdot 0,56^{0,4}} \cdot 0,56 = 99,6 \text{ м/хв}$$

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 $n_d = 315$ об/хв.

5. Дійсна швидкість різання:

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

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

6. Визначаємо силу різання P_z :

$$P_z = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_p, \text{ Н} \quad (6.10)$$

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

					ГМ 20190027-00 ПЗ	Арк.
						37
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

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

					ГМ 20190027-00 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 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 Ø99,2мм	1,75	0,56	315	98,12	1	232,6	1,32

Розрахунок режимів різання на операцію 025 Токарну з ЧПК

Розрахунки виконуємо за нормативами [17]

1. Вибір стадій обробки

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

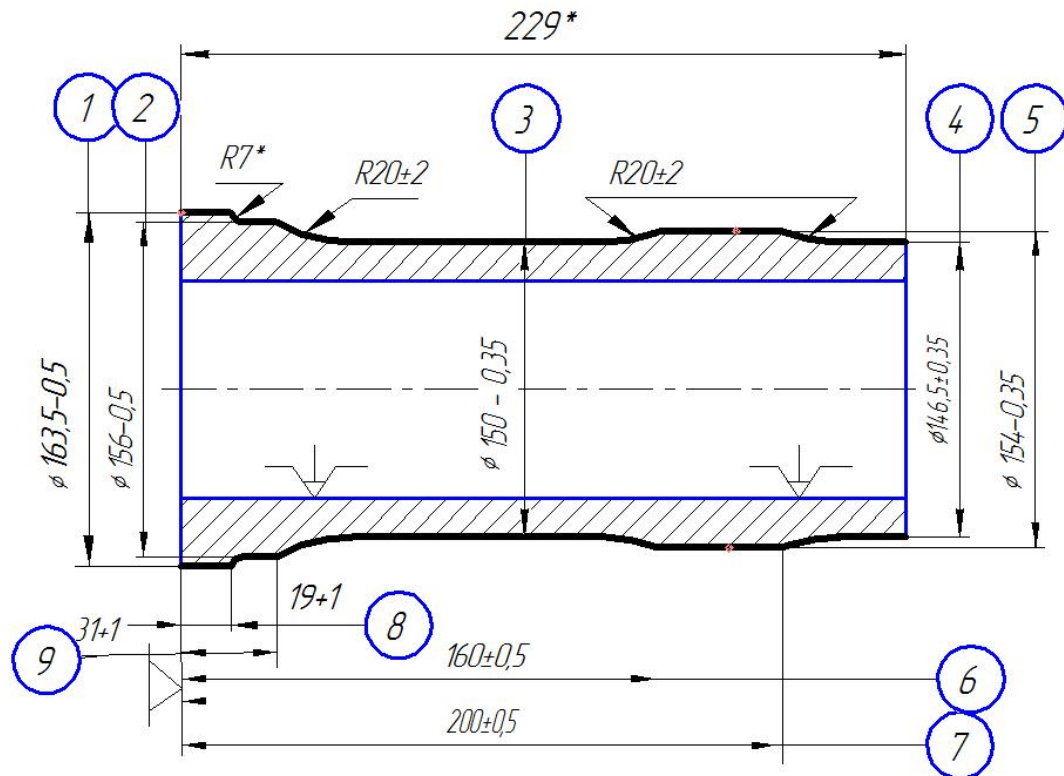


Рисунок 6.5 – Операційний ескіз

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]: $t_{нч}=0,5$ мм

Глибина різання для чорнвої 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,

						ГМ 20190027-00 ПЗ	Арк.
							40
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			

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

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

									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 $K_v = 1,4$;

						<i>ГМ 20190027-00 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			42

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					

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

					ГМ 20190027-00 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		44

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): $K_{NM} = 1,0$.

Табличну потужність коректуємо по формулі:

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

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

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): $K_{NM} = 1,0$.

Табличну потужність коректуємо по формулі:

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

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

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:

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

При чорновій стадії обробки

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

					ГМ 20190027-00 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		45

При напівчистовій стадії обробки

$$S_{хв} = 0,61 \times 355 = 216,6 \text{ мм/хв}$$

Отримані значення режиму різання записуємо в таблицю 6.12

Таблиця 6.12 – Визначення режиму різання

Елементи режиму різання	Стадії обробки	
	чорнова	напівчистова
Глибина різання t , мм	0,45	0,2
Подача S_o , мм/об	0,42	0,61
Швидкість різання $V_{ф}$, м/хв	103,5	180
Частота обертання шпинделя $n_{ф}$, об/хв	200	355
Хвилинна подача $S_{хв}$, мм/хв	84	216,6

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

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

де l – довжина обробки, мм;

y – величина врізання, мм;

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

Для чоронвої стадії обробки

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

Для напівчистової стадії обробки

$$T_{o2} = \frac{229}{216,6} \cdot 1 = 1,06 \text{ хв}$$

					<i>ГМ 20190027-00 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		46

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.

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

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

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

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

					ГМ 20190027-00 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		47

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;

$T_{пер} = 0,27$ 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					

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Отже, штучно калькуляційний час становить:

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

Таблиця 5.7 – Нормування операції 025

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

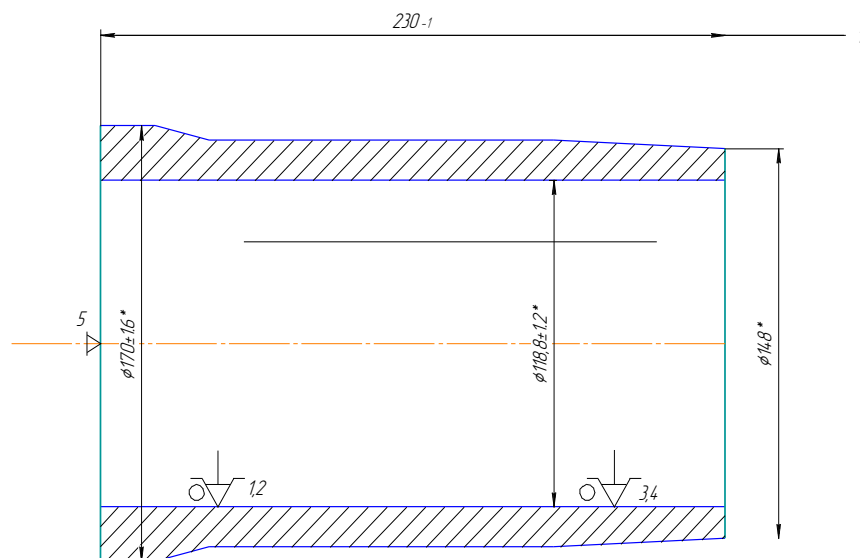
7 ПРОЕКТУВАННЯ ВЕРСТАТНОГО ПРИСТРОЮ ДЛЯ УСТАНОВЛЕННЯ І ЗАКРІПЛЕННЯ ЗАГОТОВКИ

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 []

Операційний ескіз деталі представлений на рисунку 7.1



* Розмір для довідок

Рисунок 7.1 Операційний ескіз гільзи циліндру

									Арк.
									50
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ГМ 20190027-00 ПЗ				

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 встановимо 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.
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

									Арк.
									51
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ГМ 20190027-00 ПЗ				

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 реали- зації	Реакція		R	R	R	R	R			R	R	R	R
	Сила закріплення			P	P	P	P						
	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 координатам 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

послідовної реалізації.

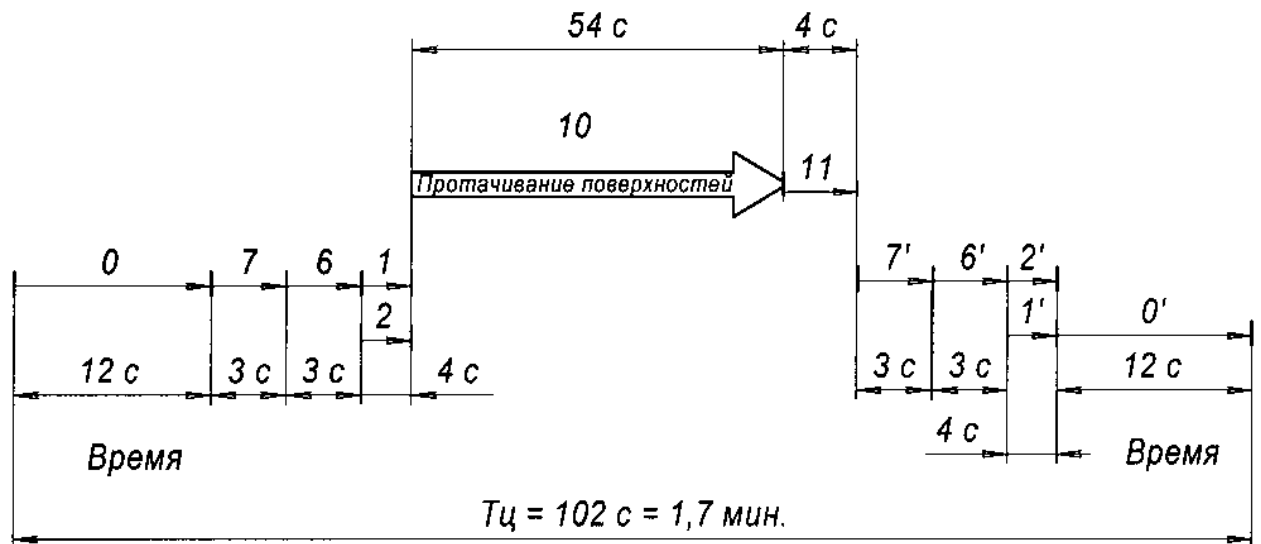


Рисунок 7.2 – Схема послідовної реалізації функцій

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

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

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 $u, u', z, z', \omega_z, \omega_z', \omega_\gamma, \omega_\gamma'$, з неповних в повні, а також створює три відсутні до комплекту (12) зв'язку – x, ω_x, ω_x' .

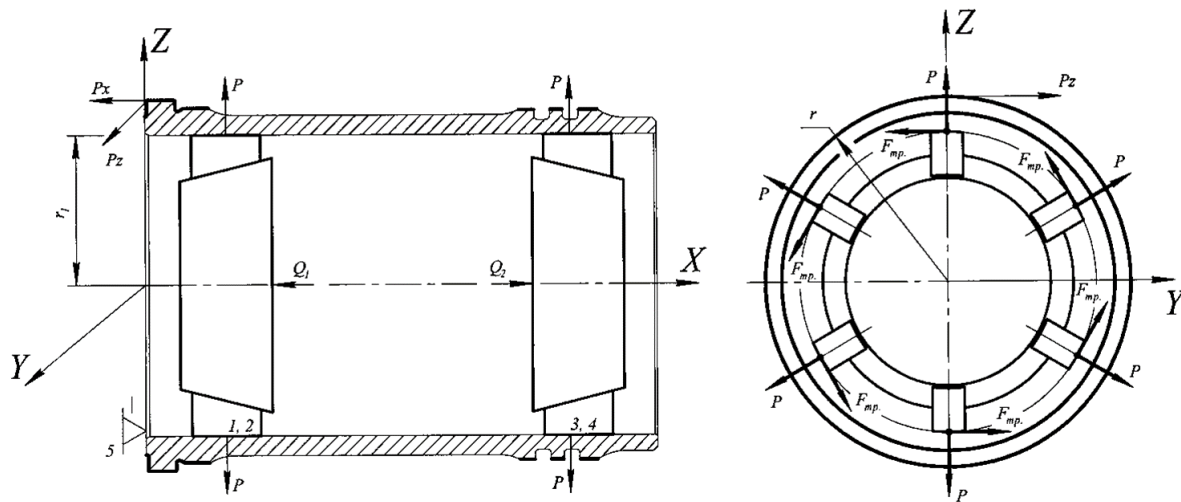


Рисунок 7.3 - Схема дії сил різання і сил закріплення заготовки у взаємозв'язку з прийнятою схемою базування

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

З огляду на, що при точінні напрямок дії горизонтальної (вісевої) складової сили різання P_x здійснюється уздовж осі оброблюваних поверхонь заготовки на опору уздовж 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.

Коефіцієнт запасу визначаємо з умови [5, 8, 19]:

$$K_{зап} = K_0 \times K_1 \times K_2 \times K_3 \times K_4 \times K_5 \times K_6; \quad (7.3)$$

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

$K_1 = 1,1$ – коефіцієнт, що враховує збільшення сил різання при затупленні інструменту;

$K_2 = 1,0$ – коефіцієнт, що враховує зміну припуску на обробку;

$K_3 = 1,0$ – коефіцієнт, що враховує переривчасті умови різання;

$K_4 = 1,0$ – коефіцієнт, що враховує рід приводу;

$K_5 = 1,0$ – коефіцієнт, що враховує зручність в обслуговуванні приводу;

$K_6 = 1,5$ – коефіцієнт, що враховує наявність моментів, що прагнуть повернути заготівлю на опорах.

В результаті отримаємо:

$$K_{зап} = 1,5 \times 1,1 \times 1,0 \times 1,0 \times 1,0 \times 1,0 \times 1,5 = 2,475.$$

Приймаємо $K_{зап} = 2,5$.

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

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

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];

$$x = 1,0;$$

$$y = 0,75;$$

$$n = 0;$$

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

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

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

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

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

$K_{r p} = 1,0$ - коефіцієнт, що враховує радіус при вершині різця.

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

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

З урахуванням багатоінструментальної 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;

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

					ГМ 20190027-00 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		56

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;

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

де P - сили закріплення;

f - коефіцієнт тертя; $f = 0,2$;

У підсумку, сила закріплення дорівнює:

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

Після підстановки даних отримаємо:

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

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:

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

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

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

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

Визначимо діаметр поршня:

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

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

p - тиск в пневмосистемі; $p = 4 \text{ кгс / см}^2$;

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: $D = 100 \text{ мм}$ [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 биття становить $T_{\uparrow} = 0,08 \text{ мм}$ і $T_{\uparrow} = 0,06 \text{ мм}$. Тоді допустиму похибку пристосування визначимо [5, 19]:

$$E_{np} = T_{\uparrow} - K \sqrt{(K_1 \times E_{\delta})^2 + E_3^2 + E_y^2 + E_n^2 + (K_2 \times \omega)^2}, \text{ мкм};$$

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_{δ} - похибка базування, в нашому випадку при базуванні в разжимной оправці, вісь останньою поєднується з віссю заготовки і $E_{\delta} = 0$;

E_3 - похибка закріплення, в нашому випадку $E_3 = 20 \text{ мкм}$;

E_y - похибка установки пристосування на столі верстата; $E_y = 20 \text{ мкм}$;

E_n - похибка від зношення установчих елементів пристосування. При

					ГМ 20190027-00 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		58

рівномірному зношуванні оправки це не буде позначатися на радіальному битті заготовки, тому приймаємо $E_n = 0$ мкм;

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

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

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

Таким чином, отримаємо:

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

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 розміщуються поводок 13 і шість кріпильних гвинтів 19.

У внутрішній частині корпусу 1 розташовані назустріч один одному по посадці $\emptyset 98H7/f7$ 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 $\emptyset 50H11/d11$, а тяга 9, в свою чергу, переміщається в осьовому напрямку всередині тяги 8 по посадці $\emptyset 40H11/d11$. 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 «розпадання» секторів 4, останні притискаються до розтискного конуса 5 за допомогою притискних кілець 10. У середній частині оправки для запобігання потрапляння бруду, а також

					ГМ 20190027-00 ПЗ	Арк.
						59
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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 $\varnothing 118,8 \pm 1,2$ 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.

					<i>ГМ 20190027-00 ПЗ</i>	Арк.
						60
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

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 224-15.00402, 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.

					<i>ГМ 20190027-00 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		61

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Григурко І.О., Брендюля М.Ф., Доценко С.М. Технологія машинобудування (дипломне проектування). Навчальний посібник – Лівів: «Новий світ 2000», 2007. – 768 с.

2. Дерібо, О. В. Основи технології машинобудування : практикум. Ч.1 / О. В. Дерібо, Ж. П. Дусанюк, С. В. Репінський. — Вінниця : ВНТУ, 2017. — 106 с.

3. ДСТУ 9182:2022 Поковки з вуглецевої і легованої сталі, виготовлені куванням на пресах. Припуски і допуски.- Технічний комітет зі стандартизації «Чавун, прокат листовий, прокат сортовий термозміцнений, вироби для рухомого складу, металеві вироби, інша продукція з чавуну та сталі» (ТК 4).- 2022.-51с.

4. Євтухов, В. Г. Методичні вказівки до оформлення документації при виконанні розрахунково-графічних і курсових робіт, курсових і дипломних проектів з технології машинобудування [Текст] : у 2-х ч. Ч.1 : Загальні відомості / В. Г. Євтухов, В. О. Іванов. — Суми : СумДУ, 2011. — 55 с.

5. Євтухов, В. Г. Методичні вказівки до оформлення документації при виконанні розрахунково-графічних і курсових робіт, курсових і дипломних проектів з технології машинобудування [Текст] : для студ. спец. освітньо-кваліфікаційних рівнів: "бакалавр" за напрямками підготовки: 6.050502 "Інженерна механіка", 6.050503 "Машинобудування", 6.050604 "Енергомашинобудування". Ч.2 : Приклади оформлення технологічної документації / В. Г. Євтухов, В. О. Іванов. — Суми : СумДУ, 2011. — 59 с.9.

6. Савчук, В. І. Методичні вказівки до виконання практичної роботи "Розроблення структури операції для оброблення валів на токарних верстатах із ЧПК" із дисципліни "Технологія оброблення типових деталей та складання машин" [Текст] : для студ. спец. 131 "Прикладна механіка" (ОПП "Технології машинобудування") освітнього ступеня "бакалавр" усіх форм навчання / В. І. Савчук, А. В. Євтухов. — Електронне видання каф. Технології машинобудування, верстатів та інструментів. — Суми : СумДУ, 2020. — 24 с.

									ГМ 20190027-00 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						62

7. Булига, Ю. В. Теорія різання. Розрахунок режимів різання : практикум / Булига Ю. В., Веселовська Н. Р., Міськов В. П. – Вінниця : ВНТУ, 2019. – 67 с.

8. Паливода Ю. Є. Інструментальні матеріали, режими різання, технічне нормування механічної обробки : навчально-методичний посібник / Паливода Ю.Є., Дячун А.Є., Лещук Р.Я. – Тернопіль : Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, 2019. – 240 с.

9. Швець С.В. Основи формоутворення поверхонь різанням: навч. посіб. / С.В.Швець. – Суми: Сумський державний університет, 2011. –127 с. Режим доступу: <http://essuir.sumdu.edu.ua/handle/123456789/5019>

10. Петров, О. В. Технологічна оснастка : навчальний посібник / О. В. Петров, С. І. Сухоруков. Вінниця : ВНТУ, 2020. 123 с.

11. Медведєв, В. С. Технологічна оснастка : навчальний посібник для студентів спеціальності 131 «Прикладна механіка» / Укл. В. С. Медведєв, В. І. Тулупов, С. Г. Онищук . Краматорськ : ДДМА, 2021. 108 с.

12. Безпека життєдіяльності та охорона праці [Електронний ресурс] : довідник у 2-х ч. Ч.2 : (О – Я) / Ю. В. Буц, О. І. Богатов, О. Г. Зима та ін.; за заг. ред. Ю.В. Буца. Х. : ХНЕУ ім. С. Кузнеця, 2020. 179 с. URL :

<https://lib.sumdu.edu.ua/library/DocumentDescription?docid=USH.6029508>

13. Пістун І.П. Охорона праці в галузі машинобудування : навчальний посібник / І.П. Пістун, Р.Є. Стець, І.О. Трунова. Суми : Університетська книга, 2011. 557 с.

14. Яким Р.С. Безпека життєдіяльності людини : Навч. посібник. Львів : Видавництво «Бескид Біт», 2005. 304 с.

					ГМ 20190027-00 ПЗ	Арк.
						63
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ДОДАТКИ

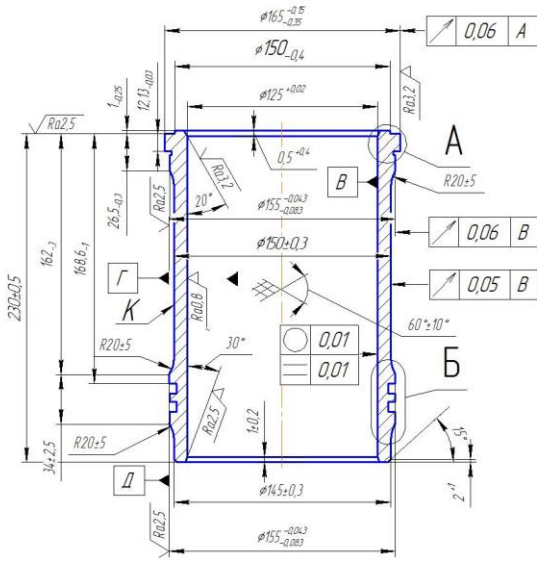
ДОДАТОК А

Креслення деталі

гільза циліндра 224-15.00402

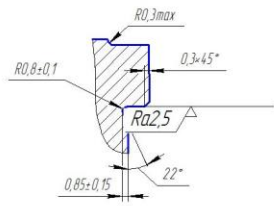
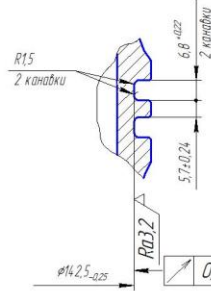
224-15.004.02

$\sqrt{Ra\ 12,5}$ (✓)



Б (1 : 1)

А (2 : 1)



1. На поверхні В дефекти не допускаються.
2. Н14, н14, $\pm \frac{1714}{2}$.
3. Невказані розміри радіусів зовнішніх не більше 6 мм, внутрішніх не більше 5 мм.
4. Раковини на поверхні В не допускаються.

				224-15.004.02		
Мен. лист	№ док-м	Табл.	Дата	Лист	Масса	Масштаб
Разраб.	Либодаров М			1	6,28	1:1
Проб.	Крибунь ММ					
Т.контр.						
И.контр.	Віслюченко ВТ			Гільза циліндру		
Чтв.	Комаров А.В.			Чавун спеціальний		
				ТОБ "Мотордеталь-Канал"		
				Катерибоділ		
				Формат А3		

ДОДАТОК Б

Розрахунок припусків на механічну обробку

Расчетные значения			Принятые значения, мм							
припуск, мкм		расчетный размер, мм	расчетный размер	номинальный размер с предельными отклонениями	предельный размер		припуск, мкм			
мини	расч.				мини-мальный	макси-мальный	миним	расч.	макс.	
-	-	117.216	117	118	+1.000	117	119	-	-	-
					-1.000					
3564	5564	122.781	122.78	123.14	+0.360	122.78	123.5	3780	5780	6500
					-0.360					
469	1189	123.972	123.97	124.05	+0.080	123.97	124.13	470	1190	1350
					-0.080					
378	538	124.513	124.51	124.66	+0.050	124.51	124.61	380	540	640
					-0.050					
267	367	124.88	124.88	124.9	+0.020	124.88	124.92	270	370	410
					-0.020					

ДОДАТОК В

Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях

ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

Параметри та види вібрації, її дія на організм людини

Під вібрацією розуміють механічні коливання твердого тіла. Вона характеризується абсолютними та відносними параметрами. До основних абсолютних параметрів належать: вібропереміщення (s) — миттєве значення кожної з координат, які описують положення тіла, чи матеріальної точки під час вібрації; амплітуда вібропереміщення (A) — найбільше відхилення точки, яка коливається з певною частотою, від положення рівноваги, м; віброшвидкість (v) — кінематичний параметр, що дорівнює швидкості переміщення (перша похідна вібропереміщення) точки, яка коливається з певною частотою, м/с; віброприскорення (a) — кінематичний параметр, що дорівнює прискоренню переміщення (друга похідна вібропереміщення) точки, яка коливається з певною частотою, м/с²; період вібрації (T) — найменший інтервал часу, через який під час періодичної вібрації повторюється кожне значення величини, яка характеризує вібрацію, с; частота вібрації (f) — величина, обернено пропорційна періоду вібрації, яка показує кількість коливань за одиницю часу точки під час вібрації, Гц.

Оскільки абсолютні параметри, що характеризують вібрацію змінюються в широких межах, то на практиці частіше використовують відносні параметри — рівні, які визначаються щодо опорного (порогового) значення відповідного параметра і вимірюються у децибелах (дБ).

За способом передачі на тіло людини розрізняють загальну та місцеву (локальну) вібрацію. Загальна вібрація передається на тіло людини, яка сидить або стоїть, переважно через опорні поверхні — сидіння, підлогу. Локальна вібрація передається через руки працюючих при контакті з ручним механізованим інструментом, органами керування машинами та обладнанням, деталями, які обробляються тощо. Можлива також одночасна дія загальної та локальної вібрації. Наприклад, при роботі на дорожньо-будівельних машинах

на руки передається локальна вібрація від органів керування, а на все тіло — від машини через сидіння.

Залежно від джерела виникнення загальна вібрація поділяється на: транспортну, яка діє на операторів (водіїв) транспортних засобів (автомобілі, трактори); транспортно-технологічну, яка діє на операторів машини з обмеженою рухливістю та таких, що рухаються тільки спеціально підготовленими поверхнями виробничих приміщень, промислових майданчиків та гірничих виробок (екскаватори, промислові та будівельні крани, автотранспортувачі, авто - та електрокари); технологічну, яка діє на операторів стаціонарних машин або передається на робочі місця, що не мають джерел вібрації (метало - і дерево-оброблювальні верстати, ковальсько-пресувальне устаткування, насосні станції, бурові вишки).

Загальну технологічну вібрацію за місцем дії поділяють на такі типи:

- на постійних робочих місцях виробничих приміщень підприємств;
- на робочих місцях складів, їдалень, побутових, чергових та інших виробничих приміщень, де немає джерел вібрації;
- на робочих місцях заводоуправлінь, конструкторських бюро, лабораторій, обчислювальних центрів, медпунктів, конторських приміщень, робочих кімнат та інших приміщень для працівників розумової праці.

За джерелом виникнення локальна вібрація поділяється за здатністю передаватися:

- від ручних машин або ручного механізованого інструмента, органів керування машинами та устаткуванням;
- ручних інструментів без двигунів (наприклад, рихтувальні молотки) та деталей, які обробляються.

За часовими характеристиками загальні та локальні вібрації поділяються:

- на постійні, для яких величина віброприскорення чи віброшвидкості змінюється менше ніж у два рази (менше 6 дБ) за робочу зміну;

— непостійні, для яких перераховані вище параметри вібрації змінюються не менше ніж у два рази (6 дБ і більше) за робочу зміну.

У свою чергу непостійні вібрації поділяються:

- на коливні, рівні яких безперервно змінюються в часі;
- переривчасті, коли контакт з вібрацією у процесі роботи переривається, причому довжина інтервалів, під час яких має місце контакт, становить більше 1 с;
- імпульсні, що складаються з одного або кількох вібраційних впливів (наприклад, ударів), кожен довжиною менше ніж 1 с, за частоти їх дії менше ніж 6,6 Гц.

Класифікація виробничої вібрації наведена на рисунку В1.



Рисунок В.1 – Класифікація виробничої вібрації

Під час дії вібрації на організм людини спостерігаються зміни в діяльності серцевої та нервової систем, спазм судин, зміни у суглобах, що

призводить до обмеження їх рухомості. У разі нетривалої вібрації працівник передчасно втомлюється, при цьому знижується продуктивність його праці. Тривала дія вібрації може спричинити професійне захворювання — вібраційну хворобу. Під час розвитку цієї хвороби з'являється оніміння, відчуття повзання мурашок, біль у суглобах тощо. Слід зазначити, що ефективне лікування вібраційної хвороби можливе лише на ранній стадії її розвитку. Особливо небезпечна вібрація робочих місць з частотою, яка є резонансною частоті коливання окремих органів чи частин тіла людини, що може призвести до їх механічного пошкодження. Для більшості внутрішніх органів людини частота власних коливань становить 6—12 Гц. Ступінь та характер впливу вібрації на організм людини залежить не лише від виду та параметрів, а також і від напрямку її дії. Тому вібрація поділяється залежно від осей ортогональної системи координат X, Y, Z, уздовж яких вона діє. Особливо чутливий організм людини до вертикальної загальної вібрації (уздовж осі коливання передаються від ніг до голови).

Нормування вібрації

Розрізняють гігієнічне та технічне нормування вібрації. При гігієнічному нормуванні регламентуються відповідні умови щодо захисту від вібрації людини, а при технічному — щодо захисту машин, устаткування, механізмів та ін. від дії вібрації, яка може призвести до їх пошкодження чи передчасного виходу з ладу. Основними нормативними документами з охорони праці щодо вібрації є ГОСТ 12.1.012-90 та ДСН 3.3.6.039-99.

Дія вібрації на організм людини залежить від таких її характеристик: інтенсивності, спектрального складу, тривалості впливу, напрямку дій, гігієнічна оцінка вібрації, що діє на людину у виробничих умовах, здійснюється за допомогою таких методів:

- частотного (спектрального) аналізу її параметрів;
- інтегральної оцінки за спектром частот параметрів, що нормуються;
- дози вібрації.

При частотному (спектральному) аналізі параметрами, що нормуються є середні квадратичні значення (квадратний корінь із середнього арифметичного квадрата значення у певному інтервалі часу) віброшвидкості V та віброприскорення a , або їх логарифмічні рівні у дБ у діапазоні октавних смуг зі середньо-геометричними частотами:

— 1,0; 2,0; 4,0; 8,0; 16,0; 31,5; 63,0 Гц — для загальної вібрації;

— 8,0; 16,0; 31,5; 63,0; 125,0; 250,0; 500,0; 1000 Гц — для локальної вібрації.

При використанні методу інтегрованої оцінки за спектром частот параметром, що нормується, є коректоване значення віброшвидкості чи віброприскорення (Γ_7), що вимірюється за допомогою спеціальних фільтрів, або обчислюється за формулами, наведеними в ДСН 3.3.6.039-99.

За умов дії непостійної вібрації (крім імпульсної) параметром, що нормується, є вібраційне навантаження (доза вібрації, еквівалентний коректований рівень), одержане робітником протягом зміни та зафіксоване спеціальним приладом.

Під час імпульсної вібрації з піковим рівнем віброприскорення від 120 до 160 дБ, параметром, що нормується, є кількість вібраційних імпульсів за зміну (годину), залежно від тривалості імпульсу (таблиця в ДСН 3.3.6.039-99).

Гігієнічні норми вібрації, що діє на людину у виробничих умовах, встановлені для тривалості 480 хв (8 год). За умови дії вібрації, яка перевищує гранично допустимий рівень, сумарний час її дії протягом робочої зміни повинен бути меншим.

Заходи та засоби захисту від вібрації

Заходи та засоби захисту від вібрації за організаційною ознакою поділяються на колективні та індивідуальні. Колективні заходи та засоби віброзахисту можна поділити за такими напрямками:

— зниження вібрації у джерелі її виникнення;

— зменшення параметрів вібрації на шляху її поширення від джерела;

— організаційно-технічні заходи;

— лікувально-профілактичні заходи.

Зменшення вібрації у джерелі її виникнення досягається шляхом застосування таких кінематичних та технологічних схем, які усувають чи мінімально знижують дію динамічних сил.

Контакту працівника з віброоб'єктом, а відтак і шкідливої дії вібрації можна уникнути шляхом використання дистанційного керування, автоматичного контролю та сигналізації, а також застосування захисного огороження. Якщо цього досягти неможливо, то необхідно при контакті працівника з віброоб'єктом домогтися зменшення параметрів вібрації на шляху її поширення від джерела змушувальної сили. Це можна здійснити за допомогою вібропоглинання, віброгасіння та віброізоляції.

ДОДАТОК Г

Графічна частина роботи

Z0700 SI-TZ2

✓ Ra50 (✓/✓)

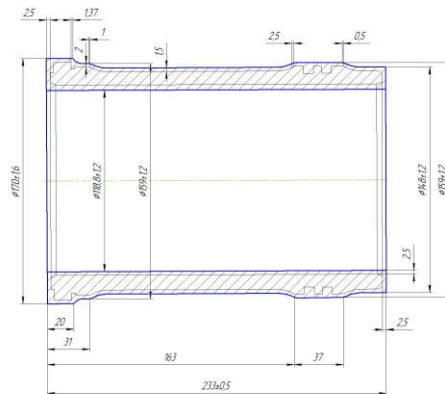
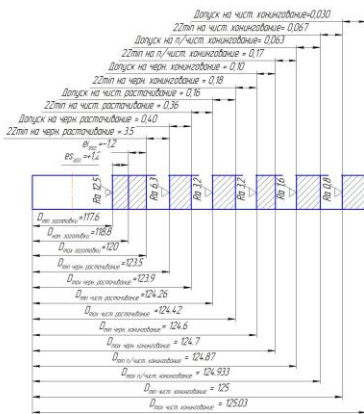


Схема розташування полів припусків і допусків для розміру $\Phi 125^{(4)}$ мм

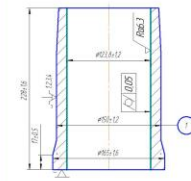


- 1 Точність відлітки 9-6-8-8 ГОСТ 26645-85
- 2 Лінійна складка $C = 31,13\%$; $S = 19,23\%$; $M = 0,6-10\%$
 $R = \text{макс } 0,2\%$; $W_{\text{кв}} = 0,3-0,7\%$; $S_1 = \text{макс } 0,5\%$; $O = 0,25-0,45\%$
 $T = \text{макс } 0,08\%$ Різноманітність властивості чистоти мають бути не гірше ніж показує таблиця СН 20 ГОСТ 1412-85, № 5/750/10 - 197-24
- 3 Відлітка повинна мати структуру металічної основи по ГОСТ 3443-87 що складається з пелюток діаметр 10-100. Висновок запитання фізично повинна відповідати формі П(45-П(16)) але не більше 150 мкм по висоті - діаметр П(45-П(16)) і за характером розподілу - П(17)-П(12). Кількість вліпків заготовки - П(6, П(10) кількість в поже вказує до 20% П(7) в так само кількість П(9) в зоні припуску на мехоброботу не є вказується значення. Вилучення оксидів електричній чистоті відповідності або розподілу які відповідає вказанню ФСТ-1-ФСТ-2 не є вказується значення.
- 4 Злива не повинна мати тріщин, нисів і різкої довжини шкварок зазначень, спостерігати вилучень.
- 5 На поверхні заготовки допускається наявність вкраплення слюди не більше 1/3 фактичного припуску на механічну обробку.
- 6 На поверхні не допускається прилипки утворенні від роздування обладнання.
- 7 На поверхні А допускається залишки вильовника діаметр не більше 15 мм.
- 8 На зазначенні розпуску заводу - 5 мм.
- 9 Зуб по лінії розпуску і різноманітність не більше 0,5 мм.

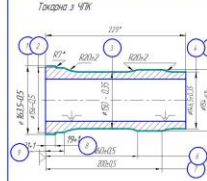
		224-15.004.02	
Сп. №	В. №	В. №	В. №
		Гільза циліндра	
		(заготовки)	
Сп. №	В. №	В. №	В. №
		Частина спеціальний	
		тех. складу для п.2	
		КОНСУМ. ПЗ-08	
		Лист № 11	

ГМ 20190027-05.00.МТ

Внутреннее обозначение	Проходное отверстие	Состояние поверхности	Обработка поверхности	Внутреннее обозначение и количество	Проходное отверстие	Состояние поверхности	Обработка поверхности
005	Заосетфелюма	Поверхность алюминидового сплава		025	Токарная ЧПУ	Токарная обработка с ИМ РТ2550-011	
006	Термична	Из нержавеющей стали		030	Вертикально - разъемная	Вертикально-разъемная обработка с ИМ РТ2550	
015	Токарная обработка	Токарная обработка с ИМ РТ2550		035	Токарная ЧПУ	Токарная обработка с ИМ РТ2550-011	
020	Вертикально - разъемная	Вертикально-разъемная обработка с ИМ РТ2550	Вертикально-разъемная обработка с ИМ РТ2550 Параметры: 1000 мм, 11 000 мм, ИМ РТ2550-011, ИМ РТ2550-012, ИМ РТ2550-013, ИМ РТ2550-014, ИМ РТ2550-015	047	Термична	Из нержавеющей стали	
				045	Вертикально - кантовальная	Вертикально-кантовальная обработка с ИМ РТ2550	
				050	Токарная - обжимная	Токарная-обжимная обработка с ИМ РТ2550	
025	Токарная ЧПУ	Токарная обработка с ИМ РТ2550-011	Токарная обработка с ИМ РТ2550-011 Параметры: 1000 мм, 11 000 мм, ИМ РТ2550-011, ИМ РТ2550-012, ИМ РТ2550-013, ИМ РТ2550-014, ИМ РТ2550-015	055	Вертикально - кантовальная	Вертикально-кантовальная обработка с ИМ РТ2550	
				060	Вертикально - кантовальная	Вертикально-кантовальная обработка с ИМ РТ2550	
				065	Машинная	Машинная обработка с ИМ РТ2550	
				070	Контрольная	Контрольная обработка с ИМ РТ2550	
				075	Токарная ЧПУ	Токарная обработка с ИМ РТ2550-011	



* Размер для сборки

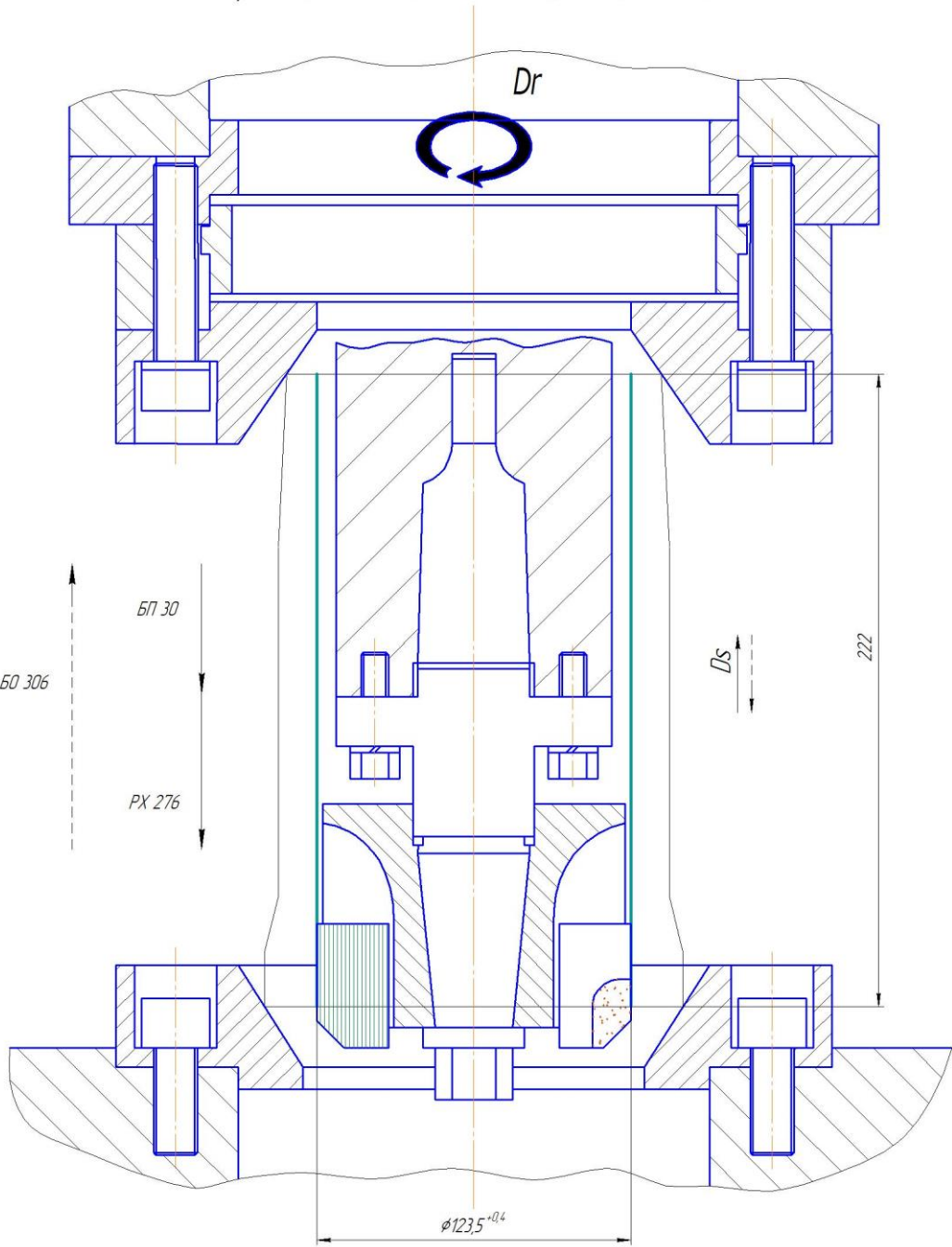


* Размер для сборки

		ГМ 20190027-05.00.МТ			
ИЗМ.	№	Исполнитель	Дата	ИМ	ИМ
01		Исполнитель	Дата	ИМ	ИМ
Исполнитель: ИМ РТ2550-011				ИМ РТ2550-011	
Исполнитель: ИМ РТ2550-012				ИМ РТ2550-012	
Исполнитель: ИМ РТ2550-013				ИМ РТ2550-013	
Исполнитель: ИМ РТ2550-014				ИМ РТ2550-014	
Исполнитель: ИМ РТ2550-015				ИМ РТ2550-015	

Операція 020 Вертикально – розточна
Верстат моделі КЛ-А120, N=8,5 кВт

ТМ-19090030-06-01.0Н



Лист № табл. Листів у збірці Листів у деталі Листів у складі Листів у збірці Листів у деталі Листів у складі

Різальний інструмент	f_{mm}	SZ мм/об	V м/хв	п.об/хв	Ta, хв	Td, хв
Зенкер ВК6 ГОСТ 112487-71	2,75	1,0	98,12	250	0,94	0,52
ТМ-19090030-06-01.0Н						
Операційна наладка на операцію 020					Лист	Масштаб
КЛ-А120					КФКСумДУ, ГМз-01б	1:1
Копіюваль					Формат А2	

TM.2019.0027-07-01.05

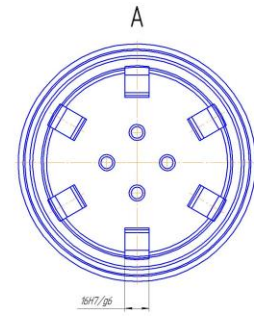
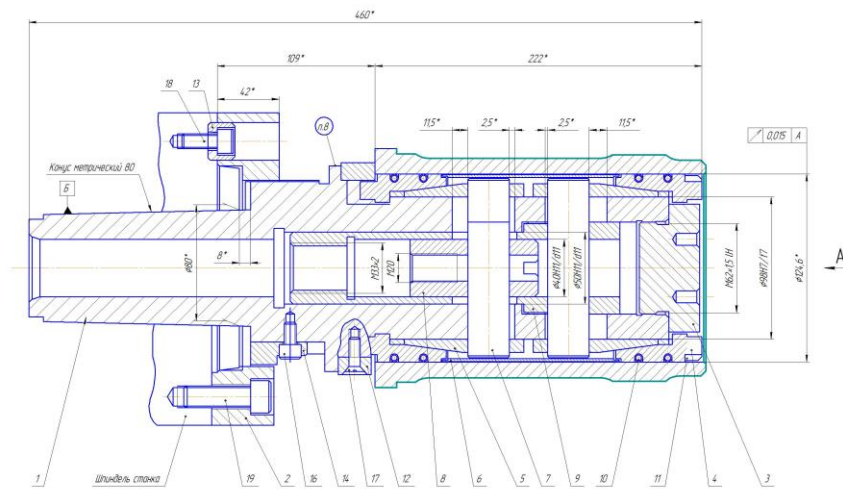
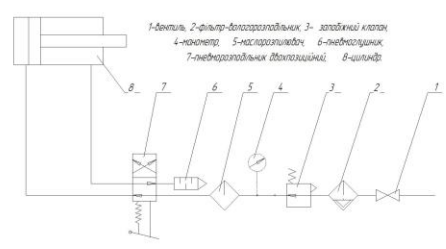


Схема включения пневмоцилиндра в пневмомережу



- 1 Раздаточное устройство азотопровода - 4,53 м
- 2 Раздаточное устройство азотопровода поз. 8 п. 9 при рабочей давлении в системе привода стержня 0,4 МПа - 12 м
- 3 Максимальный диаметр стержня не допускается > 50 мм
- 4 *Размеры для довода
- 5 Рукоятки должны свободно перемещаться влево
- 6 Не допускать попадания грязи в пневмоцилиндр
- 7 Поверхности должны соответствовать ГОСТ-6436-87

		TM.2019.0027-07-01.05	
Исполнитель	С.И.Иванов	Проверено	В.И.Петров
Специальность	Инженер	Дата	31.07.11
Содержит	1 лист	Итого	11
Содержит	1 лист	Итого	11
		Контурный чертеж	
		Контурный чертеж	