

ВСТУП

Машинобудування є одним з провідних ланок важка промисловість. Створюючи найбільш активну частину основних виробничих фондів, машинобудівна галузь істотно впливає на темпи і напрямки науково-технічного прогресу в різних галузях народного господарства, зростання продуктивності праці, інші економічні показники, визначальні ефективність розвитку суспільного виробництва.

В Україні цей комплекс - один з найбільш розвинутий. Якщо розглянути розвиток машинобудівного комплексу України, починаючи з моменту його активного освоєння, а саме з 1940 по 1990 рік XX століття, то обсяг його продукції виріс у 95 разів. З кінця 70-х років XX століття машинобудування стає провідною галуззю промисловість. На його частку припадає більше 40% всього промислово-виробничого потенціалу індустріального виробництва України. Частка продукції комплексу в загальному обсязі продукції промисловості в ці роки становила близько 29% [1].

Метою дипломної роботи є розробка технології виготовлення гільзи блоку циліндрів з спеціального чавуну.

Готові вироби повинні відповідати технічним вимогам, що пред'являються до даної деталі. Гільзи широко застосовується в автомобілебудуванні, тракторобудуванні та в інших галузях машинобудування. Надійність, довгий термін служби блоку циліндрів машин багато в чому визначають якість гільз, до конструкцій яких пред'являють особливі вимоги по точності робочих характеристик.

Вимоги високої міцності і зносостійкості гільз в основному досягається правильним вибором марки чавуну та режиму термообробки.

					ТМ 17090059 – 00 ПЗ	Арк.
						6
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

Службове призначення машини

Трактор МТЗ-82 є новою базовою моделлю сімейства тракторів «Білорусь» конструкції Мінського тракторного заводу. Сфера застосування трактора МТЗ-82 надзвичайно велика. Він може використовуватися на найрізноманітніших роботах, агрегатуються з навісними, напівнавісними, причіпними і стаціонарними машинами і знаряддями. Близько двохсот різних машин і знарядь призначені для роботи з цим трактором. Основне призначення трактора МТЗ-82 – комплексна механізація обробки та збирання сільськогосподарських культур [2].

Пристаосований трактор і для виконання вантажно-розвантажувальних, дорожньо-будівельних і інших спеціальних робіт. Підвищені тягово-зчіпні якості і прохідність трактора МТЗ-82 (рис.1.1), обладнаного приводом на всі чотири колеса і повністю зберігає агротехнічні показники і агрегатується базової моделі, ще більше розширюють універсальність його використання і збільшують зайнятість, так як дозволяють застосовувати трактор у важких ґрунтових і погодних умовах як на польових, так і на транспортних роботах [2].

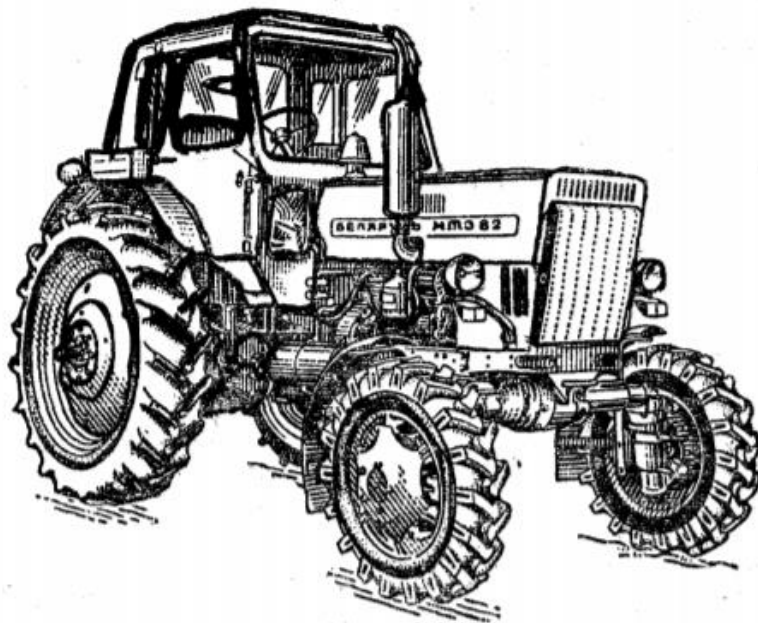


Рисунок 1.1 – Трактор МТЗ-82

					ТМ 17090059 – 00 ПЗ	Арк.
						7
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Основні технічні характеристики ДВЗ Д-240 приведені в таблиці

Таблиця 1.1 – Технічні характеристики дизельного ДВЗ Д-240

Параметри	Значення параметрів
Номінальна потужність, кВт (к.с)	59 (80)
Номінальна частота обертання, об/хв	2200
Число циліндрів двигуна	4
Витрата палива при номінальній Потужності г/кВт. год (г/л.с.ч)	238(185)
Маса ДВЗ, кг	430

На рисунку 1.2 показаний загальний вид двигуна Д-240. Цей малюнок не тільки дає уявлення про зовнішній вигляд двигуна, але і дозволяють ознайомитися з взаємним розташуванням його основних і допоміжних вузлів, механізмів і пристроїв.

Як і всякий дизель, двигун Д-240 складається з ряду механізмів і систем. Головні з них кривошипно-шатунний і газорозподільний механізми і системи змащення, охолодження, живлення і пуску.

Кривошипно-шатунний механізм служить для перетворення прямолінійного зворотно-поступального руху поршня в обертальний рух колінчастого вала.

Механізм газорозподілу призначений для впуску в циліндр порцій повітря і випуску з нього відпрацьованих газів в строго певні моменти і проміжки часу.

Система змащення служить для підведення мастильних матеріалів до деталей, що труться з метою зменшення тертя між ними, а також часткового відбору тепла.

Система охолодження необхідна для підтримки нормального теплового режиму двигуна. У дизельних двигунах застосовується рідинна (зазвичай водяна) система охолодження. Паливна система призначена для точної дозованої і своєчасної подачі палива в циліндри двигуна.

Блок циліндрів (рис. 1,3, а, б, в) є основною деталлю корпусу двигуна і являє собою жорстку відливку з сірого чавуну. На блоці і всередині нього монтуються механізми, вузли та деталі двигуна, для кріплення яких передбачені отвори,

					ТМ 17090059 – 00 ПЗ	Арк.
						9
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

У блоці циліндрів зроблений поздовжній масляний канал, від якого по поперечним похилим каналам масло підводиться до кожного корінного підшипника і до всіх опорним шийок розподільного валу. Поздовжній канал з'єднаний з масляним фільтром через горизонтальний поперечний канал, що проходить в середній вертикальній перегородці над третім корінним підшипником. Канал в середній вертикальній перегородці з'єднує масляний фільтр з масляним насосом [2].

Права зовнішня стінка блоку колонного типу. У свердліннях вертикальних колон встановлюють штанги штовхачів, які своїм нижнім сферичним кінцем впираються в штовхачі, що ковзають в оброблених отворах. Залежно від типу пускового пристрою позаду блоку циліндрів встановлюють один з двох видів заднього листа, що відрізняються один від одного координатами і розмірами центрує отвори. У стінці заднього листа зроблено отвір для гвинта, куди ввернуть спеціальний болт (щуп) для установки початку подачі палива в перший циліндр двигуна. Через отвір, розташоване в середині заднього листа, проходить фланець колінчастого валу для кріплення маховика [2].

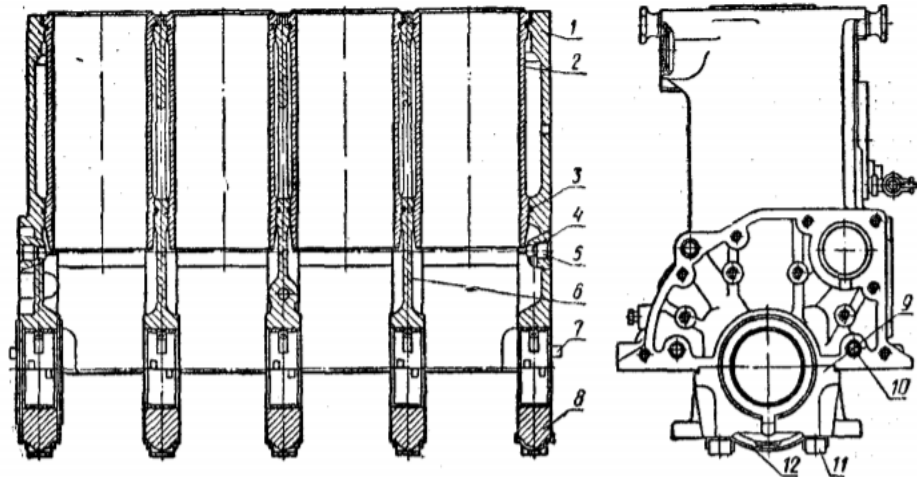


Рисунок 1.4 – Переріз блока циліндрів

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

										Арк.
										11
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ТМ 17090059 – 00 ПЗ					

Циліндрична поверхня цього фланця і каркасний сальник забезпечують заднє ущільнення колінчастого валу. До зовнішніх отворів листа кріпиться корпус муфти зчеплення, центрований двома штифтами, які запресовані у фланець корпусу муфти. Спереду до блоку циліндрів прикріплені болтами щ і т розподілу, виготовлений з листового прокату, і кришка розподілу, відлита з сірого чавуну. Спільне центрування їх здійснюється двома штифтами, запресованими в передню стінку блоку циліндрів. Точно оброблені отвори в щиті розподілу забезпечують правильну установку паливного і масляного (гідропідсилювача керма) насосів і правильне зачеплення шестерень приводу насосів. Центрованою установкою кришки розподілу щодо блоку циліндрів досягається також точність зубчастого зачеплення приводу [2].

Пневмокомпресор, приводу редуктора мото годинника і переднього ущільнення колінчастого валу. До плоского виступу в передній верхній частині кришки розподілу двома болтами кріпиться регульована передня подвіска двигуна. У просторі між щитом і кришкою розподілу знаходиться шестерні розподілу [2].

Службове призначення деталі

Гільза циліндра є направляючої втулкою рухомого поршня і утворює разом головкою циліндра порожнину, в якій здійснюється робочий цикл. Це одна з найбільш навантажених деталей двигуна - гільза циліндра піддається і високі температури, і колосальний тиск з боку згоряє суміші палива і газів, і вплив зношують сил тертя, а також перешкоджає інтенсивним корозійним впливів.

Поршень, переміщаючись всередині гільзи поступально, надає на її робочу поверхню значний тиск. У верхній частині гільзи через зміну напрямку руху поршня відбувається розрив масляної плівки і виникає граничне тертя. Також, верхній пояс гільзи в результаті впливу продуктів згоряння високої температури піддається електрохімічній корозії. В результаті змінного тиску з боку робочої порожнини циліндра стінки гільзи, особливо при недостатній товщині, можуть здійснювати коливання в радіальному напрямку. Даний процес супроводжується зношуванням і навіть руйнуванням як самої гільзи, так і стінок блоку [3].

					ТМ 17090059 – 00 ПЗ	Арк.
						12
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

З урахуванням вищевикладеного до гільзам циліндрів ставляться такі вимоги:

- велика жорсткість і висока міцність стінок і посадочних пасків;
- висока зносостійкість;
- повна герметизація стиків і сполучень;
- простота конструкції і технологічність.

Стінки циліндра двигуна утворюють спільно з поршнем, кільцями і поверхнею камери згоряння простір змінного обсягу, в якому здійснюються всі робочі процеси двигуна внутрішнього згоряння. Стінка циліндра повинна бути ретельно оброблена і утворює з поршневими кільцями пару ковзання. Циліндри і гільзи циліндрів навантажуються силами тиску газів, бічний навантаженням від поршня і температурної навантаженням.

Мінлива по величині і напрямку бічна навантаження викликає вигин і вібрацію циліндра і послаблює його кріплення до картера. Стінки циліндра під дією виникаючих при русі поршня сил тертя піддаються, крім того, зносу. Гільзи циліндрів повинні бути міцними, жорсткими, зносостійкими, забезпечувати, можливо, менші втрати на тертя поршня об поверхню циліндра. Зовнішня і внутрішня поверхня гільз повинна володіти антикорозійною стійкістю. Конструкція гільз повинна забезпечувати надійність ущільнень в місцях зіткнення гільз з головкою і блоком циліндрів [3].

Таблиця 1.2 – Хімічний склад чавуну спеціального

Масова частка елемента, %								
C	Si	Mn	Cr	Ni	Cu	S	Mo	P
3,0-3,4	1,8-2,2	0,6-0,8	0,3-0,5	0,22-0,5	0,5	0,1	0,5	0,25

Таблиця 1.3 – Механічні властивості чавуну спеціального

δ , мПа/мм ²	НВ
73	217 ... 260

Гільза циліндру являє собою тіло обертання та має такі конструктивні елементи:

					ТМ 17090059 – 00 ПЗ	Арк.
						13
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- зовнішню циліндричну поверхню;
- внутрішню циліндричну поверхню;
- торці;
- канавки (3 шт);
- внутрішні фаски (2 шт).

Поверхні гільзи можна поділити на виконавчі, вільні та базові (основні і допоміжні).

До основних поверхонь відносяться основні робочі пояски за допомогою цих поверхонь визначається положення гільзи у виробі.

Допоміжна поверхня, визначає положення деталей, що приєднуються відносно даної.

Виконавча поверхня, вказує службове призначення даного виробу – центральний отвір.

Вільні поверхні, не торкаються поверхонь інших деталей, та призначені для з'єднання основних, допоміжних та виконавчих поверхонь між собою.

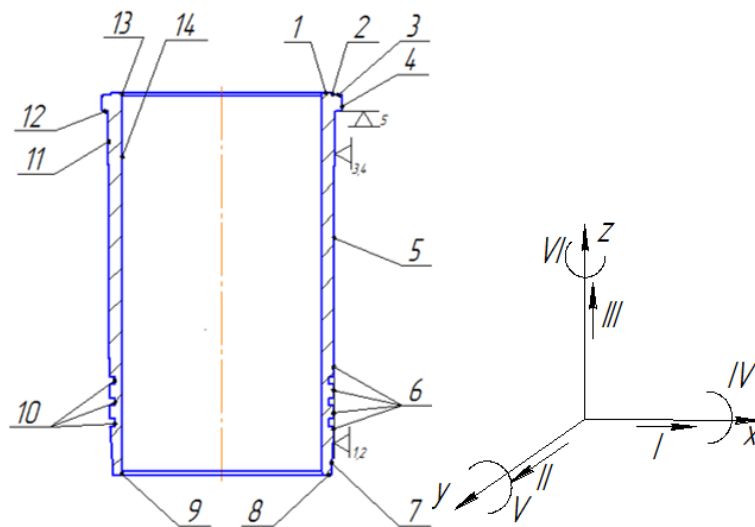


Рисунок 1.5 – Ескіз гільзи циліндра з класифікацією поверхонь

Таблиця 1.4 – Класифікація поверхонь

Вид поверхні	Номери поверхонь
Виконавча	14
ОКБ	6,11,12
ДКБ	1,2,3,4,10,14
Вільні	5,7,8,9,13

Таблиця 1.5 – Відповідності

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

Таблиця 1.6 – Матриця зв'язків

	X	Y	Z	
<i>L</i>	1	1	0	ПНБ
<i>α</i>	1	1	0	
<i>L</i>	0	0	1	ОБ
<i>α</i>	0	0	0	
<i>L</i>	0	0	0	Вакансія
<i>α</i>	0	0	1	

Робота гільзи характеризується значною тепло-напруженістю, газовими навантаженнями, силою тертя з боку поршня і поршневих кілець, всі ці фактори призводять до активного зносу її поверхні [4, с. 111].

Зношування робочої поверхні гільзи відбувається по її довжині нерівномірно. Зворотно-поступальний рух поршня вздовж гільзи призводить до того, що найбільш несприятливі умови зносу виникають в районі перекладки поршнів. При цьому найжорсткіший режим спостерігається в області верхньої мертвої точки (ВМТ), де фіксуються високі температури, які призводять до виникнення граничного або навіть сухого тертя в результаті вигорання мастильного матеріалу в сполученні «гільза - поршневе кільце». У цій області також присутні частинки атмосферного пилу, що потрапляють в камеру згоряння разом з повітрям [5], що викликає абразивний знос поверхні гільзи. Стінки циліндрів ДВС з водяним охолодженням в середньому нагріваються до 100 - 130 °С, при цьому максимальна температура спостерігається в зоні ВМТ і досягає 170 - 180 °С. [6, с. 85].

					ТМ 17090059 – 00 ПЗ	Арк.
						15
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2 Аналіз технічних вимог на виготовлення деталі

Гільза блоку циліндрів за своєю конструкцією являє досить просту конструкцію, вона дає можливість застосовувати високопродуктивний метод отримання заготовки відцентровим литтям. Для даної деталі використовується новітній метод обробки, а саме точіння на верстаті з числовим програмним керуванням (ЧПК). При цьому методі обробки забезпечується висока точність обробки поверхонь деталі.

На кресленні представлені всі необхідні розміри для даної деталі та технічні вимоги для її виготовлення. Найточніша поверхня – це центральний отвір $\varnothing 124,9 \pm 0,02$. Всі креслення виконані відповідно до ГОСТ 2.109-73 ЕСКД [7].

Необхідно звернути увагу, що більшість вказаних відхилень на розмір, точність форми та розташування не відповідають стандартним значенням. Значення які були названі раніше, не впливають на точність виготовлення деталі.

До канавок ставиться вимога співвісності в межах $\varnothing 0,06$ мм відносно поверхні А – так як в них ставляться спеціальні кільця для ущільнення.

До торців ставиться вимога паралельності в межах $\varnothing 0,025$ мм відносно поверхні В – для щільного приєднання кришки.

До торців ставиться вимога перпендикулярності в межах $\varnothing 0,05$ мм відносно поверхні Б – для правильного розміщення та фіксації гільзи в двигуні.

До зовнішньої циліндричної поверхні $\varnothing 142,07^{+0,036}$ мм ставиться вимога співвісності в межах $\varnothing 0,06$ мм відносно поверхні А – для правильного розміщення та фіксації гільзи в двигуні.

До зовнішньої циліндричної поверхні $\varnothing 150,5^{+0,1}$ ставиться вимога радіального биття в межах 0,05мм відносно поверхні Б – вважаю що дана вимога є не обґрунтованою тому, що дана поверхня є вільною, вона не контактує з іншими поверхнями і тому не потребує такої високої точності.

До гільзи циліндра приймаються додаткові вимоги відповідно до ГОСТ Р 53809-2010 [8], а саме:

					ТМ 17090059 – 00 ПЗ	Арк.
						16
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- допускаються на всіх зовнішніх та внутрішніх поверхнях заготовки гільзи сліди глибиною 0,3 мм та шириною 1,5 мм;

- дозволяється на внутрішній і зовнішній поверхнях відливки в межах $\frac{2}{3}$ припуску на механічну обробку неметалеві включення дрібних раковин, які є наслідком специфіки відцентрового лиття;

- внутрішня циліндрична поверхня $\varnothing 124,9 \pm 0,02$ є виконавчою і допоміжною конструкторською базою.

Для поверхні гільзи важливо забезпечити високу зносостійкість "дзеркала" циліндра і при цьому витримати циклічне вплив температури і корозійну агресивність палив, масел і відпрацьованих газів.

Для зміцнення робочої поверхні гільз із чавуну, термообробку використовують досить часто. Ізотермічне загартування призводить до підвищення зносостійкості поверхні гільзи, завдяки збільшенню твердості.

					ТМ 17090059 – 00 ПЗ	Арк.
						17
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3 Визначення типу та форми організації виробництва

Тип виробництва згідно ГОСТ 3.1119-83 [9] характеризується коефіцієнтом закріплення операції $K_{з.о.}$, який показує відношення всіх різноманітних технологічних операцій, які виконуються чи тих, що підлягають виконанню, підрозділами на протязі місяця, до числа робочих місць.

Визначаємо кількість верстатів за формулою:

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

де N – річна програма, шт.; $N = 2500$ шт (див. завдання);

$T_{шт}$ – штучний час, хв;

F_d – дійсний річний фонд часу, год;

$\eta_{з.н}$ – нормативний коефіцієнт завантаження обладнання, $\eta_{з.н} = 0,8 \dots 0,9$;

приймаємо $\eta_{з.н} = 0,8$.

Розрахунки виконуємо на прикладі операції 005. Для решти операцій всі необхідні розрахунки записуємо в таблицю 3.1.

$$m_p = \frac{2500 \cdot 0,79}{60 \cdot 4004 \cdot 0,8} = 0,01,$$

Визначаємо фактичний коефіцієнт завантаження робочого місця за формулою:

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

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

m_p – кількість верстатів.

$$\eta_{з.ф} = \frac{0,01}{1} = 0,01,$$

Визначаємо кількість операцій які виконуються на робочому місці за формулою:

					ТМ 17090059 – 00 ПЗ	Арк.
						18
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

$$O = \frac{0,8}{0,01} = 80,$$

Таблиця 3.1 – Вихідні дані для розрахунку типу виробництва

№ п/п	Назва операції	$T_{шт}$	m_p	p	$\eta_{з.ф}$	O
1	Токарно-багаторізева	0,79	0,02	1	0,02	80
2	Вертикально-розточувальна	2,95	0,06	1	0,06	14
3	Токарно копювальна	2,85	0,06	1	0,06	14
4	Токарно- багаторізева	0,53	0,01	1	0,01	80
5	Вертикально-розточувальна	3,39	0,07	1	0,07	12
6	Вертикально-хонінгувальна	1,68	0,03	1	0,03	27
7	Токарна з ЧПК	3,92	0,08	1	0,08	10
8	Токарна з ЧПК	4,18	0,09	1	0,09	9
9	Вертикально-хонінгувальна	1,49	0,03	1	0,03	27
10	Разом	21,78	-	9	-	273

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

Отримавши всі необхідні дані розраховуємо коефіцієнт закріплення операцій за формулою:

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

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

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

$$K_{3.0} = \frac{273}{9} = 30,33 ,$$

що відповідає дрібносерійному типу виробництва, так як $20 < K_{3.0} < 40$

Визначаємо форму організації виробництва:

Визначаємо добовий випуск деталей [10, с. 22] за формулою:

$$N_{\text{доб}} = \frac{N}{250} , \quad (3.5)$$

$$N_{\text{доб}} = \frac{2500}{250} = 10 \text{ шт}$$

де N – річна програма випуску, шт.;

250 дні – кількість робочих днів у році [10, с. 22].

Добова продуктивність потокової лінії при завантаженні її на 60% [10, с. 22] розраховується за формулою:

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

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

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

Розраховуємо добовий фонд часу роботи устаткування [10, с. 22] за формулою:

$$F_{\text{доб}} = \frac{60 \cdot F_{\text{д}}}{250} , \quad (3.7)$$

$$F_{\text{доб}} = \frac{60 \cdot 4004}{250} = 960$$

					ТМ 17090059 – 00 ПЗ	Арк.
						20
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Розраховуємо середня трудомісткість механічних операцій [10, с. 22] за формулою:

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

де m – число операцій.

$$T_{\text{ср}} = \frac{21,78}{9} = 2,42 \text{ хв},$$

Отже, добова продуктивність потокової лінії при завантаженні її на 60%:

$$Q = \frac{960}{2,42} \cdot 0,6 = 238 \text{ шт},$$

При порівнянні $N_{\text{доб}} = 10 \text{ шт.} < Q = 238 \text{ шт.}$ бачимо, що добовий випуск деталей набагато більший за добову продуктивність потокової лінії при завантаженні її на 60%, тобто застосування однономенклатурної потокової лінії недоцільно, тому застосовуємо групову форму організації виробництва.

Дрібносерійне виробництво характеризується випуском партій, тому визначаємо кількість деталей у партії для одночасного запуску за формулою:

$$n = \frac{N \cdot \alpha}{250}, \text{ шт} \quad (3.9)$$

де $\alpha = 24$ дні – періодичність запуску деталей у виготовлення.

$$n = \frac{2500 \cdot 24}{250} = 240 \text{ шт.}$$

Стисла характеристика обраного типу виробництва.

Дрібносерійне виробництво характеризується малим обсягом випуску однакових виробів, повторне виготовлення та ремонт яких, як правило, не передбачається. Характерною ознакою дрібносерійного виробництва є виконання на робочих місцях великого числа різноманітних операцій, які можуть взагалі не повторюватися. У зв'язку з цим дрібносерійне виробництво має бути дуже гнучким.

В дрібносерійному виробництві використовують універсальне обладнання та стандартне технологічне оснащення. Устаткування в цехах розташовують за його типами (ділянка токарних верстатів, ділянка фрезерних верстатів і т.д.) [11].

					ТМ 17090059 – 00 ПЗ	Арк.
						21
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Застосовують універсальний та спеціальний різальні інструменти. З вимірювальних інструментів використовують калібри і спеціальні вимірювальні інструменти.

Технологічні процеси виготовлення виробів, як правило, детально не розробляються. Кваліфікація основних робітників в дрібносерійному виробництві вище ніж в масовому виробництві.

Даний тип виробництва набагато економічніший, ніж одиничне виробництво за рахунок своєї універсальності, збільшення продуктивності праці, тим самим забезпечується зниження собівартості готової продукції.

					ТМ 17090059 – 00 ПЗ	Арк.
						22
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4 Аналіз технологічності конструкції деталі

Гільза циліндру за своєю будовою має досить просту геометричну форму, та являється одною з самих відповідальних елементів двигуна внутрішнього згорання всіх видів транспорту.

Заготовка для гільзи отримана методом відцентрового лиття. Даний метод дозволяє нам максимально ефективно наблизити одержану заготовку до форми готової деталі. Тим самим підвищує продуктивність праці за рахунок зменшення припусків на механічну обробку, та зменшує час, який потрібний для зняття припуску.

Матеріал гільзи – чавун спеціальний на основі сірого чавуна. До складу спеціального чавуна входять дорогі високоякісні легуючі метали, такі як: Ni (нікель), Cr (хром) та Mo (молібден), цим самим підвищують міцність, зносостійкість і корозійну стійкість гільзи циліндрів що, позитивно впливає на надійність роботи двигуна.

Центральний отвір являється найточнішою $\varnothing 124,9 \pm 0,02$ мм з шорсткістю поверхні Ra 3,2. Така точність та шорсткості забезпечується операцією хонінгування. Ця операція потребує спеціального інструмента – хонінгувальної головки, на проектування та на виготовлення якої потрібно багато коштів та часу. Для контролю поверхні після хонінгувальної операції потрібні спеціальні кінцеві міри, використання яких також потребує багато часу, що зменшує продуктивність контролю.

В даній гільзі циліндра є 3 канавки, до яких ставиться умова шорсткості Ra 1,6. Ці поверхні не є технологічними, так як вони потребують додаткових механічних операцій та спеціального вимірювального та різального інструмента, для їх виготовлення.

Внутрішні фаски розміром $1,8 \times 15^\circ$ та $2,1 \times 20^\circ$ – різні між собою та не являються стандартними і тому вони теж потребують спеціального різального інструмента, отже дані внутрішні фаски не є технологічними.

Необхідно притупити гострі кромки, але для цього потрібне спеціальне обладнання та інструмент та затрати часу, що також не є технологічним.

					ТМ 17090059 – 00 ПЗ	Арк.
						23
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

В цілому гільза циліндра ДВЗ має просту конфігурацію. Можна встановлювати необхідні режими різання, так як жорсткість деталі достатня для механічної обробки. Дана деталь дозволяє використати продуктивні методи обробки з високою якістю обробки, такі як точіння на верстаті з числовим програмним керуванням.

					ТМ 17090059 – 00 ПЗ	Арк.
						24
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

5 Вибір способу отримання заготовки та розробка технічних вимог до неї

Заготовкою в машинобудуванні називають предмет праці, з якого зміною форми, розмірів, властивостей поверхонь і (або) матеріалу виготовляють деталь. Заготівельне виробництво є невід'ємною початковою фазою будь-якого машинобудівного виробництва, утворюючи перший технологічний переділ.

Заготовки прийнято розрізняти по виду, що відображає характерні особливості базового технологічного методу їх виготовлення. Литтям отримують заготовки практично будь-яких розмірів як простий, так і дуже складної конфігурації практично з усіх металів і сплавів [12].

Виділяють наступні види заготовок:

- 1) одержувані відцентрованим литтям (виливки);
- 2) одержувані обробкою тиском (ковані і штамповані заготовки);
- 3) заготовки з прокату;
- 4) литтям в кокіль;
- 5) одержувані методами порошкової металургії.

В даному випадку порівнюємо два методи заготовки, а саме: методом відцентрового лиття та лиття в кокіль.

Перший спосіб отримання заготовки – відцентрове лиття.

При конструюванні заготовки користуємося ГОСТом 26645-85 [13] та визначаємо:

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

Розраховуємо припуски заготовки для заданої деталі відповідно до ГОСТ 26645-85 [13]. Дані заносимо до таблиці 5.1.

					ТМ 17090059 – 00 ПЗ	Арк.
						25
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 5.1 – Розрахунок розмірів відливки по ГОСТ 26645-85

Номинальний розмір деталі, мм	Допуск розміру, мм	Допуск форми розміщення елементів вилівка, мм	Загальний допуск, мм	Половина загального допуску, мм	Ряд припусків	Величина припуску, мм	Остаточний розмір, мм
1	2	3	4	5	6	7	8
	Табл. 1	Табл. 2	Табл. 16	Табл. 9	Табл. 14	Табл. 6	
					3	2,8	
11,15	1,5	0,40	3,6	1,8	-	50	63,95±1,8
166,15	3,2	1,6	7,2	3,6	3	4,2	220,35±3,6
					-	21	
239,16	3,2	1,6	7,2	3,6	4	4,2	Ø158,9±3,2
Ø150,5	4,0	1,0	6,4	3,2	4	4,2	Ø150,47±3,2
Ø142,07	4,0	1,0	6,4	3,2	4	4,2	Ø148,4±3,2
Ø140	4,0	1,0	6,4	3,2	3	4,2	Ø116,5±3,2
Ø124,9	3,6	0,64	6,4	3,2	3	4,2	Ø116,5±3,2

Виконуємо ескіз заготовки, отриманої методом відцентрового лиття (див. рис.5.1).

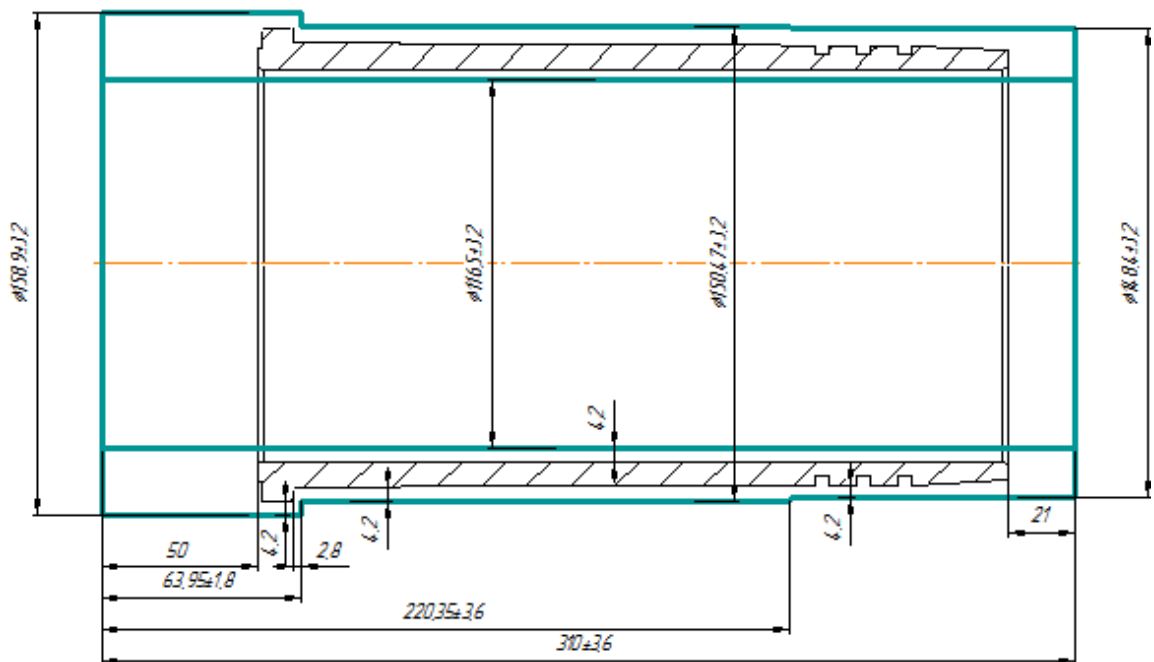


Рисунок 5.1 – Ескіз заготовки отриманої методом відцентрового лиття

Визначаємо масу заготовки за формулою:

$$m_3 = V_{\text{заг}} \cdot \rho, \text{ кг} \quad (5.1)$$

де $V_{\text{заг}}$ – загальний об'єм, який складається з простих фігур, мм^3 ;

$\rho = 7,1 \cdot 10^{-6} \text{ кг/мм}^3$ – густина чавуну.

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

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

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

$$V_1 = \frac{3,14 \cdot 158,9^2}{4} \cdot 63,98 = 1267529,3 \text{ мм}^3$$

$$V_2 = \frac{\pi D_2^2}{4} \cdot l_2, \text{ мм}^3 \quad (5.4)$$

$$V_2 = \frac{3,14 \cdot 150,47^2}{4} \cdot 156,4 = 2779753,3 \text{ мм}^3$$

$$V_3 = \frac{\pi D_3^2}{4} \cdot l_3, \text{ мм}^3 \quad (5.5)$$

$$V_3 = \frac{3,14 \cdot 148,4^2}{4} \cdot 89,65 = 1549843,2 \text{ мм}^3$$

$$V_4 = \frac{\pi D_4^2}{4} \cdot l_4, \text{ мм}^3 \quad (5.6)$$

$$V_4 = \frac{3,14 \cdot 116,5^2}{4} \cdot 310 = 3302807 \text{ мм}^3$$

Підставляємо значення:

$$V_{\text{заг}} = 1267529,3 + 2779753,3 + 1549843,2 - 3302807 = 2294318,8, \text{ мм}^3$$

Отже, маса заготовки отриманої методом відцентрового лиття становить:

$$m_3 = 2294318,8 \cdot 7,1 \cdot 10^{-6} = 16,29 \text{ кг}$$

					ТМ 17090059 – 00 ПЗ	Арк.
						27
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Визначаємо собівартість заготовки за формулою [10, с. 31]:

$$S_{\text{заг}} = \left(\frac{C_1}{1000} \cdot Q \cdot K_T \cdot K_M \cdot K_O \cdot K_a \cdot K_c \right) - (Q - q) \cdot \frac{S_{\text{відх}}}{1000}, \text{ грн} \quad (5.7)$$

де $C_1 = 57000$ – базова вартість 1 тони заготовки, грн; [10, с.31, табл. 2.6];

$S_{\text{відх}} = 5700$ – вартість 1 тони відходів, грн; [10, с.32, табл. 2.7];

$K_T = 10$ – коефіцієнт, що залежить від точності; [10, с. 33];

$K_c = 1,0$ – коефіцієнт, що залежить від групи складності; [10, с.33, табл. 2.8];

$K_a = 1,12$ – коефіцієнт, що залежить від марки матеріалу; [10, с.33, табл. 2.8];

$K_M = 0,91$ – коефіцієнт, що залежить від маси заготовки; [10, с. 34];

$K_O = 1,0$ – коефіцієнт, що залежить від об'єму виробництва заготовки; [10, с. 31, табл. 2.6];

$Q = 16,29$ – маса заготовки, кг;

$q = 6,04$ – маса деталі, кг.

$$S_{\text{заг}} = \left(\frac{57000}{1000} \cdot 16,29 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,12 \cdot 0,91 \cdot 1,0 \right) - (16,29 - 6,04) \cdot \frac{5700}{1000} = 877,93 \text{ грн}$$

Визначаємо коефіцієнт використання матеріалу за формулою:

$$K_{\text{вик}} = \frac{q}{Q} \quad (5.8)$$

$$K_{\text{вик}} = \frac{6,04}{16,29} = 0,37$$

Другий варіант – заготовка одержана методом лиття в кокіль. Розраховуємо припуски заготовки для заданої деталі. Дані заносимо до таблиці 5.2.

					ТМ 17090059 – 00 ПЗ	Арк.
						28
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 5.2 – Лиття в кокіль

Номинальний розмір деталі, мм	Допуск розміру, мм	Допуск форми розміщення елементів вилівка, мм	Загальний допуск, мм	Половина загального допуску, мм	Ряд припусків	Величина припуску, мм	Остаточний розмір, мм
1	2	3	4	5	6	7	8
	Табл. 1	Табл. 2	Табл. 16	Табл. 9	Табл. 14	Табл. 6	
					3	2,2	
11,15	1,5	0,40	2,2	1,1			16,55±1,1
					-	3,2	
166,15	3,2	1,6	4,4	2,2			172,55±2,2
					3	3,2	
239,16	3,2	1,6	4,4	2,2			245,56±2,2
					-	3,2	
Ø150,5	4,0	1,0	4,0	2,0	4	2,8	Ø156,1±2,0
Ø142,07	4,0	1,0	4,0	2,0	4	2,8	Ø147,67±2,0
Ø140	4,0	1,0	4,0	2,0	4	2,8	Ø145,6±2,0
Ø124,9	3,6	0,64	4,0	2,0	3	2,8	Ø119,3±2,0

Виконуємо ескіз заготовки, одержаної методом лиття в кокіль (див. рис.5.2).

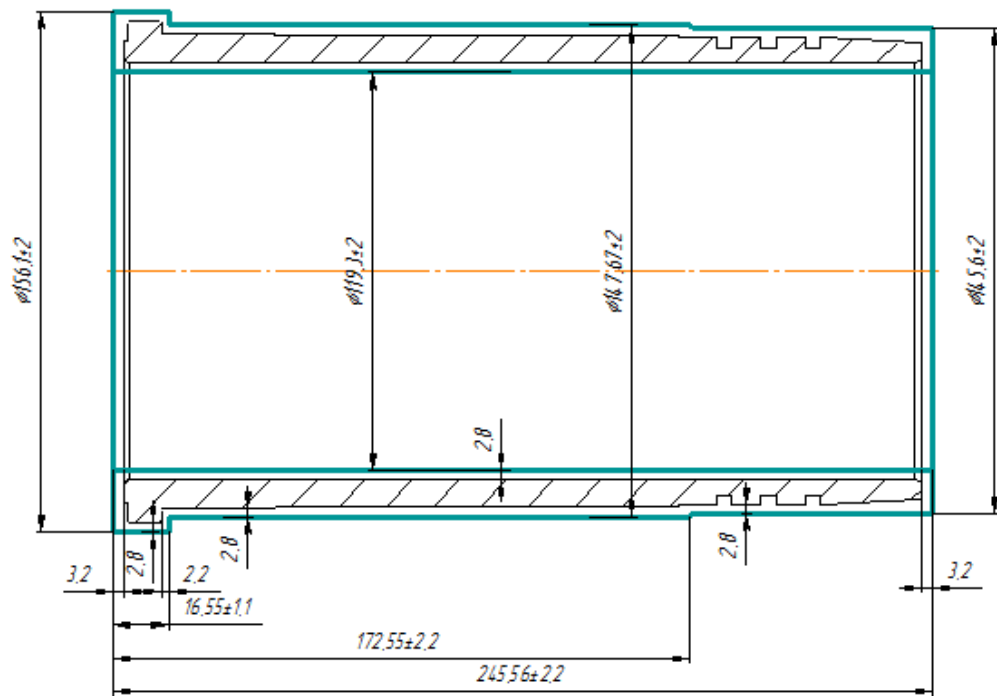


Рисунок 5.2 – Ескіз заготовки отриманої методом лиття в кокіль

Масу заготовки та об'єми визначаємо за формулами 5.1 – 5.6.

$$V_1 = \frac{3,14 \cdot 156,1^2}{4} \cdot 16,55 = 316572,7 \text{ мм}^3$$

$$V_2 = \frac{3,14 \cdot 147,67^2}{4} \cdot 156 = 2670415,3 \text{ мм}^3$$

$$V_3 = \frac{3,14 \cdot 145,6^2}{4} \cdot 73 = 1214829,3 \text{ мм}^3$$

$$V_4 = \frac{3,14 \cdot 119,3^2}{4} \cdot 245,56 = 2720460,8 \text{ мм}^3$$

$$V_{\text{заг}} = 316572,7 + 2670415,3 + 1214829,3 - 2720460,8 = 1481356,5 \text{ мм}^3$$

$$m_3 = 1481356,5 \cdot 7,1 \cdot 10^{-6} = 10,52 \text{ кг}$$

Визначаємо собівартість заготовки за формулою 5.7:

$$S_{\text{заг}} = \left(\frac{C_1}{1000} \cdot Q \cdot K_T \cdot K_M \cdot K_O \cdot K_a \cdot K_c \right) - (Q - q) \cdot \frac{S_{\text{відх}}}{1000}, \text{ грн}$$

де $C_1 = 54000$ – базова вартість 1 тони заготовки, грн; [10, с.31, табл. 2.6];

$S_{\text{відх}} = 5400$ – вартість 1 тони відходів, грн; [10, с.32, табл. 2.7];

$K_T = 1,1$ – коефіцієнт, що залежить від точності; [10, с. 33];

$K_c = 1,0$ – коефіцієнт, що залежить від групи складності; [10, с.33, табл.

2.8];

$K_a = 1,12$ – коефіцієнт, що залежить від марки матеріалу; [10, с.33, табл.

2.8];

$K_M = 0,8$ – коефіцієнт, що залежить від маси заготовки; [10, с. 34];

$K_O = 1,1$ – коефіцієнт, що залежить від об'єму виробництва заготовки; [10, с. 31, табл. 2.6];

$Q = 10,52$ – маса заготовки, кг;

$q = 6,04$ – маса деталі, кг.

$$S_{\text{заг}} = \left(\frac{54000}{1000} \cdot 10,52 \cdot 1,1 \cdot 1,1 \cdot 1,12 \cdot 0,8 \cdot 1,0 \right) - (10,52 - 6,04) \cdot \frac{5400}{1000} = 591,7 \text{ грн}$$

					ТМ 17090059 – 00 ПЗ	Арк. 30
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Визначаємо коефіцієнт використання матеріалу за формулою 5.8:

$$K_{\text{вик}} = \frac{6,04}{10,52} = 0,57$$

Визначаємо економічний ефект за формулою:

$$E_e = (S_{\text{заг1}} - S_{\text{заг2}}) \cdot N, \text{ грн} \quad (5.9)$$

де $S_{\text{заг1}}$, $S_{\text{заг2}}$ – вартість зіставлених заготовок, грн.;

N – річна програма випуску деталей, шт.

$$E_e = (877,93 - 591,7) \cdot 2500 = 7169000 \text{ грн}$$

Отже, використовувати метод лиття в кокіль не доцільно приймати, так як даний метод не дає нам бажаної дрібнозернистої структури. Тому доцільно використовувати метод відцентрованого лиття. До того ж собівартість заготовок значно не відрізняється.

Технічні вимоги на заготовку:

- матеріал – чавун спеціальний, з таким вмістом легуючих елементів;
- точність виливки відповідно до ГОСТ 26645-85 [13];
- твердість металевої основи на робочому діаметрі гільзи 229 – 277 НВ;
- овальність і конусність в межах допуску;
- допускаються скалювання заготовки гільзи на торцях величиною до 0,5 мм;
- на оброблених поверхнях допускаються дефекти ливарного характеру глибиною 2/3 припуску на механічну обробку;
- тріщини та неметалеві включення не допускаються.

					ТМ 17090059 – 00 ПЗ	Арк.
						31
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

6 Аналіз існуючого чи типового технологічного процесу

6.1 Розрахунок припусків на механічну обробку

Згідно спроектованого технологічного процесу на виготовлення деталі «гільза циліндру 02-12-19-09.005» використовуємо ПЕОМ та розраховуємо припуски, допуски на найбільш точний діаметральний розмір $\varnothing 124,9 (\pm 0,02)$ центрального отвору.

Вихідні дані:

Кількість етапів обробки поверхні разом із заготівельною – 5:

- розточування: чорнове, чистове;
- хонінгування: чорнове, чистове.

Послідовність вибору елементів припуску:

Знаходимо Rz (висоту мікронерівностей) та h (глибину дефектного шару):

а) для заготовки Rz = 200; T = 300 мкм [10, с. 63, табл. 4.3];

б) для переходів [2, с. 65, табл. 4.6]:

- розточування:

чорнове Rz = 50; T = 50 мкм;

чистове Rz = 30; T = 40 мкм;

- хонінгування:

чорнове Rz = 10; T = 20 мкм;

чистове Rz = 5; T = 15 мкм.

Визначаємо просторові відхилення за формулою:

$$\rho = \sqrt{\rho_{\text{роз}}^2 + \rho_{\text{центр}}^2} \quad (6.1)$$

де $\rho_{\text{роз}} = 850$ мкм – величина відхилення розташування [16, с. 187, табл. 21];

$\rho_{\text{центр}} = 950$ мкм – величина відхилення розташування заготовки в центрах,
мкм.

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

					ТМ 17090059 – 00 ПЗ	Арк.
						32
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Визначаємо величину просторових відхилення розміщення для інших переходів за формулою:

$$\rho_{\text{заг}} = K_y \cdot \rho_3, \text{ мкм} \quad (6.2)$$

де K_y - коефіцієнт уточнення форми, залежить від виду обробки [14, с.73].

- 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:

$$\rho_{\text{роз.чор}} = 0,06 \cdot 1275 = 77 \text{ мкм};$$

$$\rho_{\text{роз.чист}} = 0,05 \cdot 1275 = 64 \text{ мкм};$$

$$\rho_{\text{хон.чор}} = 0,04 \cdot 1275 = 51 \text{ мкм};$$

$$\rho_{\text{хон.чист}} = 0,02 \cdot 1275 = 26 \text{ мкм}.$$

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

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

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

$$\varepsilon_{\text{хон.чор}} = 100 \text{ мкм};$$

$$\varepsilon_{\text{хон.чист}} = 90 \text{ мкм}.$$

Дані розрахунків вносимо в програму ПЕОМ, яка виконує розрахунок припусків та міжопераційних розмірів, результати представлені в додатку Б.

6.2 Аналіз та обґрунтування схем базування і закріплення заготовки

Розглянемо технологічний процес виготовлення деталі «гільза циліндра».

					ТМ 17090059 – 00 ПЗ	Арк.
						33
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Технологічний процес складений відповідно до виконання технічних вимог для одержання даної деталі (див. табл.6.1).

Таблиця 6.1 – Базовий технологічний процес

№ операції	Назва операції	Короткий зміст операції	Обладнання
1	2	3	4
005	Токарно – гвинторізна	Підрізка торцю	Токарно – гвинторізний верстат моделі 16К40П
010	Токарно – гвинторізна	Підрізка торцю	Токарно – гвинторізний верстат моделі 16К40П
015	Вертикально – розточувальна	Чорнове розточування отвору з шорсткістю $Ra = 12,5$ мкм	Вертикально-розточувальний верстат моделі 2777В
020	Токарно – копіювальна	Чорнове точіння зовнішніх циліндричних поверхонь з шорсткістю $Ra = 12,5$ мкм	Токарний багаторізцевий копіювальний напівавтомат моделі 1Н713
025	Токарно – багаторізцева	Напівчистове точіння верхнього пояса, напівчистова підрізка торців $Ra = 6,3$ мкм	Токарний багаторізцевий копіювальний напівавтомат моделі 1А730
030	Вертикально – розточувальна	Чорнове розточування отвору з шорсткістю $Ra = 6,3$ мкм	Вертикально-розточувальний чотирьох шпіндельний верстат моделі СМ 870
035	Вертикально – хонінгувальна	Чорнове хонінгування отвору з шорсткістю $Ra = 6,3$ мкм	Вертикально - хонінгувальний верстат моделі 3М86
040	Токарна з ЧПК	Напівчистове точіння зовнішніх циліндричних поверхонь з шорсткістю $Ra = 6,3$ мкм	Токарний напівавтомат з ЧПК моделі 16К20Т1
045	Токарна з ЧПК	Чистове точіння верхнього пояса та канавок з шорсткістю $Ra = 3,2$ мкм	Токарний напівавтомат з ЧПК моделі 16К20Т1
050	Вертикально – хонінгувальна	Напівчистове хонінгування отвору з шорсткістю $Ra = 3,2$ мкм	Вертикально - хонінгувальний верстат моделі 3М86
055	Вертикально – хонінгувальна	Чистове хонінгування отвору з шорсткістю $Ra = 1,6$ мкм	Вертикально - хонінгувальний верстат моделі 3М86
060	Промивальна		Ванна
065	Маркувальна		
070	Технічний контроль		Стіл ВТК

					ТМ 17090059 – 00 ПЗ	Арк.
						34
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Схема базування та закріплення заготовки впливає не тільки на точність і якість оброблюваних поверхонь, а й на обґрунтування вибору верстатного устаткування та засобів технічного оснащення.

Вибрана схема базування передбачає як принцип сталості, так і принцип єдності технологічної, конструкторської і вимірювальної баз, забезпечувати можливість простого і зручного закріплення заготовки, багато інструментальної обробки поверхонь.

Операція 015 вертикально-розточувальна.

На цій операції (рис. 6.1) отвір розточується в такій послідовності:

- установити, закріпити та зняти заготовку;
- розточити отвір, витримуючи розмір 1.

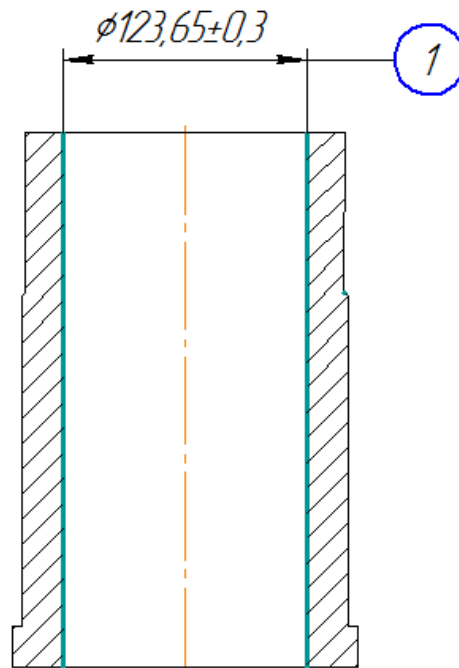


Рисунок 6.1 – Ескіз обробки заготовки на операції 015

На обраній операції гільзу можна закріпити двома способами.

Перший спосіб (див. рис.6.2) – заготовка ставиться на торець більшого діаметра та закріплюється кільцем з упором в верхній торець.

					ТМ 17090059 – 00 ПЗ	Арк.
						35
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

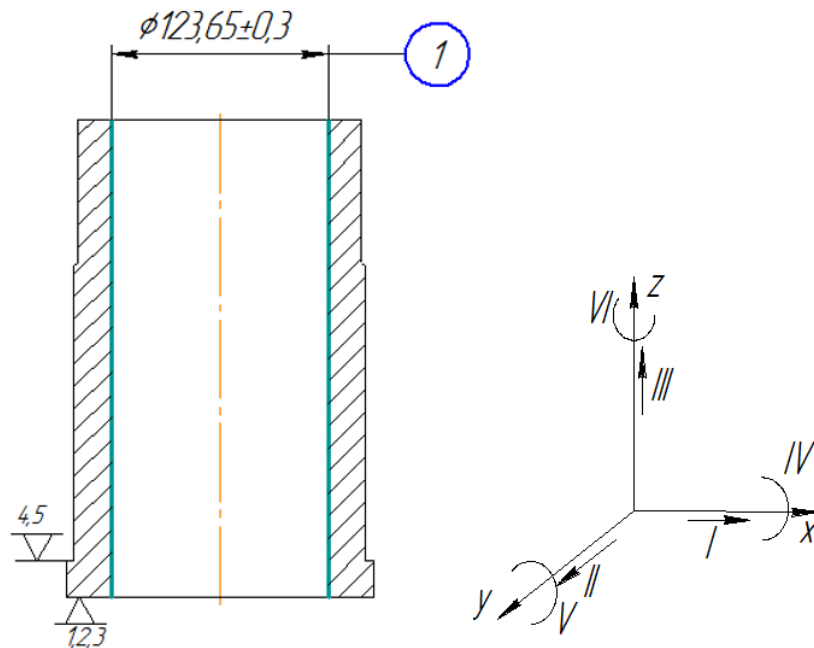


Рисунок 6.2 – Схема базування та закріплення заготовки

В даному способі базування, відносно внутрішньої та зовнішньої циліндричної поверхні буде значна похибка співвісності.

Таблиця відповідностей і матриця зв'язків приведені в табл. 6.2 і табл. 6.3.

Таблиця 6.2 – Таблиця відповідностей

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

Таблиця 6.3 – Матриця зв'язків

	X	Y	Z	
L	0	0	1	УБ
α	1	1	0	
L	1	1	0	НБ
α	0	0	0	
L	0	0	0	Вакансія
α	0	0	1	

Другий спосіб (див. рис.6.3) – заготовка закріплена за допомогою спеціального пристрою по торцях.

Похибка базування в цьому випадку зводиться до мінімуму.

Таблиця відповідностей і матриця зв'язків приведені в табл. 6.4 і табл. 6.5.

Розглянуті варіанти базування можна використовувати для закріплення заготовки, але більш раціональним являється другий варіант базування який дає нам значно меншу похибку базування.

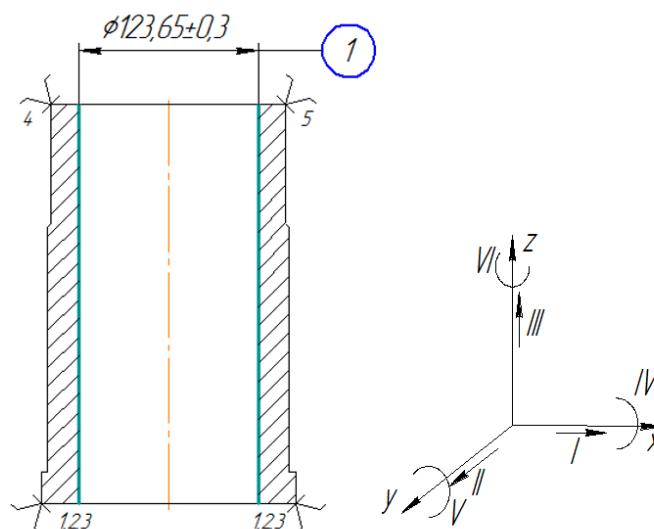


Рисунок 6.3 – Схема базування та закріплення заготовки

Таблиця 6.4 – Таблиця відповідностей

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

Таблиця 6.5 – Матриця зв'язків

	X	Y	Z	
L	0	0	1	УБ
α	1	1	0	
L	1	1	0	ПОБ
α	0	0	0	
L	0	0	0	Вакансія
α	0	0	1	

Під час операції 035 відбувається чорнове хонінгування внутрішньої циліндричної поверхні гільзи циліндру (рис.6.5) в наступній послідовності:

- установити, закріпити та зняти заготовку;
- хонінгувати отвір, витримуючи розмір 1.

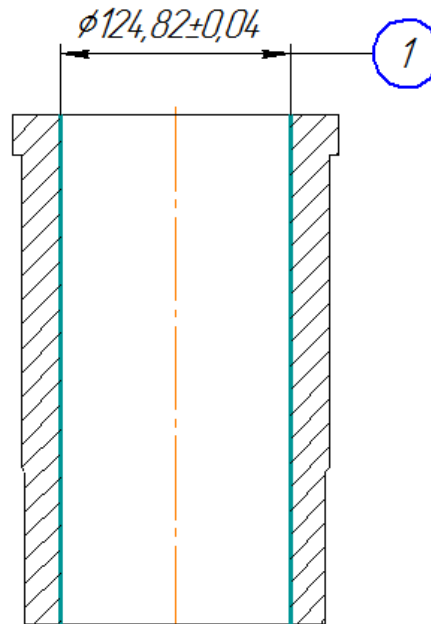


Рисунок 6.4 – Креслення гільзи циліндру на операції 035

На даній операції гільзу можна закріпити двома способами.

Перший спосіб (див. рис.6.5) – заготовка меншого діаметра ставиться на торець і закріплюється в верхній поясок кільцем з упором.

Таке базування позбавляє заготовку 5 ступенів вільності – для якісного хонінгування отвору являється достатнім. Таке закріплення заготовки не призводить до деформації поверхонь гільзи.

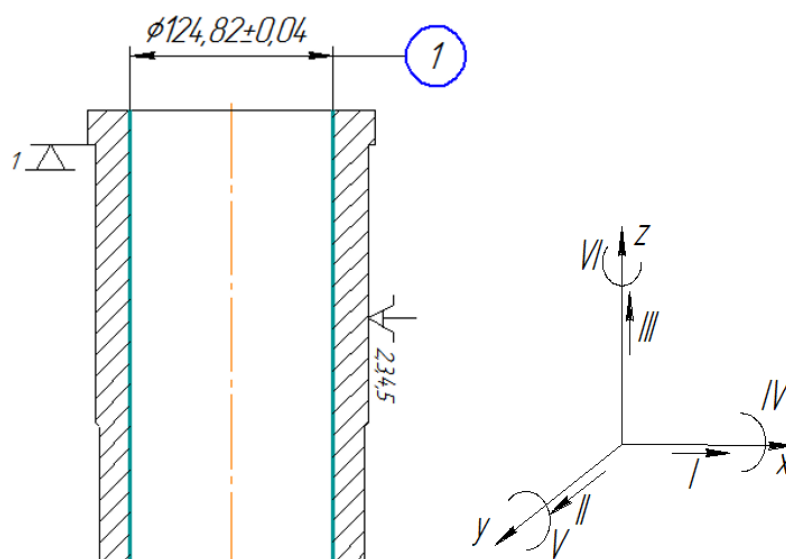


Рисунок 6.5 – Схема базування та закріплення заготовки

					ТМ 17090059 – 00 ПЗ	Арк.
						38
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця відповідностей і матриця зв'язків приведені в табл. 6.6 і табл. 6.7.

Таблиця 6.6 – Таблиця відповідностей

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

Таблиця 6.7 – Матриця зв'язків

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

Другий спосіб (див. рис.6.6) – на торець більшого діаметра ставиться заготовка та закріплюється трьох кулачковим патроном за зовнішню циліндричну поверхню.

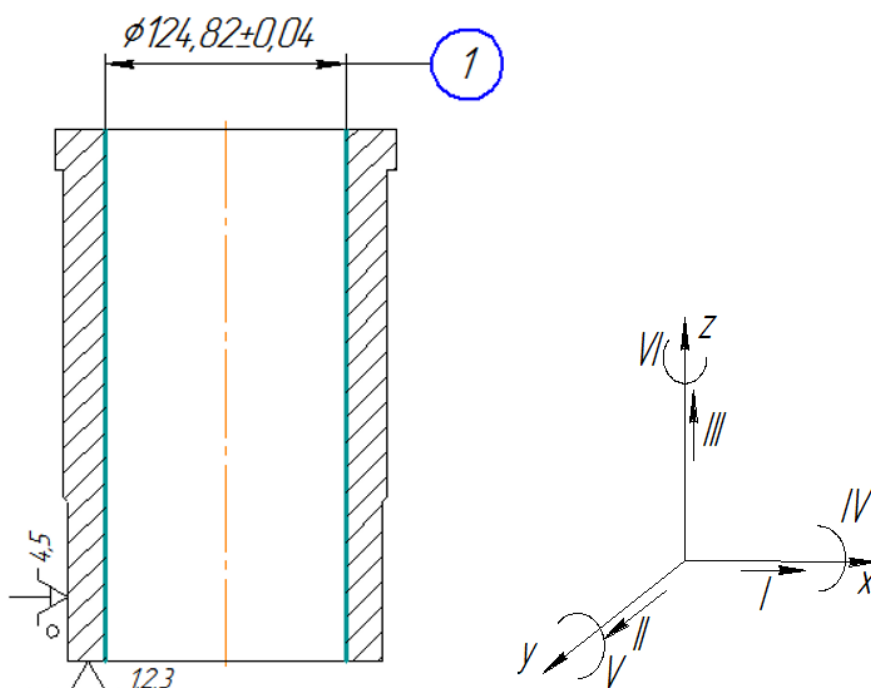


Рисунок 6.6 – Схема базування та закріплення заготовки

Таблиця відповідностей і матриця зв'язків приведені в табл. 6.8 і табл. 6.9.

					ТМ 17090059 – 00 ПЗ	Арк.
						39
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 6.8 – Таблиця відповідностей

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

Таблиця 6.9 – Матриця зв'язків

	X	Y	Z	
L	0	0	1	УБ
α	1	1	0	
L	1	1	0	ПОБ
α	0	0	0	
L	0	0	0	Вакансія
α	0	0	1	

Другий спосіб не являється дуже ефективним, тому що гільза циліндра являє собою доволі довгою за своєю конфігурацією, тому необхідна велика сила затиску для забезпечення жорсткості, що призведе до деформації поверхонь. Тому перший спосіб базування є доцільнішим.

6.3 Обґрунтування вибору металорізальних верстатів

При виборі металорізального верстата перевагу слід надавати високопродуктивному обладнанню, орієнтуючись на сучасні верстати вітчизняного та зарубіжного виробництва.

При виборі верстата керуємося такими вимогами:

- можливість виконання необхідних технологічних способів обробки поверхонь, які увійшли до певної операції;
- тип виробництва;
- габарити робочого простору;
- необхідну потужність двигунів;
- кількість інструментів, які можна установити на верстаті.

На операції 015 у заводському технологічному процесі застосовується вертикально-розточувальний верстат моделі 2777 В, який має такі характеристики:

- діаметр розточувального отвору $\varnothing 8-350$ мм;

					ТМ 17090059 – 00 ПЗ	Арк.
						40
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- найбільше переміщення:

повздовжнє 630 мм;

поперечне 630 мм;

- частота обертання шпинделя 4000 об/хв, 2500 об/хв, 2000 об/хв, 1000 об/хв;

- потужність електродвигуна верстата 1,5-12 кВт (в залежності від наладки).

Як альтернативу можна обрати вертикально-розточувальний верстат моделі 2E78 П, що буде враховано в подальшій роботі, який має наступні характеристики:

- діаметр розточувального отвору $\varnothing 28-200$ мм;

- найбільший діаметр свердління в суцільному металі $\varnothing 15$

- найбільше переміщення столу:

повздовжнє 800 мм;

поперечне 200 мм;

- число змінних шпинделів 5

- частота обертання шпинделя 26-1200 об/хв;

- потужність електродвигуна верстата 2,2 кВт.

На операції 035 у заводському технологічному процесі застосовується вертикально-хонінгувальний верстат моделі 3Г833, який має такі характеристики:

- найбільший діаметр оброблюваного отвору 125 мм;

- найбільша довжина хонінгування 450 мм;

- найбільша відстань від нижнього торця хона до поверхні плити 550 мм;

- виліт шпинделя 300 мм;

- потужність електродвигуна верстата 3 кВт.

Як альтернативу можна обрати вертикально-хонінгувальний верстат моделі 3М86, що буде враховано в подальшій роботі, який має наступні характеристики:

- найбільший діаметр оброблюваного отвору 500 мм;

- найбільший хід шпиндельної головки 2000 мм;

- відстань від кінця шпинделя головки в нижньому положенні до робочої поверхні стола 2080 мм;

- виліт шпинделя головки 520 мм;

- потужність електродвигуна верстата 22 кВт.

					ТМ 17090059 – 00 ПЗ	Арк.
						41
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

6.4 Обґрунтування вибору верстатних пристроїв, металорізального та вимірювального інструментів

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

На операції 015 застосовується пристосування спеціальне у вигляді двох кілець що встановлюються по торцям гільзи циліндра та стягуються шпильками.

Верстатний пристрій на операції 035 представлений у вигляді кільця базового та кільця притискного спеціального.

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

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

На операції 015 отвір розточується зенкером ВК6 $\varnothing 123,65$, відповідно до ГОСТ 12489-71 [15].

Оскільки на операції 035 відбувається чорнове хонінгування внутрішньої циліндричної поверхні то в якості різального інструмента застосовуємо хонінгувальну головку з брусками алмазними АБХ 100×8×5×3 АС32 125/100 50 М2-01, ГОСТ 52559-80 .

При виборі контрольно-вимірювальних інструментів враховуємо:

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

На операції 015 для вимірювання отвору використовується калібр-пробка $\varnothing 123,65 \pm 0,3$, ГОСТ 14810-69 [16].

Для контролювання прохонінгованого отвору на операції 035 застосовуємо калібр-пробку $\varnothing 124,82 \pm 0,04$ ГОСТ 14810-69 [16]. Контроль шорсткості поверхні можна виконати за допомогою зразків шорсткості згідно з ГОСТ 9378-93 [17].

					ТМ 17090059 – 00 ПЗ	Арк.
						42
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

6.5 Розрахунки режимів різання

Операція 015 вертикально-розточувальна.

На операції відбувається розточування отвору (чорнова стадія обробки) на верстаті моделі 2Е78П зенкером ВК6 $\varnothing 123,65$ ГОСТ 12487-71 [15].

Глибина різання.

Глибина різання для чорнової стадії обробки складає 65% від загального припуску і визначається за формулою:

$$t = 0,65 \cdot h, \text{ мм} \quad (6.3)$$

де h – припуск на обробку, мм; $h = 2,17$ мм.

$$t = 0,65 \cdot 2,17 = 1,41 \text{ мм,}$$

Призначаємо $t \approx 1,4$ мм.

Призначаємо подачу.

$S_o = 1,4-1,5$ мм/об [14, с.277 табл. 26]. Приймаємо $S = 1,5$ мм/об.

Визначаємо швидкість різання за формулою:

$$V = \frac{C_V \cdot D^g}{T^m \cdot t^x \cdot S_o^y} \cdot K_V, \text{ м/хв} \quad (6.4)$$

де, C_V , x , y , m , g – коефіцієнт та показники степеня визначаємо по [14, с.279 табл. 29]:

$$C_V = 105;$$

$$x = 0,15;$$

$$y = 0,45;$$

$$m = 0,4;$$

$$g = 0,4;$$

T – період стійкості, хв; $T = 100$ хв [14, с.280 табл.30];

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

Коефіцієнт визначаємо за формулою:

					ТМ 17090059 – 00 ПЗ	Арк.
						43
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$K_V = K_{mv} \cdot K_{ny} \cdot K_{иу} \quad (6.5)$$

де K_{ny} – коефіцієнт, що враховує стан заготовки, $K_{ny} = 0,8$ [14, с.263 табл. 5];

$K_{иу}$ – коефіцієнт, що враховує вплив матеріалу інструменту, $K_{иу} = 1,0$ [14, с.263 табл. 6];

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

$$K_{mv} = \left(\frac{190}{HB}\right)^{n_v} \quad (6.6)$$

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

Підставляємо значення:

$$K_V = 0,7 \cdot 0,8 \cdot 1,0 = 0,56$$

Тоді:

$$V = \frac{105 \cdot 123,65^{0,4}}{100^{0,4} \cdot 1,4^{0,15} \cdot 1,5^{0,45}} \cdot 0,56 = 50,8 \text{ м/хв}$$

Визначаємо частоту обертання шпинделя за формулою:

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

$$n = \frac{1000 \cdot 50,8}{3,14 \cdot 123,65} = 130,84 \text{ об/хв}$$

Приймаємо найближче значення за паспортними даними верстата моделі 2E78П:

$$n_d = 125 \text{ об/хв}$$

Фактичну швидкість різання визначаємо за формулою:

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

$$V_\phi = \frac{3,14 \cdot 123,65 \cdot 125}{1000} = 48,53 \text{ м/хв}$$

Хвилинну подачу визначаємо за формулою:

					ТМ 17090059 – 00 ПЗ	Арк.
						44
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$S_{\text{XB}} = S_0 \cdot n, \text{ мм/ХВ} \quad (6.9)$$

Підставляємо значення:

$$S_{\text{XB}} = 1,5 \cdot 125 = 187,5 \text{ мм/ХВ}$$

Визначаємо крутний момент і осьову силу різання за формулами:

$$M_{\text{кр}} = 10 \cdot C_M \cdot D^g \cdot t^x \cdot S_0^y \cdot K_p, \text{ Н}\cdot\text{м} \quad (6.10)$$

$$P_0 = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S_0^y \cdot K_p, \text{ Н} \quad (6.11)$$

де, C_M , C_p , x , y , m , g – коефіцієнт та показники степеня визначаємо по [14, с.281 табл. 32]:

$$C_p = 46;$$

$$x = 1,0;$$

$$y = 0,4;$$

$$C_M = 0,196;$$

$$x = 0,8;$$

$$y = 0,7;$$

$$g = 0,85;$$

K_p – коефіцієнт, що враховує якість оброблюваного матеріалу, $K_p = K_{mp}$;

K_{mp} – коефіцієнт, що враховує якість оброблюваного матеріалу.

$$K_{mp} = \left(\frac{HB}{190} \right)^{n_v} \quad (6.12)$$

де, $n_v = 0,6$, [14, с.264, табл. 9].

$$K_{mp} = \left(\frac{250}{190} \right)^{0.6} = 1,18$$

$$M_{\text{кр}} = 10 \cdot 0,196 \cdot 123,65^{0,85} \cdot 1,4^{0,8} \cdot 1,5^{0,7} \cdot 1,18 = 241,45 \text{ Н}\cdot\text{м}$$

$$P_0 = 10 \cdot 46 \cdot 1,4^{1,0} \cdot 1,5^{0,4} \cdot 1,18 = 893,73 \text{ Н}$$

Визначаємо потужність різання за формулою:

					ТМ 17090059 – 00 ПЗ	Арк.
						45
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$N_{\text{різ}} = \frac{M_{\text{кр}} \cdot n}{9750}, \text{кВт} \quad (6.13)$$

$$N_{\text{різ}} = \frac{241,45 \cdot 125}{9750} = 3,09 \text{ кВт}$$

Виконуємо перевірку умови:

$$N_{\text{різ}} < N_{\sigma}, \text{кВт}$$

$$3,09 \text{ кВт} < 11 \text{ кВт}$$

Потужність різання менше потужності електродвигуна, тобто обробка можлива.

Визначаємо основний час обробки за формулою:

$$T_o = \frac{L \cdot i}{S_o \cdot n_d}, \text{хв} \quad (6.14)$$

де i – кількість проходів, $i = 1$;

L – довжина робочого ходу інструмента, мм.

Довжину робочого ходу інструмента визначаємо за формулою:

$$L = L_o + l_{\text{вр}} + l_{\text{пер}}, \text{мм} \quad (6.15)$$

де L_o – довжина оброблюваної поверхні, мм;

$l_{\text{вр}}$ – довжина врізання, мм;

$l_{\text{пер}}$ – довжина перебігу, мм;

$l_{\text{вр}} + l_{\text{пер}} = 4 \text{ мм}$ [14, с.369 лист 1 прил. 4].

$$L = 246 + 4 = 250 \text{ мм}$$

Отже, основний час обробки становить:

$$T_o = \frac{250 \cdot 1}{187,5} = 1,33 \text{ хв}$$

Операція 035 вертикально-хонінгувальна.

На операції відбувається хонінгування отвору (чорнова стадія обробки) на верстаті моделі 3М86 хонінгувальною головкою.

					ТМ 17090059 – 00 ПЗ	Арк.
						46
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Визначаємо глибину хонінгування.

Глибина хонінгування $t = 0,0015$ мм [14, с.301 табл. 55].

Розраховуємо подачу за формулою:

$$S = 0,4 \cdot B, \text{ мм/об} \quad (6.16)$$

де B – ширина бруска, мм.

$$S = 0,4 \cdot 8 = 3,2 \text{ мм/об} \quad (6.17)$$

Вибираємо швидкість обертання хонінгувальної головки.

Швидкість обертання хонінгувальної головки становить $V = 35$ м/хв [14, с.301 табл. 55]. Частоту обертання визначаємо за формулою 6.7:

$$n = \frac{1000 \cdot 35}{3,14 \cdot 124,82} = 89,3 \text{ об/хв} \quad (6.18)$$

Корегуємо подачу за паспортними даними верстата 3М86:

$$n_d = 1000 \text{ об/хв}$$

Вибираємо швидкість зворотно-поступального руху хонголівки.

Швидкість зворотно-поступального руху хонголівки становить $V_{зп} = 5$ м/хв [14, с.301 табл. 55].

В такому випадку коефіцієнт відношення між швидкостями дорівнює:

$$K_V = \frac{V}{V_{зп}}, \quad (6.19)$$

$$K_V = \frac{35}{5} = 7$$

Що забезпечує оптимальний кут сітки при хонінгуванні гільзи в межах $40^\circ - 50^\circ$.

Для забезпечення рівномірного зняття металу по всій внутрішній поверхні гільзи необхідно забезпечити перебіг брусків за її межі на величину:

$$l_{пер} = \frac{1}{3} \cdot l_{бр}, \text{ мм} \quad (6.20)$$

					ТМ 17090059 – 00 ПЗ	Арк.
						47
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

В конструкції хонголовики використовуються алмазні бруски, які лежать вздовж осі довжиною 100 мм.

В такому випадку:

$$l_{\text{пер}} = \frac{1}{3} \cdot 100 = 33 \text{ мм}$$

Тоді довжина зворотно-поступального руху хона становить:

$$L_{\text{зв}} = l_{\text{обр}} + 2 l_{\text{пер}} - l_{\text{бр}}, \text{ мм} \quad (6.21)$$

$$L_{\text{зв}} = 239,16 + 2 \cdot 33 - 100 = 205,16 \text{ мм}$$

Визначаємо основний час обробки за формулою:

$$T_o = \frac{L}{n_{\sigma} \cdot S_o} \cdot K, \text{ хв} \quad (6.22)$$

де K – коефіцієнт, що враховує виважування і доводку при хонінгуванні;
 $K = 1,4$ [14, с.355];

L – довжина робочого ходу інструмента, мм.

Довжину робочого ходу інструмента визначаємо за формулою:

$$L = l_{\text{обр}} + l_{\text{пер}}, \text{ мм} \quad (6.23)$$

Отже, основний час обробки становить:

$$T_o = \frac{239,16 + 33}{100 \cdot 3,2} \cdot 1,4 = 1,19 \text{ хв}$$

6.6 Технічне нормування операції

Розрахунок норм часу на вертикально – розточувальну операцію №015.

Так, як раніше було визначено тип виробництва виготовлення деталі «гільзи циліндру» – дрібносерійне виробництво, то розрахуємо норму штучно-калькуляційного часу за формулою:

$$T_{\text{шт-к}} = T_{\text{шт}} + \frac{T_{\text{пз}}}{N_{\text{зап}}}, \text{ хв} \quad (6.24)$$

де, $N_{\text{зап}}$ – кількість деталей в партії запуску;

					ТМ 17090059 – 00 ПЗ	Арк.
						48
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$T_{шт}$ – норма штучного часу;

$T_{пз}$ – підготовчо-заключний час, [18, с.215, додаток 6.3];

$$T_{пз} = T_{нв} + T_{дп}, \text{ хв} \quad (6.25)$$

де, $T_{нв}$ – норматив на наладку верстата, інструменту та пристроїв;

$T_{дп}$ – норматив на додаткові прийоми.

$$T_{пз} = 12 + 4 = 16 \text{ хв}$$

Штучний час визначаємо за формулою:

$$T_{шт} = T_o + T_d + T_{об} + T_{від}, \text{ хв} \quad (6.26)$$

де T_o – основний час;

T_d – допоміжний час;

$T_{об}$ – час на обслуговування робочого місця;

$T_{від}$ – час на перерви, відпочинок та особисті потреби працівника, [18, с.214, додаток 6.1].

Розраховуємо допоміжний час за формулою:

$$T_d = T_{уст} + T_{уст} + T_{вим}, \text{ хв} \quad (6.27)$$

де $T_{уст}$ – час на установку и зняття деталі, хв; $T_{уст} = 1,12 \text{ хв}$ [18, с.197, табл.5.1];

$T_{уст}$ – час на прийняття та керування, хв; $T_{уст} = 0,02 \text{ хв}$ [18, с.202, табл.5.8];

$T_{вим}$ – час на вимірювання, хв; $T_{вим} = 0,24 \text{ хв}$ [18, с.206, табл.5.10].

Підставляємо значення:

$$T_d = 1,12 + 0,04 + 0,24 = 1,4 \text{ хв}$$

Розраховуємо час на обслуговування робочого місця за формулою:

$$T_{об} = T_{тех} + T_{орг}, \text{ хв} \quad (6.28)$$

де, $T_{тех}$ – час на технічне обслуговування робочого місця працівником, [18, с.209, додаток 5.17];

$T_{орг}$ – час на організаційне обслуговування, [18, с.212, додаток 5.21].

					ТМ 17090059 – 00 ПЗ	Арк.
						49
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Підставляємо значення:

$$T_{об} = 0,5 + 1,1 = 1,6 \text{ хв}$$

Час перерв на відпочинок та особисті потреби визначається в залежності від оперативного часу, котрий розраховуємо згідно формули:

$$T_{оп} = T_o + T_d, \text{ хв} \quad (6.29)$$

Підставляємо значення:

$$T_{оп} = 1,33 + 1,4 = 2,73 \text{ хв}$$

$$T_{шт} = 1,33 + 1,4 + 1,6 + 2,5 = 6,83 \text{ хв}$$

Отже, штучно калькуляційний час становить:

$$T_{шт-к} = 6,83 + \frac{16}{384} = 6,87 \text{ хв}$$

Розрахунок норм часу на вертикально – хонінгувальну операцію №035.

Розраховуємо підготовчо-заклучний час, [18, с.217, додаток 6.5] за формулою:

$$T_{п-з} = T_{н.в} + T_{в.с} + T_{д.п}, \text{ хв} \quad (6.30)$$

де $T_{н.в}$ – норматив на наладку верстата та встановлення пристроїв;

$T_{в.с}$ – норматив на встановлення хонінгувальної головки;

$T_{д.п}$ – норматив на додаткові прийоми.

$$T_{п-з} = 3 + 8 + 5 = 16 \text{ хв}$$

Розраховуємо допоміжний час за формулою:

$$T_d = T_{уст} + T_{кр} + T_{вим}, \text{ хв} \quad (6.31)$$

де $T_{уст}$ – час на установку и зняття деталі, хв; $T_{уст} = 0,063 \text{ хв}$ [18, с.200, табл. 5.6];

					ТМ 17090059 – 00 ПЗ	Арк.
						50
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$T_{кр}$ – час на прийняття та керування, хв; $T_{кр} = 0,02$ хв [18, с.202, табл. 5.8];

$T_{вим}$ – час на вимірювання, хв; $T_{вим} = 0,11$ хв [18, с.206, табл. 5.10].

$$T_d = 0,063 + 0,02 + 0,11 = 0,19 \text{ хв}$$

Розраховуємо час на обслуговування робочого місця за формулою 6.28:

$$T_{об} = T_{тех} + T_{орг}, \text{ хв}$$

де $T_{тех}$ – час на технічне обслуговування робочого місця, [18, с.210, додаток 5.18];

$T_{орг}$ – час на організаційне обслуговування, [18, с.212, додаток 5.21].

Підставляємо значення:

$$T_{об} = 2,3 + 1,6 = 3,9 \text{ хв}$$

Розраховуємо оперативний час за формулою 6.29:

$$T_{оп} = 1,19 + 0,19 = 1,38 \text{ хв}$$

Визначаємо штучний час на операцію за формулою 6.26:

$$T_{шт} = 1,19 + 0,19 + 3,9 + 2 = 7,28 \text{ хв}$$

Отже, штучно-калькуляційний час на операцію становить:

$$T_{шт-к} = 7,28 + \frac{16}{384} = 7,32 \text{ хв}$$

					ТМ 17090059 – 00 ПЗ	Арк.
						51
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

7 Проектування верстатного пристрою

На операції 040 токарна з ЧПК відбувається напівчистове точіння зовнішньої циліндричної поверхні рисунок 7.1. Для затиску деталі приймаємо спеціальну циліндричну оправку з гідропластом, на якій закріплюється гільза за допомогою пневматичного приводу.

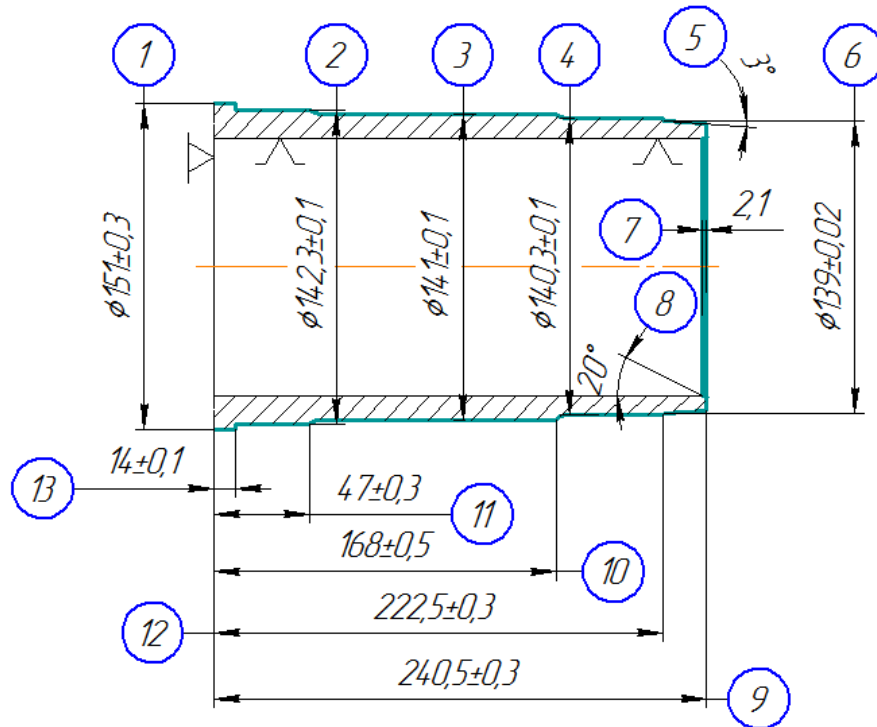


Рисунок 7.1 – Ескіз токарної операції з ЧПК

На операційному ескізу можна побачити, що на даній операції найточнішим розміром є $\phi 139 \pm 0,02$ тому для подальшого аналізу застосовуємо даний розмір.

Допуск на розмір $\phi 139$ становить: $T_{\phi 139} = 40$ мкм

Точність форми

На даній операції похибка форми циліндричних поверхонь характеризується відхиленням від циліндричності та круглості. Розглянуті поверхні на аркуші кресленні не містять допуску форми, тому для рівня геометричної точності А (нормальна точність) допуск циліндричності та круглості приймається в межах 30% від допуску на ϕ :

						ТМ 17090059 – 00 ПЗ	Арк.
							52
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			

$$T_{п\varnothing 139} = 0,3 \cdot 40 = 12 \text{ мкм}$$

Приймаємо найближче стандартне значення допуску циліндричності та круглості.

$$T_{п\varnothing 139} = 160 \text{ мкм},$$

що відповідає 6 ступеню точності [19, с. 110].

Точність розміщення поверхонь

Допуск радіального биття не вказаний на кресленні, тому приймаємо його таким, який буде дорівнювати 60% від допуску на номінальний розмір.

$$T_{\zeta\varnothing 139} = 0,6 \cdot 40 = 24 \text{ мкм}$$

Беремо найближче стандартне значення допуску биття:

$$T_{\zeta\varnothing 139} = 20 \text{ мкм},$$

що відповідає 5 ступеню точності [19, с. 109].

Шорсткість поверхні $R_a = 6,3 \text{ мкм}$.

Визначення умов в яких буде використовуватись верстатній пристрій

Верстат має систему охолодження. Стружка видаляється із зони різання при виключеному обладнанні. Даний пристрій обслуговується верстатником третього та четвертого розряду. В процесі обробки не уникнути розлітання стружки, тому на верстаті установлений захисний кожух, який запобігає стружці розлітатися.

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

Складання переліку виконуваних функцій:

0 переміщення і попередня орієнтація заготовки;

1 базування заготовки;

					ТМ 17090059 – 00 ПЗ	Арк.
						53
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- 2 закріплення заготовки;
- 3 базування пристрою на верстаті;
- 4 закріплення пристрою на верстаті;
- 5 підведення і відведення енергоносія;
- 6 утворення вихідної сили для закріплення;
- 7 керування енергоносієм;
- 8 об'єднання функціональних вузлів;
- 9 обробка зовнішньої циліндричної поверхні;
- 10 створення безпечних умов праці.

Необхідну силу затиску для заготовки яка обробляється визначаємо за формулою:

$$W_n = P_Z \cdot K_{\text{зап}} \quad (7.1)$$

де P_Z – сила різання, Н;

$K_{\text{зап}}$ – коефіцієнт запасу.

Силу різання розраховуємо за формулою:

$$P_Z = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S_o^y \cdot V_\phi^n \cdot K_p, \text{ Н} \quad (7.2)$$

де C_p, x, y, n – коефіцієнт та показники степеня [14, с.274, табл. 22];

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

K_p – коефіцієнт, що враховує якість оброблюваного матеріалу.

Коефіцієнт визначаємо за формулою:

$$K_p = K_{m_p} \cdot K_{\varphi_p} \cdot K_{\gamma_p} \cdot K_{\lambda_p} \cdot K_{r_p} \quad (7.3)$$

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

$K_{\varphi_p}, K_{\gamma_p}, K_{\lambda_p}, K_{r_p}$ – коефіцієнти, що залежать від геометричних параметрів різця, відповідно головний кут в плані φ , переднього кута γ , кута нахилу різальної кромки λ та радіуса при вершині різця r ;

$K_{\varphi_p} = 0,89; K_{\gamma_p} = 1,1; K_{\lambda_p} = 1,0; K_{r_p} = 0,93$ [14, с.275, табл. 23].

					ТМ 17090059 – 00 ПЗ	Арк.
						54
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Коефіцієнт, що враховує якість оброблюваного матеріалу визначаємо за формулою:

$$K_{mp} = \left(\frac{HB}{190}\right)^{n_p} \quad (7.4)$$

$$K_{mp} = \left(\frac{250}{190}\right)^{0,4} = 1,12$$

$$K_p = 1,12 + 0,89 + 1,1 + 1,0 + 0,93 = 1,02$$

Отже сила різання становить:

$$P_Z = 10 \cdot 92 \cdot 0,8^{1,0} \cdot 0,61^{0,75} \cdot 134,5^0 \cdot 1,02 = 518,17 \text{ Н}$$

Визначається коефіцієнт запасу за формулою:

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

де, K_0 – гарантований коефіцієнт запасу, $K_0 = 1,5$ [20, с.119];

K_1 – коефіцієнт, що характеризує збільшення сили різання внаслідок затуплення ріжучого інструменту, $K_1 = 1,2$ [20, с.118, табл. 4.1];

K_2 – коефіцієнт, що враховує величину сили різання із-за випадкових нерівностей на оброблюваних поверхнях, $K_2 = 1,2$ [20, с.119];

K_3 – коефіцієнт, що враховує збільшення сили різання при переривчастому різанні, $K_3 = 1,0$ [20, с.119];

K_4 – коефіцієнт, що враховує непостійність сил закріплення в затискному механізмі, $K_4 = 1,0$ [20, с.119];

K_5 – коефіцієнт, що характеризує ергономіку ручних затискних механізмів, $K_5 = 1,0$ [20, с.119];

K_6 – коефіцієнт, що враховує за наявності моменту, що крутить, $K_6 = 1,0$ [20, с. 120].

$$K_{заг} = 1,5 \cdot 1,2 \cdot 1,2 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 2,16$$

Приймаємо коефіцієнт запасу $K = 2,5$.

					ТМ 17090059 – 00 ПЗ	Арк.
						55
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Отже, сила затиску для оброблюємої заготовки становить:

$$W_n = 518,17 \cdot 2,5 = 1119 \text{ Н}$$

Для закріплення гільзи за допомогою гідропластової оправки застосуємо пневмокамеру. Визначаємо розрахунковий діаметр пневмокамери за формулою:

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot W_n}{\pi \cdot \eta \cdot \rho}}, \text{ мм} \quad (7.6)$$

де ρ – тиск стиснутого повітря; $\rho = 0,63 \text{ МПа}$;

η – коефіцієнт корисної дії; $\eta = 0,85$.

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot 1119}{3,14 \cdot 0,85 \cdot 0,63}} = 52 \text{ мм}$$

Основні параметри пневматичної камери вибираємо по [21, с. 426, табл. 1]:
діаметр пневмокамери $D = 125 \text{ мм}$, діаметр штока $d = 25 \text{ мм}$.

Визначаємо дійсну силу затиску за формулою:

$$W_\sigma = 0,785 D_k^2 \cdot p \cdot \eta, \text{ Н} \quad (7.7)$$

$$W_\sigma = 0,785 \cdot 125^2 \cdot 0,63 \cdot 0,85 = 6568 \text{ Н}$$

Перевіряємо міцність деталі вісь за формулою:

$$\sigma = \frac{4 \cdot W}{\pi \cdot (D-d)^2} \leq [\sigma], \text{ МПа} \quad (7.8)$$

де $W = 6568 \text{ Н}$ – сила затиску гідропластової оправки;

$D = 30 \text{ мм}$ – зовнішній діаметр вісі;

$d = 8 \text{ мм}$ – діаметр отвору;

$[\sigma] = 400 \text{ МПа}$ – допустиме значення межі міцності для вуглецевої сталі.

Підставляємо значення:

$$\sigma = \frac{4 \cdot 6568}{3,14 \cdot (30 - 8)^2} = 17 \text{ МПа}$$

					ТМ 17090059 – 00 ПЗ	Арк.
						56
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Виконуємо перевірку:

$$\sigma = 17 \text{ МПа} < [\sigma] = 400 \text{ МПа}$$

Отже, вісь гідропластової оправки відповідає заданим параметрам міцності.

Розрахункову похибку пристрою знаходимо за формулою [21, с.26]:

$$\varepsilon_{\text{пр}} \leq T - K_T \sqrt{(k_{T1} \cdot \varepsilon_{\delta})^2 + \varepsilon_3^2 + \varepsilon_y^2 + \varepsilon_n^2 + \varepsilon_{\text{и}}^2 + (k_{T2} \cdot \omega)^2 + \varepsilon_{\text{поз}}^2}, \text{ мкм} \quad (7,9)$$

де $T = 40$ мкм – найбільший жорсткий допуск розміру, що одержують на даній операції;

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

$k_{T2} = 0$ – коефіцієнт, що враховує деяке зменшення граничного значення похибки базування;

$\varepsilon_{\delta} = 0$ – похибка базування заготовки в пристрої;

$\varepsilon_3 = 0$ – похибка закріплення, виникає в результаті зсуву оброблюваних поверхонь заготовок від дії затискної сили. Так, як на операції використовується механізований затискний пристрій то даною похибкою нехтують;

$\varepsilon_y = 10$ мкм – похибка установки пристрою на верстаті;

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

$\varepsilon_{\text{и}}$ – похибка, що виникає внаслідок зношування настановних елементів пристрою. Визначається за формулою:

$$\varepsilon_{\text{и}} = N \cdot \beta, \text{ мкм} \quad (7.10)$$

де $\beta = 0,001$ – постійний коефіцієнт, що залежить від виду встановлювальних елементів і умов контакту поверхонь [21, табл. 3.6 с.41];

$N = 10000$ шт – кількість контактів заготовки з опорою в рік;

$$\varepsilon_{\text{и}} = 10000 \cdot 0,001 = 10 \text{ мкм},$$

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

					ТМ 17090059 – 00 ПЗ	Арк.
						57
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ω – середня економічна точність обробки. Так, як операція виконується на токарному верстаті, то квалітет точності = 6 і становить 32 мкм [20, с.47];

$\varepsilon_{\text{поз}} = 0$ – похибка позиціонування.

Підставляємо значення:

$$\varepsilon_{\text{пр}} = 40 - 1,2 \sqrt{(0 \cdot 0)^2 + 0^2 + 10^2 + 0^2 + 10^2 + (0,6 \cdot 32)^2 + 0^2} = 14 \text{ мкм}$$

З урахуванням стандартного ряду беремо допуск радіального биття відносно поверхні А, [20, с.109]:

$$\varepsilon_{\text{пр}} = 14 \text{ мкм}$$

Для обробки кілець, втулок і гільз із циліндричною базою використовується гідропластова оправка. За рахунок своєю конструкції вона рівномірно затискає та центрує заготовку, це дозволяє отримати задані співвідношення та циліндричність.

Цей пристрій складається з гідропластової оправки та пневмокамери.

При обробці гільзу встановлюють на гідропластову оправку. Після даної установки повітря під тиском подається до пневмокамери в штокові порожнини.

Відбувається переміщення діафрагми яке передає зусилля через тягу 8 на шайбу 7. Тим самим зусилля через плунжер 6 передається на гільзу циліндра (цангу) 3, яка стискає гідропласт, який в свою чергу закріплює деталь. Після закінчення обробки повітря під тиском подається до пневмокамери в безштокові порожнини і деталь розтискається.

					ТМ 17090059 – 00 ПЗ	Арк.
						58
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВИСНОВКИ

Під час виконання дипломного проекту проаналізовано та розраховано:

– аналіз службового призначення машини – трактора МТЗ-82 Білорусь та аналіз службового призначення вузла, що входить до складу ДВЗ та його невід’ємної деталі – гільзи циліндра. Також виконаний опис конструктивних особливостей деталі та умови її експлуатації;

– аналіз технічних вимог на виготовлення деталі – гільза циліндра, в якому проаналізований матеріал деталі, а саме чавун спеціальний, точність розмірів, які ставлять до деталі;

– розрахований тип виробництва – дрібносерійний (при річному випуску деталей 2500 штук); також були визначені умови організації роботи, такт випуску та запуску партії;

– аналіз технологічності конструкції деталі;

– проведене порівняння методів отримання заготовки: відцентрового лиття та лиття в кокіль. Доцільнішим виявився метод відцентрового лиття. Цим методом виготовляють відливки з дрібнозернистою структурою, також відливки мають підвищену щільність і міцність у поверхневому шарі. Проведений розрахунок розмірів відливки відповідно ГОСТ 26645-85 за результатами якого було розроблене креслення заготовки з відповідними вимогами;

- був зроблений аналіз технологічних операцій.

Для аналізу обрані операції, такі як: 015 – вертикально-розточувальна та 035 – вертикально-хонінгувальна. Розглянуті схеми закріплення і базування. Після проведених порівнянь вибрані такі верстати як: 2Е78П та 3М86; були обрані всі необхідні верстатні пристрої, вимірювальні та ріжучі інструменти;

- був виконаний розрахунок режимів різання, а також зроблено нормування технологічних операцій. Штучно-калькуляційний час при розточуванні дорівнює – 6,87 хв., при хонінгуванні – 7,32 хв.

- для вертикально-хонінгувальної операції був спроектований верстатний пристрій, а саме – оправку з гідро пласти;

					ТМ 17090059 – 00 ПЗ	Арк.
						59
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- виконані креслення заготовки, технологічна документація, креслення аркуша технологічного налагодження, креслення аркуша маршрутного технологічного процесу, креслення спроектованого верстатного пристрою.

					ТМ 17090059 – 00 ПЗ	Арк.
						60
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Стратегічні напрямки розвитку машинобудування в контексті економічних реформ в Україні [Електронний ресурс] / О.П. Чукурна // Економіка: реалії часу. Науковий журнал. – 2013. – № 3 (8). – С. 36-42. – Режим доступу до журн.: <http://economics.opu.ua/files/archive/2013/n3.html>
2. Сороко И. С., Александров О. Д. Тракторы МТЗ-80 и МТЗ-82. М. : «Колос», 1975. 248 с.
3. Колесов, И. М. Служебное назначение изделия и технические условия / И. М. Колесов. – М.: Знание, 1977. – 64 с.
4. Cylinder Components: Properties, Applications, Materials. – Stuttgart : Mahle GmbH, 2010. – 130 p.
5. Ждановский, Н. С. Надежность и долговечность автотракторных двигателей / Н. С. Ждановский, А. В Николаенко. – 2-е изд., перераб. и доп. – Л. : Колос, 1981. – 295 с.
6. Гурвич, И. Б. Эксплуатационная надежность автомобильных двигателей / И. Б. Гурвич, П. Э. Сыркин. – М. : Транспорт, 1984. – 141 с.
7. ГОСТ 2.109-73 ЕСКД. Основные требования к чертежам.
8. ГОСТ Р 53809-2010. Двигатели автомобильные. Гильзы цилиндров. Технические требования и методы испытаний
9. ГОСТ 3.1119-83. Единая система технологической документации. Общие требования к комплектности и оформлению комплектов документов на единичные технологические процессы.
10. Горбацевич А.Ф., Шкред В.А. Курсовое проектирование по технологии машиностроения. - 4-е изд., перераб. и доп.-Минск: Вышэйш. школа, 1983.- 256 с.
11. Скворцов В.Ф. Основы технологии машиностроения. Учебное пособие. Томск : ТПУ, 2012. – 352 с.
12. Кондаков А. И., Васильев А.С. Выбор заготовок в машиностроении: справочник. – М. : Машиностроение, 2007. – 560 с.

					ТМ 17090059 – 00 ПЗ	Арк.
						61
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

13. ГОСТ 26645-85. Отливки из металлов и сплавов. Допуски размеров, массы и припуски на механическую обработку.

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

15. ГОСТ 12489-71 Зенкеры цельные. Конструкция и размеры.

16. ГОСТ 14810-69 Калибры-пробки гладкие двусторонние со вставками диаметром свыше 3 до 50 мм. Конструкция и размеры

17. ГОСТ 9378-93 (ИСО 2632-1-85, ИСО 2632-2-85) Образцы шероховатости поверхности (сравнения). Общие технические условия

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

19. Гжиров Р.И. Краткий справочник конструктора: Справочник-Л.: Машиностроение, Ленингр. отд - ние, 1983. - 464 с.

20. Чумаков Г.С. Методические указания к выполнению контрольной работы по проектированию станочных приспособлений для студентов специальностей: 7.090202, 7.090203, 7.090204 всех форм обучения” – Сумы изд-во СумГУ, 1997 – 36 с.

21. Гутнер Н.Г. Приспособления для металлорежущих станков. Издание четвертое – Ленинград: Машиностроение, 1975 - 656 с.

					ТМ 17090059 – 00 ПЗ	Арк.
						62
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		