

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

Форма № Н-9.02

Державний вищий навчальний заклад

«Сумський державний університет»

Технічних систем та енергоефективних технологій

(повне найменування інституту, назва факультету (відділення))

Кафедра технології машинобудування, верстатів та інструментів

(повна назва кафедри (предметної, циклової комісії))

Пояснювальна записка

до кваліфікаційної (роботи)

перший (бакалаврський)

(освітній рівень)

на тему: *Проектування технологічного процесу*

виготовлення гільзи циліндра 68-40-19.03

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

напряму підготовки (спеціальності)

131 – Прикладна механіка

(Технології машинобудування)

(шифр і назва напряму підготовки, спеціальності)

Лупішко В.Г.

(прізвище та ініціали)

Керівник: *Туманова Ю.В.*

(прізвище та ініціали)

Рецензент: _____

(прізвище та ініціали)

2020

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Сумський державний університет

Кафедра «Технологія машинобудування, верстати та інструменти»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

_____ В.О.Залога

«___» _____ 2020р.

ПРОЕКТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ

ВИГОТОВЛЕННЯ ГІЛЬЗИ ЦИЛІНДРА 68-40-19.03

Бакалаврська кваліфікаційна робота

Напрямок підготовки 131 – Прикладна механіка

(Технології машинобудування)

Студент

Лупішко В.Г.

Керівник

Туманова Ю.В.

Нормоконтроль

Динник О.Д.

2020

Форма № Н-9.01

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

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

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри технології
машинобудування, верстатів та
інструментів

_____ В.О.Залога
«__» _____ 2020р.

ЗАВДАННЯ

НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЕКТ (РОБОТУ) СТУДЕНТА

Лупішко Владислав Григорович

_____ (прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту (роботи) Проектування технологічного
процесу виготовлення гільзи циліндра 68-40-19.03

керівник проекту Туманово Ю.В.

_____ (прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом вищого навчального закладу від « 15 » січня 2020 року №07-III

2. Строк подання студентом проекту (роботи) « 11 » червня 2020 року

3. Вихідні дані до проекту(роботи)

Креслення деталі «Гільза циліндра 68-40-19.03»

Річний обсяг випуску деталей – 2800 шт.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити)

4.1 Аналіз службового призначення машини, вузла, деталі

4.2 Аналіз технічних вимог на виготовлення деталі

4.3 Визначення типу виробництва та форми його організації

4.4 Аналіз технологічності конструкції деталі

4.5 Вибір способу отримання заготовки, розробка технічних вимог на заготовку

4.6 Аналіз існуючого технологічного процесу виготовлення деталі

4.7 Проектування верстатного пристрою

5. Консультанти розділів проекту (роботи)

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

6. Дата видачі завдання « ____ » _____ 20__ року

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту (роботи)	Строк виконання етапів проекту (роботи)	Примітка
1	<i>Аналіз службового призначення машини, вузла, деталі</i>		
2	<i>Аналіз технічних вимог на виготовлення деталі</i>		
3	<i>Визначення типу виробництва та форми його організації</i>		
4	<i>Аналіз технологічності конструкції деталі</i>		
5	<i>Вибір способу отримання заготовки, розробка технічних вимог на заготовку</i>		
6	<i>Аналіз існуючого технологічного процесу виготовлення деталі</i>		
7	<i>Проектування верстатного пристрою</i>		
8	<i>Оформлення графічної частини роботи</i>		

Студент

_____ (підпис)

Луцішко В.Г.

(прізвище та ініціали)

Керівник проекту (роботи)

_____ (підпис)

Туманова Ю.В.

(прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

Записка: 74 с., 14 табл., 15 рис., 68 формул, 17 літературних джерел

Об'єкт дослідження – гільза циліндра 68-40-19.03

Мета роботи – аналіз технологічного процесу виготовлення гільзи циліндра.

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 проаналізовані дві операції, а саме: вертикально-розточна та токарно-багаторіздева. 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 штампування та маршрутний технологічний процес виготовлення гільзи циліндра 68-40-19.03 .

ГІЛЬЗА ЦИЛІНДРУ, ДВИГУН ВНУТРІШНЬОГО ЗГОРАННЯ, ПРИПУСКИ, СХЕМА БАЗУВАННЯ, ХОНІНГУВАЛЬНА ГОЛОВКА, РЕЖИМ РІЗАННЯ, ГІДРОПЛАСТОВА ОПРАВКА.

ЗМІСТ

Вступ	5
1 Аналіз службового призначення машини, вузла, деталі. Опис конструктивних особливостей деталі та умов її експлуатації	6
2 Аналіз технічних вимог на виготовлення деталі	12
3 Визначення типу виробництва, такту випуску та партії запуску	14
4 Аналіз технологічності конструкції деталі	19
5 Вибір способу отримання заготовки та розробка технічних вимог до неї.....	21
6 Аналіз існуючого чи типового технологічного процесу	28
6.1 Розрахунок припусків на механічну обробку	28
6.2 Аналіз та обґрунтування схеми базування і закріплення заготовки	31
6.3 Обґрунтування вибору металорізального верстата	38
6.4 Обґрунтування вибору верстатних пристроїв, металорізального та вимірювального інструментів.....	39
6.5 Розрахунки режимів різання	40
6.6 Технічне нормування операції.....	55
7 Проектування верстатного пристрою.....	58
Висновки	66
Список літератури	67
Додаток А	69
Додаток Б	70

					ТМ 17090030-00 ПЗ		
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.		Лупішко			Літ.	Арк.	Акрушів
Перевір.		Туманова				4	74
Н. Контр.					КІСумДУ, ТМ – 61к		
Затверд.							

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

Службове призначення машини

Процес створення машини складається в основному з двох частин: проектування та виготовлення. Обидва ці процеси взаємозв'язані і переслідують одну мету – створення машини, що задовольняє заданому службовому призначенню. Експлуатаційні показники якості машини залежать не лише від її конструкції, але і більшою мірою від технології виготовлення деталей та складання у виріб.

Вибрана для роботи деталь є складовою частиною двигуна внутрішнього згорання КамАЗ-5325.

КамАЗ-5325 – радянський двовісний бортовий вантажний автомобіль, що випускається Камським автомобільним заводом невеликими партіями з 1988 року.

Двовісний КамАЗ-5325 був аналогом трьохосного КамАЗ-53212 того ж типорозміру і створювався як переважно експортна модель з підвищеним (13 т) осьовим навантаженням для тих споживачів, де це допущено національними стандартами та практикою. Призначений переважно для роботи автопоїздом з причепом ГКБ 8352 того ж типорозміру.

Кузов – металева платформа з бічними та задніми бортами, передній борт – жорстко закріплений, високий. Настил підлоги – дерев'яний, передбачена установка тенту. Кабіна – відкидається вперед, тримісна (сидіння для другого пасажера встановлюється на замовлення), з шумо- і термоізоляцією, обладнана місцями кріплення ременів безпеки, зі спальним місцем або без нього залежно від комплектації. Сидіння водія – підресорене, регулюється по масі водія, довжині, нахилу спинки.

						ТМ 17090030-00 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			6

Службове призначення вузла

Випуск мотора для вантажівок камського автозаводу був розпочатий в 1975 році і це був перший ДВЗ для КамАЗов. Цей двигун (див. рис.1.1). має 8-ми циліндровий чавунний V-подібний блок циліндрів з кутом розвалу 90° зі зміщенням рядів циліндрів на 29.5 мм і з мокрими чавунними гільзами.

У блок встановлений сталевий колінвал з ходом поршня 120 мм, діаметр корінних шийок 95 мм, а шатунових 80 мм. Шатуни зроблені із сталі (довжина 225 мм), поршні з алюмінію (їх висота 75.7 мм), і вони мають зміщення камери згорання на 5 мм від центру. Діаметр поршневого пальця 45 мм. У турбоверсій поршні охолоджуються за допомогою масляних форсунок встановлених у блоці циліндрів. Тиск мастила на КамАЗ 740 - 4.0-5.5 кгс/см².

Зверху блоку встановлені роздільні чавунні головки 3 на кожен циліндр окремо, кожна ГБЦ має по 2 клапани 16. Діаметр тарілок впускних клапанів 51,6 мм, а впускних 46,6 мм. Розподільчий вал знаходиться у блоці циліндрів і приводить клапани в дію за допомогою штанг, штовхальників і коромисел.

Регулювання клапанів на Камаз 740 потрібно по мірі необхідності, зазори клапанів: впускні 0,3 мм, впускні 0,4 мм.

Двигуни КАМАЗ- 740.10 і КАМАЗ- 7403.10 мають наступні конструктивні особливості:

- поршні, відлиті з висококремнистого алюмінієвого сплаву, з чавунною зміцнюючою вставкою під верхнє компресійне кільце;
- гільзи циліндрів, об'ємно загартовані;
- поршневі кільця з хромовим і молібденовим покриттям бічних поверхонь;
- трьохшарові тонкостінні сталеподібні вкладиші корінних і шатунових підшипників;
- закриту систему охолодження, що заповнена низькозамерзаючою охолоджувальною рідиною, з автоматичним регулюванням температурного режиму, гідромурфтою приводу вентилятора і термостатами;
- високоефективну фільтрацію мастила, палива та повітря паперовими

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

ТМ 17090030-00 ПЗ

Службове призначення гільзи циліндра

Гільза циліндру 68-40-19.03 належить до короткоциліндричних делалей. Дана гільза має просту геометричну форму та є найбільш відповідальним елементом корпусу двигуна. Гільза займає серед деталей двигуна особливе місце як за виконуваними функціями так і за пропонованими до неї вимогами.

Поверхня блоку циліндрів використовується в якості робочої, тільки в деяких двигунах з невеликим діаметром. У більшості сучасних двигунів рідинного охолодження застосовується так звана мокра гільза. У мокрій гільзі зовнішня поверхня, сорочка, має безпосередній контакт з охолодною рідиною. В залежності від призначення і типу двигуна конструкції мокрих гільз мають ряд особливостей. В автомобільних дизелях застосовують мокрі гільзи з верхнім опорним фланцем. При цьому зусилля затягування головки блоку часто нерівномірно розподілено по окружності, у результаті чого спотворюється форма робочої поверхні циліндра і знижується працездатність циліндропоршневої групи, а також збільшується витрата мастила.

Загалом вимоги щодо точності та якості поверхні деталі дуже високі, однак є декілька поверхонь, до яких ставляться підвищені вимоги, які пов'язані з умовами роботи гільзи.

Матеріал гільзи – чавун спеціальний. Хімічний склад матеріалу та механічні властивості чавуну наведені в таблицях 1.1 та 1.2.

Таблиця 1.1 – Хімічний склад спеціального чавуну

Чавун	C	Si	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

Таблиця 1.2 – Механічні властивості чавуну

δ , МПА/мм ²	НВ
73	217.....260

									Арк.
									9
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ТМ 17090030-00 ПЗ				

Виконавча поверхня, яка 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.

Таблиця 1.3 – 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 1.4 – Таблиця відповідності

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

Таблиця 1.5 – 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	

Гільза циліндра працює в жорстких умовах високих температур та тиску, тому до якості їх обробки висуваються високі вимоги. Особливу увагу приділяють обробці внутрішньої поверхні гільзи, концентричності внутрішніх та зовнішніх поверхонь, перпендикулярності торців до осі.

									Арк.
									11
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ТМ 17090030-00 ПЗ				

2 Аналіз технічних вимог на виготовлення деталі

Гільза циліндру має просту геометричну форму, яка дозволяє застосувати високопродуктивний метод отримання заготовки відцентровим литтям. Деталь дозволяє використати новітні методи обробки, а саме: точіння на верстаті з ЧПК. Забезпечення необхідної точності розмірів, точності взаємного положення поверхонь не викликає технологічних труднощів та можуть бути виконані на верстатах нормальної точності.

Матеріал деталі легко оброблюється лезвійним інструментом, який не є дефіцитом. На кресленні деталі проставлені всі необхідні розміри та технічні вимоги для її виготовлення.

Найточніша поверхня – це центральний отвір $\varnothing 120^{+0.02}$.

Потрібно зауважити, що більшість зазначених відхилень на розмір, точність форми та точність розташування не відповідають стандартним значенням, але це не впливає на точність виготовлення самої деталі.

До зовнішньої циліндричної поверхні $\varnothing 133_{-0.083}^{-0.043}$ ставиться вимога обмеження радіального биття в межах 0,06 відносно поверхні А та 0,03 відносно поверхні Г, також ставиться вимога круглості в межах 0,015.

До зовнішньої циліндричної поверхні $\varnothing 135_{-0.083}^{-0.043}$ ставиться вимога радіального биття в межах 0,06 відносно поверхні А та вимога круглості в межах 0,015.

До внутрішньої циліндричної поверхні $\varnothing 120^{+0.02}$ ставиться вимога круглості та допуску профілю повздовжнього перерізу в межах 0,012.

До розміру $10,2^{+0,03}$ ставиться вимога радіального биття в межах 0,025 відносно поверхні А і в межах 0,04 відносно поверхонь ВГ.

До розміру $1,5 \pm 0,1$ ставиться вимога радіального биття в межах 0,15 відносно поверхні А.

До деталі ставляться такі додаткові вимоги:

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

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

ТМ 17090030-00 ПЗ

- 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 $\varnothing 120^{+0.02}$ є виконавчою і допоміжною конструкторською базою.

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

Беручи до уваги конструкцію деталі, технічні вимоги та службове призначення робимо висновок, що дана деталь працює в умовах знакозмінних навантажень, та не піддається дії агресивних середовищ. Матеріал деталі задовольняє всім висунутим вимогам та забезпечує нормальну працездатність деталі у вузлі. Всі вимоги обумовленні функціональним призначенням деталі і невиконання їх при виготовленні знизить надійність роботи виробу і ККД при його експлуатації.

					ТМ 17090030-00 ПЗ	Арк.
						13
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3 Визначення типу виробництва, такту випуску та партії запуску

Вихідні дані:

- річна програма випуску $N = 2800$ шт.;
- режим роботи підприємства – 2 зміни на добу;
- дійсний річний фонд часу роботи обладнання $F_d = 4029$ год.

Тип виробництва по ГОСТ 3.1108-74 характеризується коефіцієнтом закріплення операції $K_{з.о.}$, який показує відношення всіх різноманітних технологічних операцій, що виконуються чи тих, що підлягають виконанню, підрозділами на протязі місяця, до числа робочих місць.

Визначаємо кількість верстатів за формулою:

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

де N – річна програма, шт.;

$T_{шт}$ – штучний час, хв.;

F_d – дійсний річний фонд часу;

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

приймаємо $\eta_{з.н} = 0,8$.

$$m_p = \frac{2800 \times 2,1}{60 \times 4029 \times 0,8} = 0,03$$

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;

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

ТМ 17090030-00 ПЗ

Маючи всі дані розраховуємо коефіцієнт закріплення операцій за формулою:

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

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

P – число робочих підрозділів, що виконують різні операції.

$$K_{з.о.} = \frac{332}{12} = 28$$

що відповідає дрібносерійному типу виробництва, так як $20 < K_{з.о.} < 40$

Визначаємо форму організації виробництва:

Визначаємо добовий випуск деталей ([2], с. 22) за формулою:

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

$$N_{доб} = \frac{2800}{250} = 12 \text{ шт}$$

де N – річна програма випуску, шт.;

250 дні – кількість робочих днів у році [2], с. 22.

Добова продуктивність потокової лінії при завантаженні її на 60% ([2], с. 22) розраховується за формулою:

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

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

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

Розраховуємо добовий фонд часу роботи устаткування ([2], с. 22) за формулою:

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

									Арк.
									16
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

$$F_{\text{доб}} = \frac{60 \times 4029}{250} = 967 \text{ хв}$$

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

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

де m – число операцій.

$$T_{\text{ср}} = \frac{30,16}{12} = 2,51 \text{ хв}$$

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

$$Q = \frac{967}{2,51} \times 0,6 = 232 \text{ шт}$$

При порівнянні $N_{\text{доб}} = 12 \text{ шт.} < Q = 232 \text{ шт.}$ 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:

$$n = \frac{N_{\text{рпч}} \times a}{250}, \text{ шт} \quad (3.9)$$

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

$$n = \frac{2800 \times 24}{250} = 369 \text{ шт}$$

Коротка характеристика обраного типу виробництва.

При дрібносерійному виробництві вироби виготовляють партіями або дрібними серіями, що складаються з однойменних, однотипних по конструкції і однакових за розмірами виробів, що запускаються у виробництво одночасно.

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

Використовується універсальне, спеціалізоване і частково спеціальне обладнання. Широко застосовуються верстати з ЧПУ, обробні центри, а також гнучкі автоматизовані системи на основі верстатів з ЧПУ, пов'язаних транспортуючими пристроями, керованими від ЕОМ. Устаткування розставляються по технологічним групам з урахуванням напрямку основних вантажопотоків цеху, по предметно-замкнутим ділянкам.

Технологічна оснастка в основному універсальна, Велике поширення має універсально-збірна, переналагоджувати технологічне оснащення, що дозволяє значно підвищити коефіцієнт оснащеності дрібносерійного виробництва.

Застосовуваний різальний інструмент – універсальний і спеціальний.

Вимірювальний інструмент – калібри, спеціальний вимірювальний інструмент.

Кваліфікація робітників вище ніж в масовому виробництві, але нижча ніж в одиничному. Поряд з робітниками універсальщиками та наладчиками, працюючими на складному універсальному обладнанні використовуються робітники-оператори, що працюють на настроєних верстатах.

Технологічна документація та нормування докладно розробляється для найбільш складних і відповідальних заготовок і спрощеного нормування для простих заготовок.

У відповідності з даним типом виробництва та порядком виконання операцій, розташування технологічного обладнання встановлюється групова форма організації технологічного процесу, яка характеризується однорідними конструктивно-технологічними ознаками виробів, єдністю засобів технологічного оснащення. Верстатний парк повинен бути спеціалізований в такій мірі, щоб був можливий перехід від виробництва однієї серії машин до виробництва іншої, кілька відрізняється від першої в конструктивному відношенні.

Дрібносерійне виробництво значно економніше, ніж одиничне виробництво, так як краще використання устаткування, спеціалізація робочих, збільшення продуктивності праці забезпечують зменшення собівартості продукції.

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

ТМ 17090030-00 ПЗ

4 Аналіз технологічності конструкції деталі

Гільза циліндру має просту геометричну форму і є найбільш відповідальним елементом корпусу двигуна внутрішнього згорання кораблів.

Заготовка одержана методом відцентрового лиття. Цей метод дозволяє максимально наблизити форму отриманої заготовки до форми готової деталі. Це підвищує продуктивність праці за рахунок зменшення припусків на механічну обробку, а як наслідок зменшується час, що необхідний для зняття припуску.

Матеріал гільзи – чавун спеціальний на основі сірого чавуна. До складу цього чавуна входять високоякісні та дорогі легуючі метали, як нікель, хром і молібден, що підвищують міцність, зносостійкість і корозійну стійкість гільз циліндрів, що, в першу чергу, позитивно позначається на тривалості і надійності роботи машини.

Найточніша поверхня – це центральний отвір $\varnothing 120^{+0,02}$ мм з шорсткістю поверхні Ra 0,8. Для отримання заданої точності та шорсткості застосовується операція хонінгування – це не є технологічним так як ця операція потребує спеціального різального інструмента – хонінгувальної головки, на проектування та на виготовлення якої потрібно багато коштів та часу. Також, для контролю поверхні після хонінгування необхідні спеціальні кінцеві міри, використання яких також потребує багато часу, що зменшує продуктивність контролю.

Дана гільза циліндра має одну торцеву канавку до якої ставиться умова шорсткості Ra 3,2. Дана поверхня не є технологічною так як вона потребує додаткових механічних операцій, спеціального вимірювального інструмента та спеціального різального інструмента (різця) для їх виготовлення.

Внутрішні фаски з кутом $30^{\circ}_{-10^{\circ}}$ та $15^{\circ} \pm 2^{\circ}$ – різні між собою та не є стандартними і тому потребують спеціального різального інструмента, отже дані внутрішні фаски не є технологічними також.

За вимогами креслення необхідно гострі кромки притупити, а для цього потрібні спеціальне обладнання та інструмент. Для виконання даної вимоги потрібні затрати часу – що також не є технологічним.

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

ТМ 17090030-00 ПЗ

Загалом гільза циліндра двигуна внутрішнього згорання має просту конфігурацію. Жорсткість деталі достатня, тому можна встановлювати необхідні режими різання для продуктивної механічної обробки. Деталь дозволяє використати новітні методи обробки, наприклад, точіння на верстаті з ЧПК. Забезпечення необхідної точності розмірів, точності взаємного положення поверхонь не викликає технологічних труднощів та можуть бути виконані на верстатах нормальної точності.

					ТМ 17090030-00 ПЗ	Арк.
						20
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

Таблиця 5.1 – Розрахунок розмірів відливки на відцентрове лиття по ГОСТ 26645-85

Номінальний розмір деталі, мм	Допуск розміру, мм	Допуск форми розміщення елементів виливка, 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	
					8	-	
26	1,4	0,8	1,6	0,8			46±0,8
					-	20	
259	2,8	1,6	2,8	1,4			304±1,4
					12	25	
40	1,6	0,8	1,6	0,8			65±0,8
					8	-	
Ø120	2,4	0,4	2,4	1,2	3	2,0	Ø116±1,2
Ø128	2,4	1,0	2,4	1,2	6	2,0	Ø132±1,2
Ø134	2,4	1,0	2,4	1,2	6	2,0	Ø138±1,2
Ø 142	2,4	0,8	2,4	1,2	5	2,0	Ø146±1,2

* – величина кілець

Виконуємо ескіз заготовки, одержаної методом відцентрового лиття.

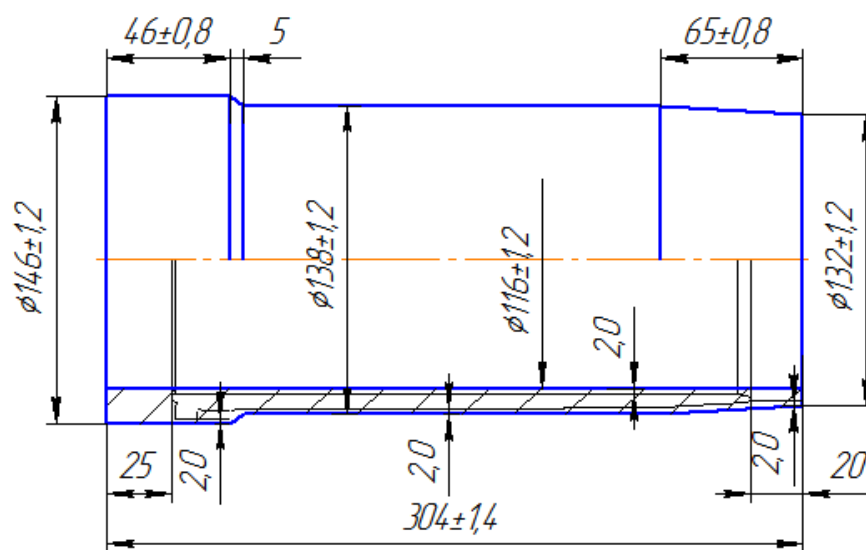


Рисунок 5.1– Відцентрове лиття

						ТМ 17090030-00 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			22

Визначаємо масу заготовки за формулою:

$$m_3 = V_{заг} \times \gamma, \text{ кг} \quad (5.1)$$

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

γ – густина чавуну; $\gamma = 6,7 \times 10^{-6} \text{ кг мм}^3$.

Визначаємо загальний об'єм, який складається з простих фігур за формулою:

$$V_{заг} = V_1 + V_2 + V_3 + V_4 - V_5, \text{ мм}^3 \quad (5.2)$$

Визначаємо об'єми зовнішніх циліндричних поверхонь за формулою:

$$V = \frac{\pi \times D^2}{4} \times l, \text{ мм}^3 \quad (5.3)$$

$$V_1 = \frac{3,14 \times 146^2}{4} \times 46 = 769720,76 \text{ мм}^3$$

$$V_2 = \frac{3,14 \times 138^2}{4} \times 188 = 2810513,5 \text{ мм}^3$$

$$V_5 = \frac{3,14 \times 116^2}{4} \times 304 = 3211139,8 \text{ мм}^3$$

Визначаємо об'єми зрізаних конусів за формулою:

$$V = \frac{1}{3} \times \pi \times h \times (R_1^2 + R_2 \times R_1 + R_2^2), \text{ мм}^3 \quad (5.4)$$

$$V_3 = \frac{1}{3} \times 3,14 \times 5 \times (73^2 + 69 \times 73 + 69^2) = 79164,6 \text{ мм}^3$$

$$V_4 = \frac{1}{3} \times 3,14 \times 65 \times (69^2 + 66 \times 69 + 66^2) = 930083,7 \text{ мм}^3$$

Підставляємо значення:

$$V_{заг} = 769720,76 + 2810513,5 + 79164,6 + 930083,7 - 3211139,8 = 1378342,7 \text{ мм}^3$$

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

ТМ 17090030-00 ПЗ

Отже, маса заготовки отриманої методом відцентрованого лиття становить:

$$m = 1378342,7 \times 6,7 \times 10^{-6} = 9,23 \text{ кг}$$

Визначаємо вартість заготовки за формулою:

$$S_{\text{заг}} = \left(\frac{C_i}{1000} \times Q \times K_m \times K_c \times K_b \times K_M \times K_n \right) - (Q - q) \times \frac{S_{\text{відх}}}{1000}, \text{ грн} \quad (5.5)$$

де C_i – базова вартість 1 тони заготовки, грн; $C_i = 36000$ грн;

$S_{\text{відх}}$ – вартість 1 тони відходів, грн; $S_{\text{відх}} = 2480$ грн;

K_m – коефіцієнт, що залежить від точності, $K_m = 1,0$;

K_c – коефіцієнт, що залежить від групи складності, $K_c = 1,0$;

K_b – коефіцієнт, що залежить від марки матеріалу, $K_b = 1,12$;

K_M – коефіцієнт, що залежить від маси заготовки, $K_M = 0,91$;

K_n – коефіцієнт, що залежить від об'єму виробництва заготовки, $K_n = 1,0$;

Q – маса заготовки, кг;

q – маса деталі, кг.

Отже, вартість заготовки отриманої методом відцентрового лиття буде становити:

$$S_{\text{заг}} = \left(\frac{36000}{1000} \times 9,23 \times 1,0 \times 1,0 \times 1,12 \times 0,91 \times 1,0 \right) - (9,23 - 5,3) \times \frac{2480}{1000} = 328,91 \text{ грн}$$

Визначаємо коефіцієнт використання матеріалу за формулою:

$$K_{\text{вм}} = \frac{q}{Q}, \quad (5.6)$$

Підставляємо значення:

$$K_{\text{вм}} = \frac{5,3}{9,23} = 0,57$$

									Арк.
									24
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

Таблиця 5.2 – Розрахунок розмірів відливки на лиття в кокіль по ГОСТ 26645-85

Номинальний розмір деталі, мм	Допуск розміру, мм	Допуск форми розміщення елементів виливка, 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	
26	1,4	0,8	1,28	0,64	8	-	27,6±0,64
						1,6	
259	2,8	1,6	2,2	1,1	12	-	262,2±1,1
						1,6	
40	1,6	0,8	1,28	0,64	8	-	41,6±0,64
Ø120	2,4	0,4	2,0	1,0	3	1,6	Ø116,8±1,0
Ø128	2,4	1,0	2,0	1,0	6	1,6	Ø131,2±1,0
Ø134	2,4	1,0	2,0	1,0	6	1,6	Ø137,2±1,0
Ø 142	2,4	0,8	2,0	1,0	5	1,6	Ø145,2±1,0

Визначаємо загальний об'єм за формулою 5.2:

$$V_{\text{заг}} = 456785,2 + 2778022,2 + 78275,4 + 588220,8 - 2807941,3 = 1093362,3 \text{ мм}^3$$

Визначаємо масу заготовки за формулою 5.1:

$$m = 1093362,3 \times 6,7 \times 10^{-6} = 7,32 \text{ кг}$$

Визначаємо вартість заготовки за формулою 5.5:

$$S_{\text{заг}} = \left(\frac{36000}{1000} \times 7,32 \times 1,0 \times 1,0 \times 1,12 \times 0,91 \times 1,0 \right) - (7,32 - 5,3) \times \frac{2480}{1000} = 263,62 \text{ грн}$$

Визначаємо коефіцієнт використання матеріалу за формулою 5.6:

$$K_{\text{вм}} = \frac{5,3}{7,32} = 0,72$$

								Арк.
								26
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ТМ 17090030-00 ПЗ			

Визначаємо економічний ефект за формулою:

$$E_3 = (S_{\text{заг}_1} - S_{\text{заг}_2}) \times N, \text{ грн} \quad (5.7)$$

де $S_{\text{заг}_1}$, $S_{\text{заг}_2}$ – вартість зіставлених заготовок, грн;

N – кількість деталей, що виготовляються, шт.

Економічний ефект становить:

$$E_3 = (328,91 - 263,62) \times 2800 = 182812 \text{ грн}$$

Отже, по розрахункам, доцільніше виготовляти заготовку методом лиття в кокіль. При цьому методі витрачається менше матеріалу і менша собівартість заготовки. Але не потрібно забувати про те, що гільза циліндра є одною з найвідповідальніших деталей ДВЗ і тому не останнє місце відіграє її хімічна структура та дрібнозернистий матеріал. Саме відцентровим методом досягається потрібний вміст в сірому чавуні відповідних хімічних елементів, а всі шлаки відходять до країв заготовки, тобто у кільця, які під час механічної обробки відрізаються. І тому все ж таки обираємо метод отримання заготовки – метод відцентрового лиття.

Технічні вимоги на заготовку:

- матеріал – чавун спеціальний, з таким вмістом легуючих елементів:

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

- точність виливки 9-5-9-9 ГОСТ 26645-85;
- твердість металевої основи на робочому діаметрі гільзи 229 – 277 НВ;
- овальність і конусність в межах допуску;
- допускаються скалювання гострих кромки 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.

									Арк.
									27
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ТМ 17090030-00 ПЗ				

6 Аналіз існуючого чи типового технологічного процесу

6.1 Розрахунок припусків на механічну обробку

Згідно спроектованого технологічного процесу на виготовлення деталі гільза циліндру 68-40-19.03, робимо розрахунки припусків та допусків на найбільш точний діаметральний розмір $\varnothing 120^{+0,02}$ Н7 (центральний отвір), використовуючи ПЕОМ.

Вихідні дані:

Кількість стадій обробки поверхні разом із заготівельною – 5:

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

Послідовність вибору елементів припуску:

Визначаємо висоту мікронерівностей Rz та глибину дефектного шару T:

а) для заготовки Rz = 200; T = 300 мкм [2, с. 63, табл. 4.3];

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

- розточування:

чорнове Rz = 50; T = 50 мкм;

чистове Rz = 20; T = 25 мкм;

- хонінгування:

чорнове Rz = 10; T = 20 мкм;

чистове Rz = 5; T = 15 мкм.

Визначаємо просторові відхилення за формулою:

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

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

$\rho_{ексц} = 1000$ мкм – величина відхилення розташування заготовки в центрах, мкм.

$$\rho = \sqrt{850^2 + 1000^2} = 1312 \text{ мкм}$$

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

Визначаємо величину просторових відхилення розміщення для інших переходів за формулою:

$$\rho_{заг} = k_y \times \rho_3, \text{ мкм} \quad (6.2)$$

де k_y – коефіцієнт уточнення форми, залежить від виду обробки ([1], 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:

$$\rho_{роз.чор} = 0,06 \times 1312 = 79 \text{ мкм}$$

$$\rho_{роз.чист} = 0,05 \times 1312 = 66 \text{ мкм}$$

$$\rho_{хон.чор} = 0,04 \times 1312 = 52 \text{ мкм}$$

$$\rho_{хон.чист} = 0,02 \times 1312 = 26 \text{ мкм}$$

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

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

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

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

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

Отримані вихідні дані вводимо в програму на ПЕОМ, яка виконує підрахунки припусків та міжопераційних розмірів, результати представлені в таблиці 6.1.

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

Таблиця 6.1 – Результати підрахунку на ПЕОМ припусків та міжопераційних розмірів на $\varnothing 120^{+0,02} H7$

Расчетные значения		Принятые значения, мм								
припуск, мкм		расчетный размер, мм	расчетный размер	номинальный размер с предельными отклонениями	предельный размер		припуск, мкм			
мини	расч.				минимальный	максимальный	миним	расч.	макс.	
-	-	113.888	113.885	114.32	+0.435	113.885	114.755	-	-	-
					-0.435					
3637	4507	118.399	118.395	118.57	+0.175	118.395	118.745	3640	4510	4860
					-0.175					
471	821	119.22	119.22	119.29	+0.070	119.22	119.36	475	825	965
					-0.070					
330	470	119.697	119.69	119.69	+0.035	119.69	119.725	330	470	505
					0					
268	303	120	120	120	+0.020	120	120.02	275	310	330
					0					

На основі цих підрахунків будуюмо схему розташування припусків та допусків зображену на рисунку 6.1, яку потім розміщуємо на кресленні заготовки.

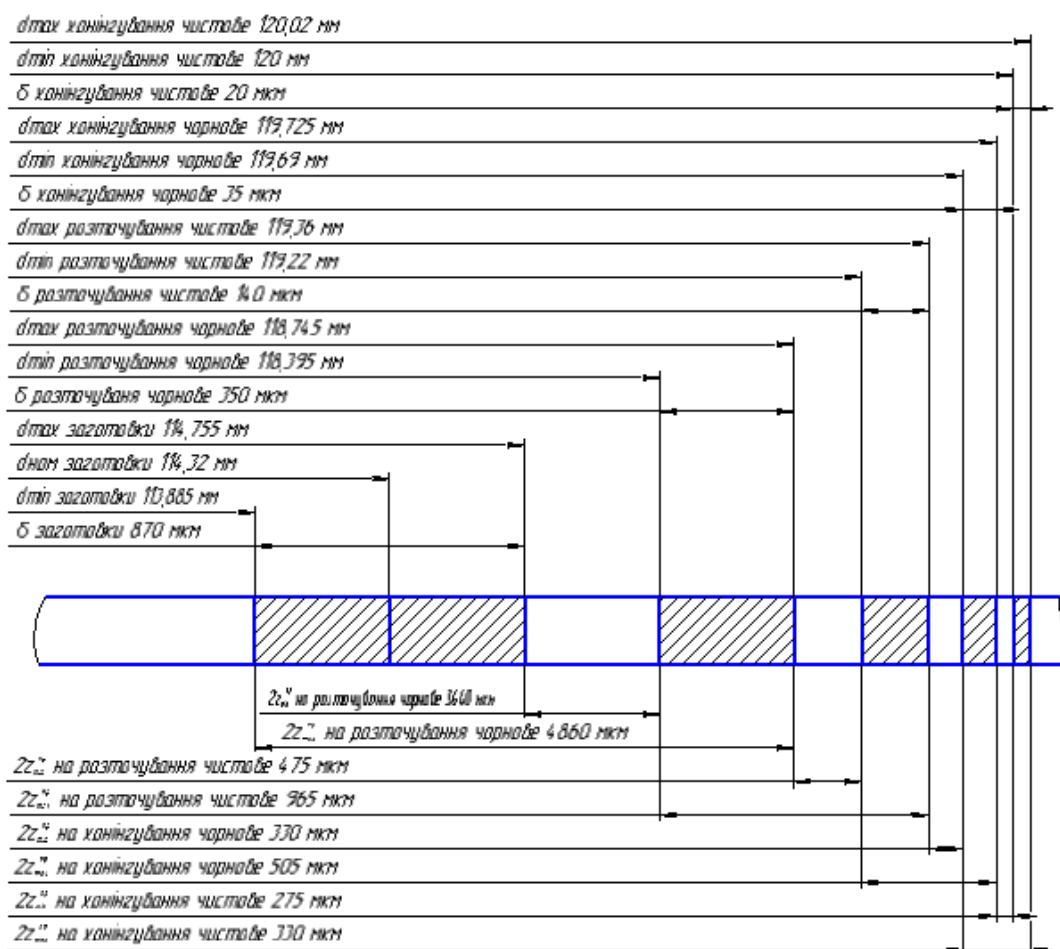


Рисунок 6.1 – Схема розташування припусків та допусків

										Арк.
										30
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

ТМ 17090030-00 ПЗ

Продовження таблиці 6.2

1	2	3	4
055	Токарна багаторіцева	Точити верхній поясок з канавкою. Точити зовнішню циліндричну поверхню	Токарний багаторіцевий напівавтомат моделі 1A730
060	Технічний контроль		Стіл ВТК

Вибір схем базування і закріплення заготовки істотно впливає не тільки на точність і якість оброблюваних поверхонь, але й на подальше обґрунтування вибору верстатного устаткування, засобів технічного оснащення. Обрана схема базування повинна передбачати як принцип сталості, так і принцип єдності технологічної, конструкторської і вимірювальної баз, забезпечувати можливість простого і зручного закріплення заготовки, багатоінструментальної обробки поверхонь.

Операція 010 вертикально-розточна.

На даній операції (рис. 6.2) розточується отвір в наступній послідовності:

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

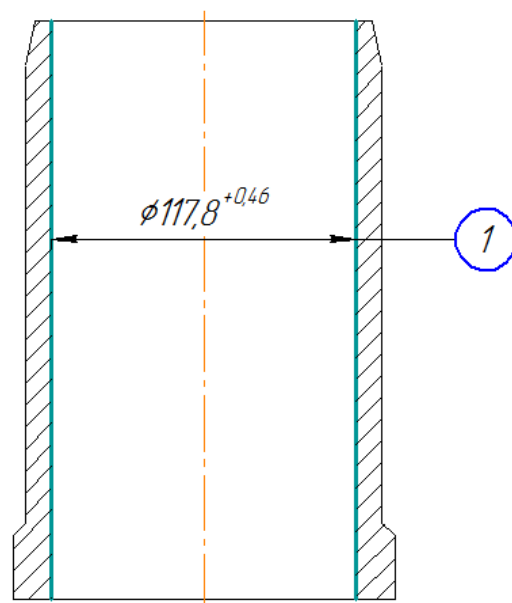


Рисунок 6.2 – Ескіз обробки заготовки на операції 010

									Арк.
									32
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

ТМ 17090030-00 ПЗ

Операція 020 – токарно-багаторіздева.

На цій операції (рис. 6.5) виконується напівчистова обробка зовнішньої циліндрової поверхні в наступній послідовності:

- установити, закріпити, зняти заготовку;
- підрізати торець $\text{Ø}129/\text{Ø}117,8$ мм;
- точити зовнішню циліндричну поверхню $\text{Ø}137$ мм;
- підрізати торець $\text{Ø}142,8/\text{Ø}137$ мм;
- точити зовнішню циліндричну поверхню $\text{Ø}142,8$ мм;
- підрізати торець $\text{Ø}142,8/\text{Ø}117,8$ мм.

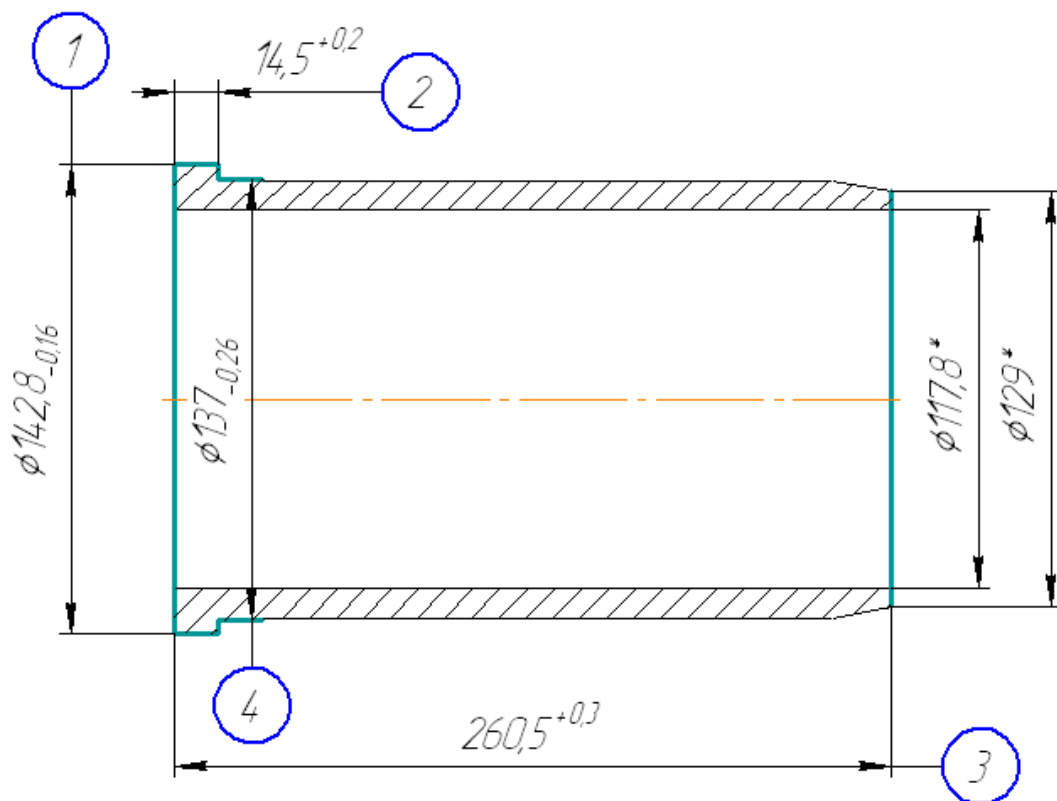


Рисунок 6.5 – Ескіз обробки заготовки на операції 020

На даній операції заготовку можна встановити двома способами.

Перший спосіб (див. рис.6.6) – заготовка ставиться на секторну оправку по внутрішній циліндричній поверхні. Оправка слугує подвійною напрямною базою і позбавляє заготовку 4-х ступенів вільності – повороту навколо осей Y і Z та переміщення вздовж цих осей. І цього буде достатньо для забезпечення необхідної точності обробки та жорсткості закріплення деталі.

					ТМ 17090030-00 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		35

На операції 020 у заводському технологічному процесі застосовується токарний багаторізцевий напівавтомат моделі 1А730, який має наступні характеристики:

- найбільші розміри оброблюваної заготовки:
 - над станиною – 560 мм;
 - над супортом – 320 мм;
- найбільше переміщення супорта:
 - подовжнє або вертикальне – 600 мм;
 - поперечне або горизонтальне – 240 мм;
- кількість інструментів, які можна установити на верстаті 1;
- потужність електродвигуна головного приводу – 24 кВт.

Як альтернативу можна запропонувати токарний багаторізцевий копіювальний напівавтомат моделі 1Б732, який має наступні характеристики:

- найбільші розміри оброблюваної заготовки:
 - над станиною – 590 мм;
 - над супортом – 320 мм;
- найбільше переміщення супорта:
 - подовжнє/вертикальне – 985/1985 мм;
 - поперечне або горизонтальне – 161 мм;
- частота обертання шпинделя – 56-90 об/хв;
- потужність електродвигуна головного приводу – 40 кВт.

6.4 Обґрунтування вибору верстатних пристроїв, металорізального та вимірювального інструментів

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

На операції 010 застосовується пристосування спеціальне у вигляді двох кілець що установлюються по торцям гільзи циліндра та стягуються шпильками.

На операції 020 застосовується оправка секторна.

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

ТМ 17090030-00 ПЗ

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

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

На операції 010 отвір розточується зенкером ВК6 $\varnothing 117,8$ ГОСТ 12489-71.

На операції 020 обробка виконується двома різцями: різець підрізний правий, різець підрізний лівий ГОСТ 19043-80.

При виборі контрольно-вимірювальних інструментів враховуємо:

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

На операції 010 для вимірювання отвору використовується калібр-пробка $\varnothing 117,8^{+0,46}$ ГОСТ 14810-69.

На операції 020 для контролю оброблених поверхонь використовуються калібр-скоби: $\varnothing 142,8_{-0,16}$, $\varnothing 137_{-0,26}$, ГОСТ 18355-73 та шаблон спеціальний.

6.5 Розрахунки режимів різання

Вертикально-розточна. На даній операції 010 відбувається розточування отвору на вертикально-розточувальний верстат моделі 2Е78П зенкером ВК6.

Визначаємо глибину різання за формулою:

$$t = \frac{D - d}{2}, \text{ мм} \quad (6.3)$$

де D – діаметр отвору після обробки; $D = 117,8$ мм;

d – діаметр отвору до обробки; $d = 116,8$ мм.

Отже глибина різання становить:

$$t = \frac{117,8 - 116,8}{2} = 0,5 \text{ мм}$$

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

ТМ 17090030-00 ПЗ

Визначаємо подачу:

$$S_o = 1,4 - 1,5 \text{ мм/об [4], с.277, табл.26.}$$

Приймаємо:

$$S = 1,4 \text{ мм/об}$$

Визначаємо швидкість різання за формулою:

$$V = \frac{C_v \times D^q}{T^m \times t^x \times S^y} \times K_v, \text{ м/хв} \quad (6.4)$$

де C_v , x , y , m , q – коефіцієнт та показники степеня [4], с.279, табл. 29:

$$C_v = 105;$$

$$x = 0,15;$$

$$y = 0,45;$$

$$m = 0,4;$$

$$q = 0,4;$$

T – період стійкості, $T = 100 \text{ хв.}$, [4], с.280, табл.30;

K_v – загальний поправочний коефіцієнт на швидкість різання, що враховує фактичні умови різання та визначається за формулою:

$$K_v = K_{m_v} \times K_{H_v} \times K_{n_v}, \quad (6.5)$$

де K_{n_v} – коефіцієнт, що враховує стан заготівки;

$$K_{n_v} = 0,8 \text{ [4], с.263, табл. 5;}$$

K_{H_v} – коефіцієнт, що враховує вплив матеріалу інструменту;

$$K_{H_v} = 0,83 \text{ [4], с.263, табл. 6;}$$

K_{m_v} – коефіцієнт, що враховує якість матеріалу, що обробляється визначається за формулою [4], с.261-262, табл. 1 и 2:

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

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

Визначаємо крутний момент та осьову силу різання за формулами:

$$M_{кр} = 10 \times C_M \times D^q \times t^x \times s^y \times K_p, \text{ Н}\times\text{м} \quad (6.10)$$

$$P_o = 10 \times C_p \times t^x \times s^y \times K_p, \text{ Н} \quad (6.11)$$

де C_M , C_p , x , y , q – коефіцієнти та показники степеня [4], с.281, табл. 32:

$$C_M = 0,196;$$

$$x = 0,8;$$

$$y = 0,7;$$

$$q = 0,85;$$

$$C_p = 46;$$

$$x = 1,0;$$

$$y = 0,4;$$

K_p – коефіцієнт, що враховує якість оброблюваного матеріалу визначається за формулою:

$$K_p = K_{m_p}, \quad (6.12)$$

де K_{m_p} – коефіцієнт, що враховує якість оброблюваного матеріалу [4], с.264, табл. 9:

$$K_{m_p} = \left(\frac{HB}{190} \right)^n, \quad (6.13)$$

$$K_{m_p} = \left(\frac{250}{190} \right)^{0,6} = 1,18$$

Отже, крутний момент та осьова сила різання становить:

$$M_{кр} = 10 \times 0,196 \times 117,8^{0,85} \times 0,5^{0,8} \times 1,4^{0,7} \times 1,18 = 96,8 \text{ Н}\times\text{м}$$

$$P_o = 10 \times 46 \times 0,5^{1,0} \times 1,4^{0,4} \times 1,18 = 303,7 \text{ Н}$$

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

Визначаємо потужність різання за формулою:

$$N_{\text{різ}} = \frac{M_{\text{кр}} \times n}{9750}, \text{ кВт} \quad (6.14)$$

$$N_{\text{різ}} = \frac{96,8 \times 125}{9750} = 1,24 \text{ кВт}$$

Повинна виконуватись умова:

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

Підставляємо значення:

$$1,24 \text{ кВт} < 2,2 \text{ кВт}$$

Потужність різання менша потужності електродвигуна, тобто обробка можлива.

Визначаємо основний час обробки за формулою:

$$T_o = \frac{L \times i}{S_{\text{хв}}}, \text{ хв} \quad (6.15)$$

де i – кількість проходів, $i = 1$;

L – довжина робочого ходу інструмента:

$$L = l_o + l_{\text{ер}} + l_{\text{пер}}, \text{ мм} \quad (6.16)$$

де l_o – довжина оброблюваної поверхні, мм;

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

$l_{\text{пер}}$ – довжина переходу, мм.

$$l_{\text{ер}} + l_{\text{пер}} = 4 \text{ мм} [6], \text{ с.3369, лист 1, дод. 4}$$

Отже, довжина робочого ходу інструмента становить:

$$L = 226 + 4 = 230 \text{ мм}$$

Тоді, основний час обробки становить:

$$T_o = \frac{230 \times 1}{175} = 1,31 \text{ хв}$$

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

$K_{H_v} = 1,0$ – коефіцієнт, що враховує вплив матеріалу інструменту, [4], с.263, табл.6;

$K_{\phi_v} = 1,0$ – коефіцієнт, що враховує вплив параметрів різця, [4], с.271, табл.18;

$K_{r_v} = 0,83$ – коефіцієнт, що враховує радіус при вершині різця, [4], с.271, табл.18;

$K_{m_v} = 1,25$ – коефіцієнт, що враховує якість оброблюваного матеріалу, [4], с.262, табл.2;

Тоді, значення поправочного коефіцієнта на швидкість різання становить:

$$K_v = 1,0 \times 1,0 \times 1,0 \times 0,83 \times 1,25 = 1,04$$

Отже, швидкість різання становить:

$$V = \frac{243}{60^{0,2} \times 0,5^{0,15} \times 1,2^{0,4}} \times 1,04 = 114,9 \text{ м/хв}$$

Визначаємо частоту обертання шпинделя за формулою 6.7:

$$n = \frac{1000 \times 114,9}{3,14 \times 129} = 284 \text{ об/хв}$$

Приймаємо найближче значення по паспортним даним токарного багаторізевого верстата моделі 1А730.

$$n_o = 280 \text{ об/хв}$$

Визначаємо фактичну швидкість різання за формулою:

$$V_\phi = \frac{\pi \times D \times n_o}{1000}, \text{ м/хв} \quad (6.19)$$

$$V_\phi = \frac{3,14 \times 129 \times 280}{1000} = 113,4 \text{ м/хв}$$

					ТМ 17090030-00 ПЗ	Арк.
						46
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Визначаємо силу різання за формулою:

$$P_Z = 10 \times C_p \times t^x \times S_\delta^y \times V_\phi^n \times K_p, \text{ Н} \quad (6.20)$$

де C_p , x , y , n – коефіцієнт та показники степеня [4], с.274, табл.22:

$$C_p = 92;$$

$$x = 1,0;$$

$$y = 0,75;$$

$$n = 0;$$

K_p – коефіцієнт, що враховує якість оброблюваного матеріалу:

$$K_p = K_{m_p} \times K_{\varphi_p} \times K_{\gamma_p} \times K_{\lambda_p} \times K_{r_p}, \quad (6.21)$$

де K_{m_p} – коефіцієнт, що враховує якість оброблюваного матеріалу [4], с.264, табл. 9 та визначається за формулою:

$$K_{m_p} = \left(\frac{250}{190} \right)^{0.4} = 1,12$$

K_{φ_p} , K_{γ_p} , K_{λ_p} , K_{r_p} – коефіцієнт, що залежить від геометричних параметрів різця, відповідно головний кут в плані φ , переднього кута γ , кута нахилу різальної кромки λ та радіуса при вершині різця r [4], с.275, табл.23:

$$K_{\varphi_p} = 1,0;$$

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

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

$$K_{r_p} = 0,93.$$

Тоді, значення коефіцієнта становить:

$$K_p = 1,12 \times 1,0 \times 1,1 \times 1,0 \times 0,93 = 1,15$$

Отже, сила різання становить:

$$P_Z = 10 \times 92 \times 0,5^{1,0} \times 1,2^{0,75} \times 113,4^0 \times 1,15 = 607 \text{ Н}$$

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

ТМ 17090030-00 ПЗ

Визначаємо потужність різання за формулою:

$$N_{\text{різ}} = \frac{P_z \times V}{1020 \times 60}, \text{кВт} \quad (6.22)$$

Підставляємо значення:

$$N_{\text{різ}} = \frac{607 \times 113,4}{1020 \times 60} = 1,2 \text{кВт}$$

Перевіряємо чи достатня потужність приводу токарного багаторізевого верстата моделі 1A730. Необхідно щоб виконувалася умова:

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

де $N_{\text{ун}}$ – потужність на шпинделі верстата кВт;

$$N_{\text{ун}} = N_o \times \eta, \text{кВт} \quad (6.23)$$

де $N_o = 24$ – потужність двигуна, кВт;

$\eta = 0,75$ – коефіцієнт корисної дії.

$$N_{\text{ун}} = 24 \times 0,75 = 18 \text{кВт}$$

$$1,2 \text{кВт} < 18 \text{кВт}$$

Умова різання виконується, тобто обробка можлива.

Визначаємо довжину робочого ходу інструменту за формулою:

$$L_{\text{рх}} = l_o + l_1 + l_2 + l_3, \text{мм} \quad (6.24)$$

де l_o – довжина оброблюваної поверхні;

l_1 – довжина підводу інструмента;

l_2 – довжина врізання інструменту;

l_3 – довжина перебігу інструменту.

$$L_{\text{рх}} = 5,6 + 3 + 2 + 2 = 12,6 \text{мм}$$

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

Основний час автоматичної роботи верстата визначаємо за формулою:

$$T_o = \frac{L_{PX} \times i}{S_o \times n_o}, \text{ хв} \quad (6.25)$$

де i – кількість проходів.

$$T_o = \frac{12,6 \times 1}{1,2 \times 280} = 0,04 \text{ хв}$$

Розраховуємо режими різання на обточування зовнішньої циліндричної поверхні $\varnothing 137$ мм:

Визначаємо глибину різання за формулою 6.3:

$$t = \frac{138 - 137}{2} = 0,5 \text{ мм}$$

Визначаємо подачу:

$S_{\text{табл}} = 1,0-1,5$ мм/об – табличне значення подачі [4], с.266, табл.11.

Приймаємо:

$$S_o = 1,2 \text{ мм/об}$$

Визначаємо швидкість різання за формулою 6.17:

$$V = \frac{243}{60^{0,2} \times 0,5^{0,15} \times 1,2^{0,4}} \times 1,04 = 114,9 \text{ м/хв}$$

Визначаємо частоту обертання шпинделя за формулою 6.7:

$$n = \frac{1000 \times 114,9}{3,14 \times 137} = 267,1 \text{ об/хв}$$

Приймаємо найближче значення по паспортним даним токарного багаторізевого верстата моделі 1A730.

$$n_o = 280 \text{ об/хв}$$

Визначаємо фактичну швидкість різання за формулою 6.19:

$$V_\phi = \frac{3,14 \times 137 \times 280}{1000} = 120,5 \text{ м/хв}$$

									Арк.
									49
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

ТМ 17090030-00 ПЗ

Визначаємо силу різання за формулою 6.20:

$$P_z = 10 \times 92 \times 0,5^{1,0} \times 1,2^{0,75} \times 120,5^0 \times 1,15 = 607 \text{ Н}$$

Визначаємо потужність різання за формулою 6.22:

$$N_{\text{різ}} = \frac{607 \times 120,5}{1020 \times 60} = 1,2 \text{ кВт}$$

Перевіряємо чи достатня потужність приводу токарно-гвинторізного верстата моделі 16К30. Необхідно щоб виконувалася умова:

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

$$1,2 \text{ кВт} < 18 \text{ кВт}$$

Умова різання виконується, тобто обробка можлива.

Визначаємо довжину робочого ходу інструменту за формулою 6.24:

$$L_{\text{рх}} = 12,5 + 3 + 2 + 2 = 19,5 \text{ мм}$$

Основний час автоматичної роботи верстата визначаємо за формулою 6.25:

$$T_o = \frac{19,5 \times 1}{1,2 \times 280} = 0,06 \text{ хв}$$

Розраховуємо режими різання на підрізання торця $\emptyset 142,8/\emptyset 137$ мм:

Визначаємо глибину різання:

$$t = 2,0 \text{ мм}$$

Визначаємо подачу:

$S_{\text{табл}} = 1,0-1,5$ мм/об – табличне значення подачі [4], с.266, табл.11.

Приймаємо:

$$S_o = 1,2 \text{ мм/об}$$

Визначаємо швидкість різання за формулою 6.17:

$$V = \frac{243}{60^{0,2} \times 2,0^{0,15} \times 1,2^{0,4}} \times 1,04 = 93,4 \text{ м/хв}$$

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

ТМ 17090030-00 ПЗ

Розраховуємо режими різання на обточування зовнішньої циліндричної поверхні Ø142,8 мм:

Визначаємо глибину різання за формулою 6.3:

$$t = \frac{144,5 - 142,8}{2} = 0,85 \text{ мм}$$

Визначаємо подачу:

$S_{\text{табл}} = 1,0-1,5 \text{ мм/об}$ – табличне значення подачі [4], с.266, табл.11.

Приймаємо:

$$S_o = 1,2 \text{ мм/об}$$

Визначаємо швидкість різання за формулою 6.17:

$$V = \frac{243}{60^{0,2} \times 0,85^{0,15} \times 1,2^{0,4}} \times 1,04 = 102,1 \text{ м/хв}$$

Визначаємо частоту обертання шпинделя за формулою 6.7:

$$n = \frac{1000 \times 102,1}{3,14 \times 142,8} = 227,7 \text{ об/хв}$$

Приймаємо найближче значення по паспортним даним токарного багаторізевого верстата моделі 1A730.

$$n_o = 250 \text{ об/хв}$$

Визначаємо фактичну швидкість різання за формулою 6.19:

$$V_{\phi} = \frac{3,14 \times 142,8 \times 250}{1000} = 112,1 \text{ м/хв}$$

Визначаємо силу різання за формулою 6.20:

$$P_z = 10 \times 92 \times 0,85^{1,0} \times 1,2^{0,75} \times 112,1^0 \times 1,15 = 1031 \text{ Н}$$

Визначаємо потужність різання за формулою 6.22:

$$N_{\text{різ}} = \frac{1031 \times 112,1}{1020 \times 60} = 1,9 \text{ кВт}$$

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

ТМ 17090030-00 ПЗ

Приймаємо найближче значення по паспортним даним токарного багаторізевого верстата моделі 1А730.

$$n_{\phi} = 250 \text{ об/хв}$$

Визначаємо фактичну швидкість різання за формулою 6.19:

$$V_{\phi} = \frac{3,14 \times 142,8 \times 250}{1000} = 112,1 \text{ м/хв}$$

Визначаємо силу різання за формулою 6.20:

$$P_z = 10 \times 92 \times 0,5^{1,0} \times 1,2^{0,75} \times 112,1^0 \times 1,15 = 607 \text{ Н}$$

Визначаємо потужність різання за формулою 6.22:

$$N_{\text{різ}} = \frac{607 \times 112,1}{1020 \times 60} = 1,1 \text{ кВт}$$

Перевіряємо чи достатня потужність приводу токарно-гвинторізного верстата моделі 16К30. Необхідно щоб виконувалася умова:

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

$$1,1 \text{ кВт} < 18 \text{ кВт}$$

Умова різання виконується, тобто обробка можлива.

Визначаємо довжину робочого ходу інструменту за формулою 6.24:

$$L_{\text{рх}} = 12,5 + 3 + 2 + 2 = 19,5 \text{ мм}$$

Основний час автоматичної роботи верстата визначаємо за формулою 6.25:

$$T_o = \frac{19,5 \times 1}{1,2 \times 250} = 0,07 \text{ хв}$$

					ТМ 17090030-00 ПЗ	Арк.
						54
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

6.6 Технічне нормування операції

Оскільки дана гільза циліндру виготовляється в умовах дрібносерійного виробництва розраховуємо технічні норми штучно-калькуляційного часу та складових за формулами:

$$T_{\text{шт-к}} = T_{\text{шт}} + T_{\text{п.з}}/N_{\text{зап}}, \text{ хв} \quad (6.26)$$

де $N_{\text{зап}}$ – кількість деталей в партії запуску, $N_{\text{зап}} = 369$ шт;

$T_{\text{шт}}$ – норма штучного часу;

$T_{\text{п.з}}$ – підготовчо-заключний час, [6], додаток 6.3, с.215.

$$T_{\text{п.з}} = T_{\text{н.в}} + T_{\text{д.п}}, \text{ хв} \quad (6.27)$$

де $T_{\text{н.в}}$ – норматив на наладку верстата, інструменту та пристроїв, $T_{\text{н.в}} = 12$ хв;

$T_{\text{д.п}}$ – норматив на додаткові прийоми, $T_{\text{д.п}} = 4$ хв.

$$T_{\text{п.з}} = 12 + 4 = 16 \text{ хв}$$

Розраховуємо штучний час за формулою:

$$T_{\text{шт}} = T_{\text{оп}} + T_{\text{тех.об}} + T_{\text{о.об}} + T_{\text{відп}}, \text{ хв} \quad (6.28)$$

де $T_{\text{оп}}$ – оперативний час, час необхідний для зміни форми, розмірів заготовки, а також для виконання допоміжних операцій, хв;

$T_{\text{тех.об}}$ – час на технічне обслуговування робочого місця, $T_{\text{тех.об}} = 0,9$ хв;

$T_{\text{о.об}}$ – час на організаційне обслуговування робочого місця, $T_{\text{о.об}} = 0,6$ хв;

$T_{\text{відп}}$ – час на перерви, відпочинок та особисті потреби працівника, $T_{\text{відп}} = 2,5$ хв. [6], с.214, додаток 6.1.

Операційний час визначаємо за формулою:

$$T_{\text{оп}} = T_{\text{о}} + T_{\text{д}}, \text{ хв} \quad (6.29)$$

де $T_{\text{о}}$ – основний час, $T_{\text{о}} = 1,31$ хв (див. п. 5.4);

$T_{\text{д}}$ – допоміжний час, хв.

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

Знаходимо норму допоміжного часу за формулою:

$$T_{Д} = T_{УСТ} + T_{КР} + T_{ВИМ}, \text{ хв} \quad (6.30)$$

де $T_{УСТ}$ – час на установку та зняття деталі, $T_{УСТ} = 1,12$ хв. [6], табл. 5.1, с.197;

$T_{КР}$ – час на прийняття та керування, $T_{КР} = 0,02$ хв. [6], табл.5.8, с.202;

$T_{ВИМ}$ – час на вимірювання, $T_{ВИМ} = 0,24$ хв. [6], табл.5.10, с. 206.

Сумарний допоміжний час становить:

$$T_{Д} = 1,12 + 0,02 + 0,24 = 1,38 \text{ хв}$$

Підставляємо значення:

$$T_{оп} = 1,31 + 1,38 = 2,69 \text{ хв}$$

$$T_{шт} = 2,69 + 0,9 + 0,6 + 2,5 = 6,69 \text{ хв}$$

Отже, штучно калькуляційний час становить:

$$T_{шт-к} = 6,69 + 16/369 = 6,73 \text{ хв}$$

Розраховуємо норми часу на токарну багаторізцеву операцію №020.

Визначаємо суму основного часу по переходам за формулою:

$$T_{O} = T_{O1} + T_{O2} + T_{O3} + T_{O4} + T_{O5}, \text{ хв} \quad (6.31)$$

де T_{O1} – основний час на 2 переході, $T_{O1} = 0,04$ хв;

T_{O2} – основний час на 3 переході, $T_{O2} = 0,06$ хв;

T_{O3} – основний час на 4 переході, $T_{O3} = 0,07$ хв;

T_{O4} – основний час на 5 переході, $T_{O4} = 0,07$ хв;

T_{O5} – основний час на 5 переході, $T_{O5} = 0,07$ хв.

Підставляємо значення:

$$T_{O} = 0,04 + 0,06 + 0,04 + 0,07 + 0,07 = 0,28 \text{ хв}$$

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

7 Проектування верстатного пристрою

На операції 045 токарна багаторізева відбувається напівчистове точіння зовнішньої циліндричної поверхні та підрізання лівого торця рисунок 7.1. Для затиску деталі приймаємо спеціальну циліндричну оправку з гідропластом, на якій закріплюється гільза за допомогою пневматичного приводу.

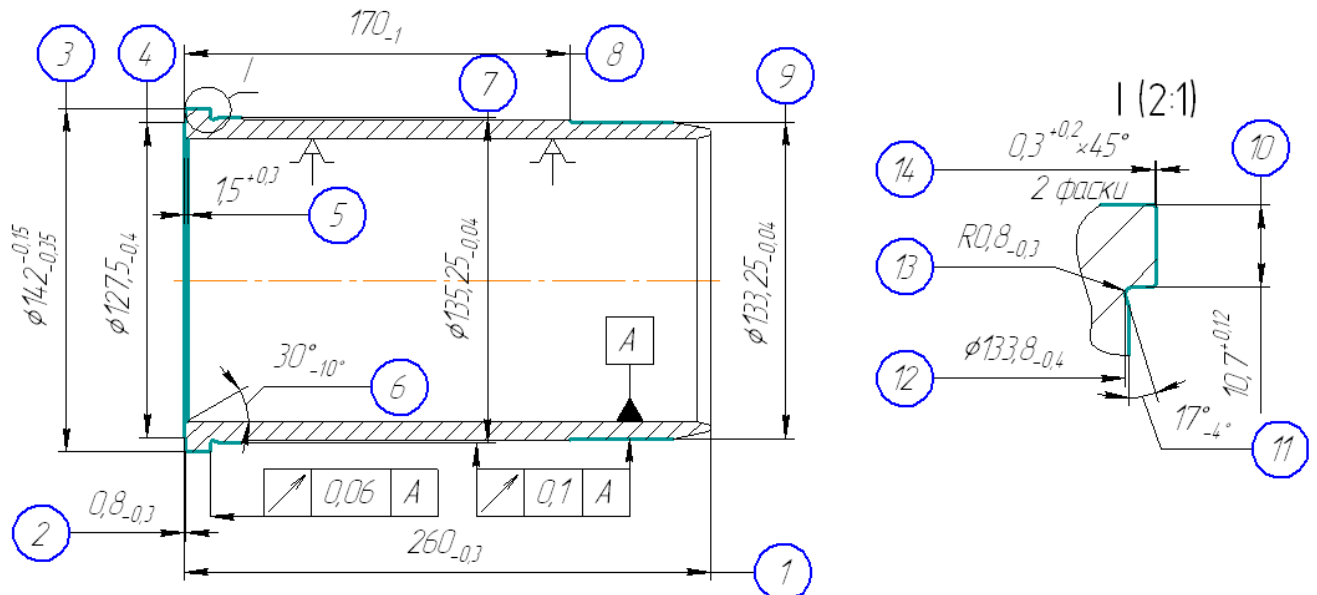


Рисунок 7.1 – Ескіз токарної багаторізевої операції

Дивлячись на операційний ескіз можемо сказати, що на даній операції найточніший розмір це $\varnothing 133,25_{-0.04}$ тому беремо його для подальшого аналізу.

Допуск на розмір $\varnothing 133,25$ становить:

$$T_{\varnothing 133,25} = 40 \text{ мкм}$$

Точність форми

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

$$T_{f/\varnothing 133,25} = 0,3 \times 40 = 12 \text{ мкм}$$

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

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

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

Визначаємо необхідну силу затиску для оброблюємої заготовки за формулою:

$$W_n = P_z \times K_{зап}, Н \quad (7.1)$$

де P_z – сила різання, Н;

$K_{зап}$ – коефіцієнт запасу.

Силу різання розраховуємо за формулою:

$$P_z = 10 \times C_p \times t^x \times S_o^y \times V_\phi^n \times K_p, Н \quad (7.2)$$

де C_p , x , y , n – коефіцієнт та показники степеня [4], 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:

$$K_p = K_{mp} \times K_{\phi_p} \times K_{\gamma_p} \times K_{\lambda_p} \times K_{r_p}, \quad (7.3)$$

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

K_{ϕ_p} , K_{γ_p} , K_{λ_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 ;

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

$K_{\phi P} = 0,89$; $K_{\gamma P} = 1,1$; $K_{\lambda P} = 1,0$; $K_{r P} = 0,93$ [4], с.275, табл. 23.

Коефіцієнт, що враховує якість оброблюваного матеріалу визначаємо за формулою:

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

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

$$K_p = 1,12 \times 0,89 \times 1,1 \times 1,0 \times 0,93 = 1,02$$

Визначаємо глибину різання 6.3:

$$t = \frac{134 - 133,25}{2} = 0,375 \text{ мм}$$

Визначаємо подачу:

$S_{\text{табл}} = 1,0-1,5$ мм/об – табличне значення подачі [4], с.266, табл.11.

Приймаємо:

$$S_o = 1,2 \text{ мм/об}$$

Визначаємо швидкість різання за формулою 6.17:

$$V = \frac{243}{60^{0,2} \times 0,375^{0,15} \times 1,2^{0,4}} \times 1,04 = 120 \text{ м/хв}$$

Визначаємо частоту обертання шпинделя за формулою 6.7:

$$n = \frac{1000 \times 120}{3,14 \times 133,25} = 286,8 \text{ об/хв}$$

Приймаємо найближче значення по паспортним даним токарного багаторізного верстата моделі 1A730.

$$n_o = 300 \text{ об/хв}$$

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

ТМ 17090030-00 ПЗ

Визначаємо фактичну швидкість різання за формулою 6.19:

$$V_{\phi} = \frac{3,14 \times 133,25 \times 300}{1000} = 125,5 \text{ м/хв}$$

Отже сила різання становить:

$$P_z = 10 \times 92 \times 0,375^{1,0} \times 1,2^{0,75} \times 125,5^0 \times 1,02 = 403,5 \text{ Н}$$

Визначається коефіцієнт запасу за формулою:

$$K_{заг} = K_o \times K_1 \times K_2 \times K_3 \times K_4 \times K_5 \times K_6, \quad (7.5)$$

де K_0 – гарантований коефіцієнт запасу, $K_0 = 1,5$ [12], с.119;

K_1 – коефіцієнт, що характеризує збільшення сили різання внаслідок затуплення ріжучого інструменту, $K_1 = 1,2$ [12], с.118, табл. 4.1;

K_2 – коефіцієнт, що враховує величину сили різання із-за випадкових нерівностей на оброблюваних поверхнях, $K_2 = 1,2$ [12], с.119;

K_3 – коефіцієнт, що враховує збільшення сили різання при переривчастому різанні, $K_3 = 1,0$ [12], с.119;

K_4 – коефіцієнт, що враховує непостійність сил закріплення в затискному механізмі, $K_4 = 1,0$ [12], с.119;

K_5 – коефіцієнт, що характеризує ергономіку ручних затискних механізмів, $K_5 = 1,0$ [12], с.119;

K_6 – коефіцієнт, що враховує наявності моменту, що крутить, $K_6 = 1,0$ [12], с. 120.

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

Приймаємо коефіцієнт запасу $K = 2,5$.

Отже, сила затиску для оброблюємої заготовки становить:

$$W_n = 403,5 \times 2,5 = 1009 \text{ Н}$$

Для закріплення гільзи за допомогою гідропластової оправки застосовуємо

									Арк.
									62
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

пневмокамеру. Визначаємо розрахунковий діаметр пневмокамери за формулою:

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

де δ – тиск стиснутого повітря; $\delta = 0,63$ МПа;

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

$$D = \sqrt{\frac{4 \times 1009}{3,14 \times 0,85 \times 0,63}} = 52 \text{ мм}$$

Основні параметри пневматичної камери вибираємо по [13], с.426, табл.1:
діаметр пневмокамери $D = 125$ мм, діаметр штока $d = 25$ мм.

Визначаємо дійсну силу затиску за формулою:

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

Підставляємо значення:

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

Перевіряємо міцність деталі вісь за формулою:

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

де $W = 6568$ Н – сила затиску гідропластової оправки;

$D = 30$ мм – зовнішній діаметр вісі;

$d = 8$ мм – діаметр отвору;

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

Підставляємо значення:

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

Виконуємо перевірку:

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

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

Отже, вісь гідропластової оправки відповідає заданим параметрам міцності.
Розрахункову похибку пристрою знаходимо за формулою [13], с.26:

$$\varepsilon_{np} \leq T - K_T \sqrt{(k_{T1} \times \varepsilon_{\delta})^2 + \varepsilon_3^2 + \varepsilon_y^2 + \varepsilon_n^2 + \varepsilon_u^2 + (K_{T2} \times \omega)^2 + \varepsilon_{поз}^2}, \text{ мкм} \quad (7.9)$$

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;

$K_{T1} = 0$ – 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);

ε_u – похибка, що виникає внаслідок зношування настановних елементів пристрою. Визначається за формулою:

$$\varepsilon_u = N \times \beta, \text{ мкм} \quad (7.10)$$

де $\beta = 0,001$ – постійний коефіцієнт, що залежить від виду встановлювальних елементів і умов контакту поверхонь [13], табл. 3.6 с.41;

$N = 2800$ шт – кількість контактів заготовки з опорою в рік;

$$\varepsilon_u = 2800 \times 0,001 = 2,8 \text{ мкм}$$

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

ω – середня економічна точність обробки. Так, як операція виконується на токарному верстаті, то квалітет точності = 6 і становить 32 мкм [12], с.47;

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

						ТМ 17090030-00 ПЗ	Арк.
							64
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			

Підставляємо значення:

$$\varepsilon_{np} = 40 - 1,2\sqrt{(0 \times 0)^2 + 0^2 + 10^2 + 0^2 + 2,8^2 + (0,6 \times 32)^2 + 0^2} = 14 \text{ мкм}$$

З урахуванням стандартного ряду беремо допуск радіального биття відносно поверхні А, [12], с.109:

$$\varepsilon_{np} = 12 \text{ мкм}$$

Гідропластова оправка використовується для обробки кілець, втулок і гільз із циліндричною базою. Гідропластова оправка точно центрує та рівномірно затискає заготовку, що дозволяє отримати задані співвісність та циліндричність.

Даний пристрій складається з гідропластової оправки до якої приєднується пневмокамера.

При обробці деталь встановлюється на гідропластову оправку. Після цього повітря під тиском подається до штокової порожнини пневмокамери. Діафрагма переміщується та передає зусилля через тягу 8 на шайбу 7. Далі зусилля через плунжер 6 передається на гільзу(цангу) 3, яка зтискає гідропласт, що закріплює деталь. Після обробки повітря подається до безштокової порожнини пневмокамери і деталь розтискається.

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

ТМ 17090030-00 ПЗ

ВИСНОВКИ

Під час виконання даного дипломного проекту був зроблений наступний об'єм роботи:

- проведено аналіз службового призначення виробу (двигун КамАЗ-7403.10 з турбонадувом) та його складової деталі – гільзи циліндру. Крім цього було виконано опис конструктивних особливостей деталі та умов її експлуатації.

- проведено аналіз технічних вимог на виготовлення гільзи, де було проаналізовано точність розмірів та шорсткості, що ставлять до деталі;

- був проведений розрахунок типу виробництва – дрібносерійний (при річному випуску деталей 2800 штук); також визначили організаційні умови роботи, такт випуску та партії запуску;

- проведено аналіз технологічності конструкції деталі;

- виконано порівняння двох методів отримання заготовки, а саме: відцентрового лиття та лиття в кокіль. Доцільно було прийняти метод відцентрового лиття. 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;

- виконано аналіз операції існуючого технологічного процесу. Для аналізу було взято операції: 010 – вертикально-розточна та 020 – токарно-багаторіздева. Були розглянуті ймовірні схеми базування та закріплення;

- виконаний розрахунок режимів різання. Також виконано нормування технологічних операцій 010 та 020;

- спроектовано верстатний пристрій для токарної багаторіздевої операції, а саме – гідропластову оправку;

- розроблена технологічна документація.

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

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

ТМ 17090030-00 ПЗ

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

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

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

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

4 Справочник технолога - машиностроителя: В 2 т. / Под ред. А.Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова. - 4-е изд., перераб. и доп. - М.: Машиностроение, 1986. - Т. 2. - 496 с.

5 Панов А.А., Аникин В.В. Обработка металлов резанием: Справочник технолога; Под общ. Ред. А.А. Панова. 2-е изд., перераб. и доп.-М.: Машиностроение, 2004.-784 с.

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

7 Методичні вказівки до оформлення документації при виконанні розрахунково-графічних і курсових робіт, курсових і дипломних проектів з технології машинобудування: у 2 частинах. – Ч. 1. Загальні відомості / укладачі: В. Г. Євтухов, В. О. Іванов.–Суми : Сумський державний університет, 2011.–55 с.

8 Методичні вказівки до оформлення документації при виконанні розрахунково-графічних і курсових робіт, курсових і дипломних проектів з технології машинобудування: у 2 частинах. – Ч. 2. Приклади оформлення технологічної документації / укладачі: В. Г. Євтухов, В. О. Іванов. – Суми : Сумський державний університет, 2011. – 59 с.

									Арк.
									67
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

ТМ 17090030-00 ПЗ

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

10 Горохов В.А. Проектирование и расчет приспособлений. Минск, 1986.- 240 с.

11 Ансеров М.А. Приспособления для металлорежущих станков: Расчеты и конструкции. - 3-е изд., стереот. - М.: Машиностроение, 1966.

12 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 - 36с.

13 Зонненберг С.М., Лебедев А.С. Пневматические зажимные приспособления – М.: МАШГИЗ, 1953 – 160 с.

14 Кушніров П.В. Методичні вказівки до практичних занять з курсу “Технологічна оснастка Ч.1” – Суми: Вид-во СумДУ, 2009 - 52 с.

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

16 ГОСТ 26645-85. Отливки из металлов и сплавов.

17 Бедрій Я.І. Охорона праці: Навчальний посібник. – К.:ЦУЛ, 2002, – 322 с.

					ТМ 17090030-00 ПЗ	Арк.
						68
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ДОДАТОК А

Выбор способа получения исходной заготовки.

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

Исходные данные

Форма детали - Тело вращения

Материал детали - Серый чугун и литейные стали (например 25Л)

Производственная программа - 2800 шт

Масса детали - 5,3 кг

Наибольший размер - 259 мм

Минимальная толщина - 6,5 мм

Форма детали - Маслота компрессора

Группа сложности отливки - 1 группа

Класс точности отливки - 7г

Допустимые методы получения и их стоимость

Литье в песчаные формы (машинная формовка): 3,64 грн

Кокильное литье: 3,38 грн

					ТМ 17090030-00 ПЗ	Арк.
						69
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ДОДАТОК Б

Метеорологічні умови у виробничих приміщеннях. Нормування параметрів мікроклімату.

Самопочуття і працездатність людини залежать від метеорологічних умов виробничого середовища, в якому вона знаходиться і виконує трудові обов'язки.

Сукупність таких показників виробничого середовища, як температура повітря, °С; відносна вологість, %; швидкість руху повітря, м/с; інтенсивність теплового випромінювання, Вт/м² (ккал/м² • год); барометричний тиск, мм рт.ст., називають метеорологічними умовами, або мікрокліматом.

Вологість повітря значною мірою впливає на самопочуття людини і працездатність. Вологість повітря буває абсолютна і відносна.

Абсолютна вологість – це кількість вологи (г), що міститься в 1 м³ повітря при даній температурі (г/м³).

Відносна вологість – це процентне співвідношення абсолютної кількості водяних парів у повітрі до їх максимально можливої кількості при даній температурі.

Системою стандартів безпеки праці ГОСТ 12.1.005-88 «Загальні санітарно-гігієнічні вимоги до повітря робочої зони» та ДСН 3.3.6.042-99 «Санітарні норми виробничих приміщень» встановлені нормативні документи, які регламентують метеорологічні умови виробничого середовища.

Згідно з цим стандартом (ГОСТом) нормуються оптимальні і допустимі метеорологічні умови на робочому місці.

Допустимими називаються такі параметри мікроклімату, які при тривалій і систематичній дії на людину можуть викликати перехідні, і такі, що швидко нормалізуються, зміни теплового стану організму, які супроводжуються напруженням механізмів терморегуляції, але не виходять за межі фізіологічних пристосувань. При цьому не виникає пошкоджень або порушень стану здоров'я, але можуть спостерігатися дискомфортні тепловідчуття, погіршення самопочуття і зниження працездатності.

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

ТМ 17090030-00 ПЗ

Оптимальними називають такі параметри мікроклімату, які при тривалій і систематичній дії на людину забезпечують збереження нормального теплового стану організму без напруження механізмів терморегуляції. Вони забезпечують відчуття теплового комфорту і створюють умови для високого рівня працездатності людини.

Оптимальне поєднання метеорологічних умов виробничого середовища називають комфортністю.

Нормуються показники метеорологічних умов відносно таких параметрів (див. табл.8.1): сезону року, категорії важкості виконуваної роботи, категорії приміщень.

Створення оптимальних метеорологічних умов у виробничих приміщеннях є складною задачею, вирішити яку можна такими заходами та засобами:

Удосконалення технологічних процесів та устаткування. Впровадження нових технологій та обладнання, які не пов'язані з необхідністю проведення робіт в умовах інтенсивного нагріву дасть можливість зменшити виділення тепла у виробничі приміщення.

Раціональне розміщення технологічного устаткування. Основні джерела теплоти бажано розміщувати безпосередньо під аераційним ліхтарем, біля зовнішніх стін будівлі і в один ряд на такій відстані одне від одного, щоб теплові потоки від них не перехрещувались на робочих місцях. Для охолодження гарячих виробів необхідно передбачити окремі приміщення.

Автоматичне та дистанційне управління технологічними процесами. Цей захід дозволяє в багатьох випадках вивести людину із виробничих зон, де діють несприятливі фактори (наприклад, автоматизоване завантаження печей у металургії, управління розливом сталі).

Раціональна вентиляція, опалення та кондиціонування повітря. Вони є найбільш розповсюдженими способами нормалізації мікроклімату у виробничих приміщеннях. Так зване повітряне та водоповітряне душення широко використовується у боротьбі з перегріванням робітників у гарячих цехах.

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

Таблиця 8.1 – Оптимальні та допустимі норми температури, відносної вологості та швидкості руху повітря у робочій зоні виробничих приміщень

Пора року	Категорії робіт	Температура, °С						Відносна вологість, %		Швидкість руху повітря, м.с.	
		оп-ти-маль-на	допустима				оп-ти-маль-на	допус-тима на ро-бочих місцях не більше	оп-ти-маль-на, не біль-ше	Допустима на робочих місцях постійних і не постійних	
			верхня межа		нижня межа						
			на робочих місцях								
пос-тій-них	не пос-тій-них	пос-тій-них	не пос-тій-них								
Холодна	Легка Іа	22-24	25	26	21	18	40-60	75	0,1	не більше 0,1	
	Легка Іб	21-23	24	25	20	17	40-60	75	0,1	не більше 0,2	
	Середньої важкості Іа	18-20	23	24	17	15	40-60	75	0,2	не більше 0,3	
	Середньої важкості Іб	17-19	21	23	15	13	40-60	75	0,2	не більше 0,4	
	Важка ІІІ	16-18	19	20	13	12	40-60	75	0,3	не більше 0,5	
Тепла	Легка Іа	23-25	28	30	22	20	40-60	55 при 28°С	0,1	0,1-0,2	
	Легка Іб	22-24	28	30	21	19	40-60	60 при 27°С	0,2	0,1-0,3	
	Середньої важкості Іа	21-23	27	29	18	17	40-60	65 при 26°С	0,3	0,2-0,4	
	Середньої важкості Іб	20-22	27	29	26	15	40-60	70 при 25°С	0,3	0,2-0,5	
	Важка ІІІ	18-20	26	28	15	13	40-60	75 при 24°С і нижче	0,4	0,2-0,6	

Забезпечити нормальні теплові умови в холодний період року в надто габаритних та полегшених промислових будівлях дуже важко і економічно недоцільно. Найбільш раціональним варіантом в цьому випадку є застосування променистого нагрівання постійних робочих місць та окремих ділянок. Захист від протягів досягається шляхом щільного закривання вікон, дверей та інших отворів, а також влаштуванням повітряних і повітряно-теплових завіс на воротах.

Раціоналізація режимів праці та відпочинку досягається скороченням тривалості робочої зміни, введенням додаткових перерв, створенням умов для ефективного відпочинку у приміщеннях з нормальними метеорологічними умовами. Якщо організувати окреме приміщення важко, то в гарячих цехах створюють зони відпочинку – охолоджувальні альтанки. Для робітників, що працюють на відкритому повітрі взимку, обладнують приміщення для зігрівання, в яких температуру підтримують дещо вищою за комфортну.

Застосування теплоізоляції устаткування та захисних екранів. В якості теплоізоляційних матеріалів широко використовують: азбест, азбоцемент, мінеральна вата, склотканина, керамзит, пінопласт.

На виробництві застосовують також захисні екрани для відгородження джерел теплового випромінювання від робочих місць. За принципом захисту щодо дії тепла екрани бувають відбиваючі, поглинаючі, відвідні та комбіновані. Добрий захист від теплового випромінювання здійснюють водяні завіси.

Використання засобів індивідуального захисту. Важливе значення для профілактики перегрівання мають індивідуальні засоби захисту. Спецодяг повинен бути повітря- та вологопроникним (з льону, грубобавовняного сукна), мати зручний покрій. Для роботи в екстремальних умовах застосовуються спеціальні костюми з підвищеною теплосвітвіддачею. Для захисту голови від випромінювання застосовують дюралеві, фіброві каски, повстяні капелюхи; для захисту очей – окуляри – темні або з прозорим шаром металу, маски з відкидним екраном. Захист від дії зниженої температури досягається використанням теплового спецодягу, а під час опадів – плащів та гумових чобіт.

									Арк.
									73
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

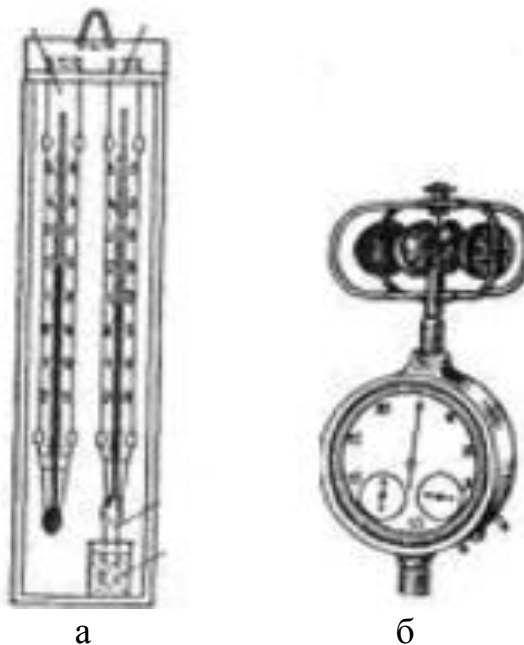
ТМ 17090030-00 ПЗ

Контроль та оцінка метеоумов складається з вимірювання температури, вологості, швидкості руху повітря і інтенсивності теплового випромінювання. Температуру повітря звичайно ртутними термометрами.

Відносна вологість вимірюється психрометрами: стаціонарні (див. рисунок 8.1 а) (психрометр Августа) або аспіраційні. Вони складаються з двох однакових ртутних термометрів – сухого та вологого. Резервуар термометра загорнутий у гігроскопічну тканину, кінець якої занурений до резервуару з дистильованою водою. Внаслідок випарування вологи він показує більш низьку температуру, ніж сухий. За різницею показників обох термометрів, користуючись спеціальними таблицями, визначаються відносну вологість повітря.

Для визначення швидкості руху повітря використовуються крильчасті або чашечні анемометри (див. рисунок 8.1 б). Чотири напівкулі, закріплені на вертикальній осі обертаються під дією повітря і кінематично пов'язані з механізмом стрілок циферблату, градуйованого в м/с.

Інтенсивність теплового випромінювання вимірюється актинометрами. Дія їх основана на поглинанні променевої енергії і перетворюванні її на тепло. В якості приймача в приборі використана термоелектрична батарея (ряд термопар).



а – психрометр Августа; б – чашечний анемометр.

Рисунок 8.1 – Прилади для визначення параметрів мікроклімату

									Арк.
									74
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

ТМ 17090030-00 ПЗ