

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний університет «Запорізька політехніка»

Машинобудівний інститут, машинобудівний факультет
(повне найменування інституту, факультету)

Кафедра «Технології машинобудування»
(повне найменування кафедри)

Пояснювальна записка
до дипломного проекту (роботи)

другий (магістерський)
(повне найменування кафедри)

на тему: «Технологічні особливості обробки нетехнологічних деталей типу тонкостінних кілець»

Виконав: студент(ка) II курсу, групи Мз-119м
спеціальності 131 «Прикладна механіка»
(код і назва спеціальності)

Освітня програма (спеціалізація)
«Технології машинобудування»

Красуля С.І.

(прізвище та ініціали)

Керівник Кононов В.В.

(прізвище та ініціали)

Рецензент Явтушенко А.В.

(прізвище та ініціали)

2020

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний університет «Запорізька політехніка»
 (повне найменування закладу вищої освіти)

Інститут, факультет Машинобудівний
 Кафедра Технології машинобудування
 Ступінь вищої освіти (освітній ступінь) другий (магістерський)
 Спеціальність 131 « Прикладна механіка »
 Освітня програма (спеціалізація) «Технології машинобудування»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри **ТМБ**
 С.І. Дядя, к.т.н., доц.

“ ” 20__ року

З А В Д А Н Н Я
НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ (РОБОТУ) СТУДЕНТА(КИ)

Красулі Сергія Івановича

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту (роботи) Технологічні особливості обробки
нетехнологічних деталей типу тонкостінних кілець

керівник проекту (роботи) Кононов Віталій Владиславович, к.н.т., доцент
 (прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом вищого навчального закладу від “03” 12. 2020 року № 369

2. Строк подання студентом проекту (роботи) 14.12.2020

3. Вихідні дані до проекту (роботи) креслення деталі «Кільце внутрішнє»
Річна програма випуску N=2000 деталей

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) 1. Технологічна частина; 2. Конструкторська частина;

3. Автоматизація прибирання стружки з верстатів;

4. Розрахунок деталі на міцність; 5. Спеціальне завдання. Прожиг;

6. Оцінка очікуваної економічної ефективності розробки або заходів;

7. Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)
Креслення деталі, креслення заготовки, креслення робочого та контрольного
пристосувань. Плакат маршруту виготовлення деталі, три плакати зі
спеціальним завданням, плакат автоматизації, плакат з моделями
заготовок,

плакат з оцінкою деталі на міцність та розробленими програмами в NX.

6. Консультанти розділів проекту (роботи)

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	прийняв виконане завдання
1- 6	<i>Кононов В.В., к.н.т., доц.</i>		
7	<i>Шмирко В.І., к.н.т., доц.</i>		
Нормоконтроль	<i>Гермашев А.І., к.т.н., доц.</i>		

7. Дата видачі завдання 03 вересня 2020

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту (роботи)	Срок виконання етапів проекту (роботи)	Примітка
1	<i>Технічна частина</i>	<i>24.09.2020</i>	
2	<i>Конструкторська частина</i>	<i>08.10.2020</i>	
3	<i>Автоматизація прибирання стружки</i>	<i>15.10.2020</i>	
4	<i>Розрахунок деталі на міцність</i>	<i>22.10.2020</i>	
5	<i>Спеціальне завдання.</i>	<i>05.11.2020</i>	
6	<i>Оцінка очікуваної економічної ефективності розробки або заходів</i>	<i>12.11.2020</i>	
7	<i>Охорона праці</i>	<i>19.11.2020</i>	
8	<i>Оформлення пояснювальної записки.</i>	<i>26.11.2020</i>	
9	<i>Нормоконтроль і рецензія.</i>	<i>30.12.2020</i>	
10	<i>Захист дипломного проекту.</i>	<i>14.12.2020</i>	

Студент

(підпис)

Красуля С.І.

(прізвище та ініціали)

Керівник проекту (роботи)

(підпис)

Кононов В.В.

(прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

ПЗ: 132 с., 15 табл., 53 рис., 3 дод., 39 джерел.

КІЛЬЦЕ, ЗАГОТОВКА, ДЕТАЛЬ, ПРИПУСК, ДОПУСК, НОРМА ЧАСУ, РЕЖИМИ РІЗАННЯ, РОБОЧЕ ПРИСТОСУВАННЯ, ПРОЖИГ, СТРУЖКА.

Об'єкт дослідження – кільце внутрішнє.

Мета роботи – розробити технологічний процес (ТП) виготовлення деталі «Кільце внутрішнє».

Метод дослідження – розрахунково-аналітичний та табличний.

Задачею у магістерській роботі з технології машинобудування є закріплення та удосконалення набутих знань, за рахунок аналізу новітніх технологій з виготовлення деталей та застосування сучасного устаткування. Проведення аналізу та впровадження автоматизації у процес виробництва, отримання практичного досвіду з інженерної діяльності по розробці технології механічної обробки деталі підвищеної точності конструювання технологічного оснащення, різального інструменту й контрольного пристосування.

Під час виконання роботи запроектовано ТП виготовлення деталі «Кільце внутрішнє», обрано сучасне обладнання т інструмент, розраховані режими різання та норми часу, проведена робота по автоматизації виробництва та спроектоване робоче і контрольне пристосування, виконано спеціальне завдання та економічні розрахунки, передбачені заходи з охорони праці.

ЗМІСТ

Скорочення та умовні позначки	7
Вступ	8
1 Технічна частина	9
1.1 Опис конструкції і службового призначення деталі	9
1.1.1 Опис деталі	9
1.1.2 Матеріал деталі та його властивості	10
1.1.3 Термообробка	11
1.2 Вибір типу виробництва і форми організації робіт	11
1.3 Вибір виду і способу отримання заготовки з економічним обґрунтуванням	12
1.4 Проектування маршруту обробки деталі	16
1.4.1 Аналіз конструкції деталі на технологічність	17
1.4.1.1 Технологічність конструкції деталі	17
1.4.1.2 Вибір технологічних баз	20
1.4.2 Проектування маршруту обробки поверхонь	21
1.4.3 Маршрут виготовлення деталі	28
1.5 Розрахунок припусків і технологічних розмірів	29
1.6 Розрахунок режимів різання	38
1.7 Технічне нормування операцій	55
1.8 Розрахунок трьох технологічних операцій на високопродуктивних верстатах з ЧПК	63
2 Конструкторська частина	66
2.1 Проектування робочого креслення	66
2.1.1 Конструкція і принцип роботи пристрою	66
2.1.2 Визначення похибки базування та закріплення. Розрахунок пристосування на точність	67
2.1.3 Визначення необхідної сили затичку. Вибір приводу	69

2.2 Проектування контрольного пристосування	72
3 Автоматизація. Автоматизація прибирання стружки з верстатів	74
3.1 Видалення стружки	74
3.1.1 Автоматичне прибирання стружки	75
3.1.2 Комбіноване прибирання стружки	79
3.2 Висновок	80
4 Розрахунок деталі на міцність	81
4.1 Визначення напружено-деформованого стану деталі	81
4.2 Визначення допустимих навантажень при різних варіантах конструкції	82
4.3 Оптимізація	83
5 Спеціальне завдання. Прожиг	84
5.1 Сутність прожогу	84
5.1.1 Інструмент для прожигу	85
5.1.2 Обладнання для прожигу	85
5.1.3 Етапи прожигу отворів	88
5.2 Спеціальні методики прожигу	89
5.3 Переваги та недоліки прожигу	90
5.4 Висновок	91
6 Оцінка очікуваної економічної ефективності розробки або заходів	93
7 Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях	99
7.1 Розрахунок системи штучного освітлення у приміщені	99
Висновок	105
Перелік джерел посилання	106
Додаток А. Специфікація робочого пристрою	110
Додаток Б. Специфікація контрольного пристрою	112
Додаток В. Охорона праці	113
Перелік джерел посилання до додатку В	131

СКОРОЧЕННЯ ТА УМОВНІ ПОЗНАЧЕННЯ

ВЯУ	- вогнище ядерного ураження.
ГОСТ	- государственный стандарт
ДБН	- державні будівельні норми
ДСанПіН	- державні санітарні норми та правила
ДСН	- державні санітарні норми
ДСТУ	- державний стандарт України
ЗЗР	- загон забезпечення руху
МВД	- маршрут виготовлення деталі
МОД	- маршрут обробки деталі
МОП	- маршрут обробки поверхні
НАПБ	- нормативні акти о пожежній безпеці
НПАОП	- нормативно-правові акти з охорони праці
ОГ	- об'єкт господарювання
РЗ	- радіоактивне зараження
РІНР	- рятувальні та інші невідкладні роботи
ССБТ	- система стандартів безпеки труда
ТКД	- технологічність конструкції деталі
ТП	- технологічний процес
ЦЗ	- цивільний захист
ЧПК	- числове програмне керування

ВСТУП

Авіаційне та машинобудування у сучасному світі займають провідну позицію виробництва.

Продукція даних промислових напрямків повинна бути найвищої якості і у той ж час не бути занадто дорогою. Співвідношення цих чинників потребує дотримання усіх норм виробництва та використання і впровадження у виробничий процес новітніх методів виготовлення.

Так для підвищення якості продукції і у той ж час зменшення або невеликого здороження необхідно використовувати спеціальні пристосування, новітнє обладнання та інструмент.

Під час виконання магістерської роботи буде спроектовано ТП з використанням новітнього обладнання та спеціального робочого та контрольного пристосування. Буде вибрана максимально вигідний спосіб отримання заготовки та спроектована математична модель для розробки операцій для обладнання з числовим програмним керуванням (ЧПК).

1 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

1.1 Опис конструкції і службового призначення деталі

1.1.1 Опис деталі

Під час виконання магістерської роботи спроектовано ТП виготовлення деталі – «Кільце внутрішнє» (рис.1.1). Деталь виготовляється зі сплаву ХН60ВТ. «Кільце внутрішнє» є частиною двигуна АИ-222 (рис.1.2).

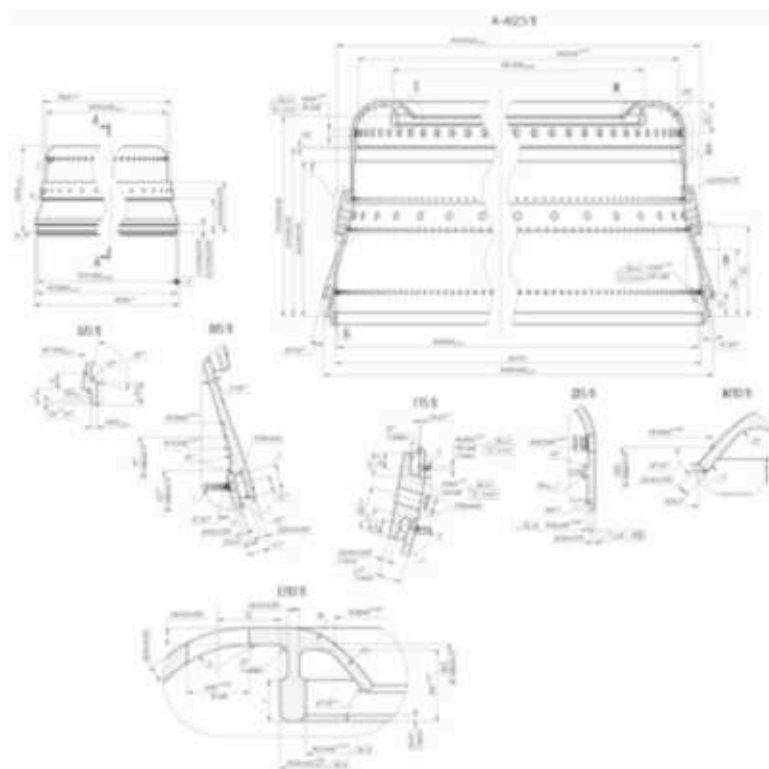


Рисунок 1.1 – Ескіз деталі «Кільце внутрішнє»



Рисунок 1.2 – Двигун АИ-222

Двигун АИ-222 оптимізований для експлуатації на сучасних навчально-тренувальних літаках і відповідає жорстким вимогам, що пред'являються до двигунів даного класу.

1.1.2 Матеріал деталі та його властивості

Деталь «Кільце внутрішнє» виготовляється з жароміцного сплаву ХН60ВТ за ГОСТ 5632-76 [1].

Сплав ХН60ВТ застосовується для виготовлення деталей камер згоряння, форсажних камер і інших деталей з робочою температурою до 1000-1100 °С. Сплав виплавляють у відкритих електропечах, і з застосуванням плазменно-дугового переплаву.

Хімічний склад матеріалу наведено у таблиці 1.1. У таблиці 1.2 наведені механічні та фізичні властивості матеріалу.

Таблиця 1.1 – Хімічні властивості сплаву ХН60ВТ ГОСТ 5632-76 [1]

Хімічні властивості, %					
Al - ≤ 0.5	C - ≤ 0.1	Cr - 23.5...26.5	Fe - ≤ 4	Mn - ≤ 0.5	Ni - осн.
P - ≤ 0.013	S - ≤ 0.013	Si - ≤ 0.8	Ti - 0.3...0.7	W - 13...16	

Таблиця 1.2 – Механічно-фізичні властивості сплаву ХН60ВТ ГОСТ 5632-76 [1]

Механічні властивості , при температурі $t = 20^{\circ}\text{C}$				
Показник	Умовна межа плинності	Опір матеріалу	Відносне подовження після розриву	Відносне звуження
	$\sigma_{0.2}$, МПа	σ_B , МПа	δ_5 , %	ψ , %
Значення	295...390	740...880	45...60	52...60
Фізичні властивості , при температурі $t = 20^{\circ}\text{C}$				
Показник	Модуль пружності	Коефіцієнт температурного (лінійного) розширення		Теплопровідність і
	$E \cdot 10^{-5}$, МПа	$A \cdot 10^6$, 1/Град		λ , Вт/(м/град)
Значення	21.8	12.7		9.6

1.1.3 Термообробка

Для покращення властивостей матеріалу з якого виготовлена деталь необхідно проводити термічну обробку.

Для деталі «Кільце внутрішнє» у ході її виготовлення виконуватиметься термічна обробка гартування.

Гартування — це зміцнювальна термічна обробка, яка полягає в нагріві матеріалів (виробів) до температур вище від критичних точок (температури поліморфного перетворення або температури, при якій в матриці розчиняються фази, що існують за низької температури), витримці і подальшому охолодженні зі швидкістю більшою за критичну з метою фіксації високотемпературного стану матеріалу [2].

1.2 Вибір типу виробництва і форми організації робіт

На початку проектування ТП необхідно вибрати тип та форму організації роботи. Визначення таких даних проводиться за допомогою таких вихідних показників: маса деталі ($m = 1.428$ кг); річна програма випуску ($N = 2000$ шт).

З огляду на вихідні дані та [3] проводимо визначення середнього типу та змінно-потокової форми організації виробництва.

Проводимо розрахунок кількості деталей у партії за формулою (1.1):

$$n = \frac{a \cdot N}{\Phi_d}, \text{ шт} \quad (1.1)$$

де a – період запуску партії, $a = 2 \dots 10$ днів;

Φ – число робочих днів у 2020 році, $\Phi = 251$ день

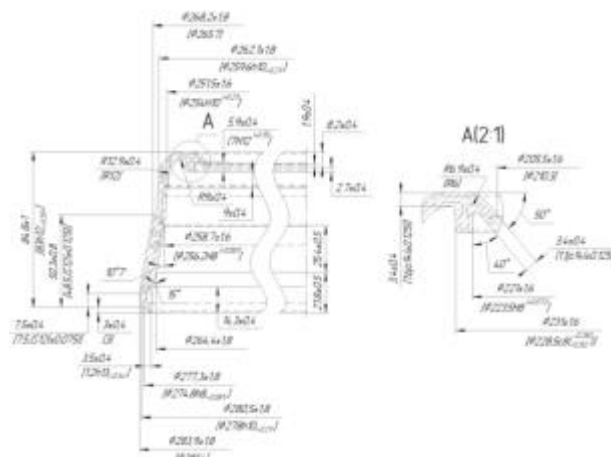


Рисунок 1.4 – Ескіз заготовки лиття у оболонкові форми

Визначення мас заготовок, які проектуються, проводиться за допомогою модуля у програмі КОМПАС-3D. На рисунках 1.5 та 1.6 приведено визначену масу.

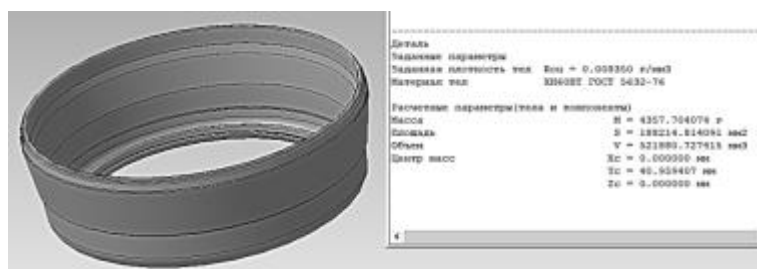


Рисунок 1.5 – Модель з масою заготовки лиття у кокіль



Рисунок 1.6 – Модель з масою заготовки лиття у оболонкові форми

Для цього визначаємо вартість однієї заготовки за формулою (1.2):

$$B = \frac{B_6}{1000} \cdot M \cdot K_T \cdot K_M \cdot K_B \cdot K_C \cdot K_P - (M - m) \cdot \frac{B_{\text{отх}}}{1000}, \text{ грн} \quad (1.2)$$

де B_B – базова вартість виготовлення 1 т. заготовок [4,ст.12,т.1.4], грн.;

M, m – відповідно вага заготовки і готової деталі, кг;

K_T, K_M, K_B, K_C, K_P - коефіцієнти, що враховують відповідно клас точності, матеріал, групу складності, масу заготовки, програму випуску [4,ст.13-14,т.1.6-1.10];

$B_{отх}$ - вартість 1 т. стружки [4,ст.14,т.1.5], грн.

$$B_1 = \frac{3350}{1000} \cdot 4.358 \cdot 1.06 \cdot 1.6 \cdot 0.82 \cdot 0.93 \cdot 1.0 - (4.358 - 1.428) \cdot \frac{140}{1000} \\ = 18.47 \text{ грн}$$

$$B_2 = \frac{4350}{1000} \cdot 4.279 \cdot 1.06 \cdot 1.6 \cdot 0.82 \cdot 0.93 \cdot 1.0 - (4.279 - 1.428) \cdot \frac{140}{1000} \\ = 23.68 \text{ грн}$$

Також необхідно визначити коефіцієнт використання матеріалу (КВМ) за формулою (1.3):

$$\eta = \frac{m}{M} \quad (1.3)$$

$$\eta_1 = \frac{3.458}{1.428} = 0.32 \quad \eta_2 = \frac{4.279}{1.428} = 0.33$$

Вихідні та розраховані дані заносимо до таблиці 1.3.

Для визначення який з методів вигідніший проводимо порівняння:

$$B_1 = 18.47 \text{ грн} < B_2 = 23.68 \text{ грн} \\ \eta_1 = 0.32 < \eta_2 = 0.33$$

Однозначно з огляду на проведені розрахунки визначити який з методів отримання заготовки буде вигіднішим неможливо. Тому проводимо додаткові

розрахунки.

Таблиця 1.6 – Порівняльні показники за варіантами

Показники		Метод отримання заготовки	
		лиття у кокіль	лиття в оболонковій формі
Вага деталі, m кг		1.428	
Вага заготовки, M кг		4.358	4.279
Базова вартість 1т. заготовки, B _В грн.		3350	4350
Коефіцієнт	K _Т	1.06	
	K _М	1.6	
	K _С	0.82	
	K _В	0.93	
	K _П	1.0	
Вартість 1т. стружки, B _{ОТХ} грн.		140	
Вартість однієї заготовки, B грн.		18.47	23.68
Коефіцієнт використання заготовок, η		0.32	0.33

Визначаємо додаткові витрати на матеріал за формулою (1.4):

$$D_3 = (B_2 - B_1) \cdot N, \text{ грн} \quad (1.4)$$

$$D_{3BM} = (23.68 - 18.47) \cdot 2000 = 10406.2 \text{ грн}$$

Також необхідно визначити додаткові витрати на виготовлення заготовки за формулою (1.5):

$$D_3 = \frac{B_B}{1000} \cdot M, \text{ грн} \quad (1.5)$$

де M – річна економія матеріалу, що розраховується за формулою (1.6):

$$M = \frac{m \cdot (\eta_2 - \eta_1)}{\eta_1 \cdot \eta_2} \cdot N, \text{ кг} \quad (1.6)$$

$$M_1 = \frac{1.428 \cdot (0.33 - 0.32)}{0.33 \cdot 0.32} \cdot 2000 = 158 \text{ кг}$$

Розраховуємо додаткові витрати за формулою (1.5):

$$D_{з1} = \frac{3350}{1000} \cdot 158 = 529.3 \text{ грн}$$

Порівнюємо отримані результати:

$$D_{з2} = 10406.2 \text{ грн} > D_{з1} = 529.3 \text{ грн}$$

Можливо зробити висновок, що більш вигідніше використовувати для отримання деталі заготовку виготовлену методом лиття у кокіль.

Розрахуємо абсолютну річну економію, при впровадженні даного методу отримання заготовки, за формулою (1.7):

$$E_B = B_2 - B_1, \text{ грн} \quad (1.7)$$

$$E_B = 10406.2 - 529.3 = 9876.9 \text{ грн}$$

1.4 Проектування маршруту обробки деталі

Складання маршруту обробки деталі виконується для отримання плану за яким буде проводитись обробка заготовки для отримання готової деталі, вибору та обґрунтуванню виробничого устаткування та попередньої намітки необхідного інструменту, і устаткування [6].

Попередньо складаючи маршрут виготовлення деталі інженер-технолог повинен дотримуватись ряду правил: застосовувати стандартні ріжучі та

вимірювальні інструменти; за одну установку проводити обробку максимальної кількості поверхонь деталі; спершу проводити обробку базових поверхонь; поверхні які повинні бути найбільш точнішими повинні піддаватись механічній обробці в останню чергу; чорнову та чистову операції не рекомендується проводити одним і тим самим інструментом.

За приведеними вище правилами складається схема механічної обробки деталі:

- чорнова обробка поверхонь, які слугують технологічною базою для подальшої обробки;
- чорнова обробка інших поверхонь заготовки;
- етапи обробки поверхонь залежать від схеми постановки розмірів.;
- термічна обробка деталі, за умови вказання у технічних умовах креслені;
- при необхідності на вказаних поверхнях проводити оздоблювальні роботи;
- виконання фінішних операцій;
- остаточний контроль.

1.4.1 Аналіз конструкції деталі на технологічність

1.4.1.1 Технологічність конструкції деталі

На технологічність необхідно проводити визначення для усіх проектних деталей.

Технологічність існує декількох видів. У даній роботі визначатимемо якісну та кількісну оцінку на технологічність.

Згідно якісної оцінки деталей має: середню складність геометричної форми, жорстку конструкцію та уніфіковані елементи.

Кількісна оцінка проводиться за формулою (1.8):

$$K_{\text{тех}} = \frac{K_{\text{уе}} + K_{\text{точ}} + K_{\text{ш}}}{3} > (0.6 \dots 1) \quad (1.8)$$

де $K_{\text{уе}}$ – коефіцієнт уніфікованих елементів;

$K_{\text{точ}}$ – коефіцієнт точності;

$K_{\text{ш}}$ – коефіцієнт шорсткості, визначаємо за формулою (1.9):

$$K_{\text{тех}} = \frac{K_{\text{уе}} + K_{\text{точ}} + K_{\text{ш}}}{3} > (0.6 \dots 1) \quad (1.9)$$

де $K_{\text{уе}}$ – коефіцієнт уніфікованих елементів;

$K_{\text{точ}}$ – коефіцієнт точності;

$K_{\text{ш}}$ – коефіцієнт шорсткості, визначаємо за формулою (1.10):

$$K_{\text{ш}} = 1 - \frac{1}{B_{\text{ср}}} > 0.6 \quad (1.10)$$

де $B_{\text{ср}}$ – середній квалітет шорсткості визначається який розраховується за формулою (1.11):

$$B_{\text{ср}} = \frac{K_3 \cdot n_1 + K_5 \cdot n_2 + \dots + K_n \cdot n_n}{\sum n} \quad (1.11)$$

де K – клас шорсткості;

n – кількість розмірів, що мають відповідний клас шорсткості.

Дані для проведення розрахунку наведені у таблиці 1.7.

Таблиця 1.7 – Шорсткість

Клас шорсткості	6	5	4
Кількість розмірів	3	71	3

Середній квалітет шорсткості визначається який розраховується за формулою (1.11):

$$B_{cp} = \frac{6 \cdot 3 + 5 \cdot 71 + 4 \cdot 3}{77} = 5$$

Розраховуємо коефіцієнт шорсткості по формулі (1.10):

$$K_{ш} = 1 - \frac{1}{5} = 0.8 > 0.6$$

Визначення коефіцієнта точності проводимо по формулі (1.12):

$$K_{точ} = 1 - \frac{1}{A_{cp}} > 0.6 \quad (1.12)$$

де A_{cp} – середній квалітет точності визначається який розраховується за формулою (1.13):

$$A_{cp} = \frac{18 \cdot n_1 + 17 \cdot n_2 + \dots + 7 \cdot n_n}{\sum n} \quad (1.13)$$

де n – кількість розмірів, що мають відповідний клас шорсткості.

Дані для проведення розрахунку наведені у таблиці 1.8.

Таблиця 1.8 – Квалітет

Квалітет	8	10	12	13	14
Кількість розмірів	4	49	11	4	9

Середній квалітет точності визначається який розраховується за формулою (1.13):

$$A_{cp} = \frac{8 \cdot 4 + 10 \cdot 49 + 12 \cdot 11 + 13 \cdot 4 + 14 \cdot 9}{77} = 10.81$$

Розраховуємо коефіцієнт точності по формулі (1.12):

$$K_{\text{точ}} = 1 - \frac{1}{10.81} = 0.91 > 0.6$$

Визначаємо коефіцієнт уніфікованості елементів за формулі (1.14):

$$K_{ye} = \frac{Q_{ye}}{Q_3} > 0.6 \quad (1.14)$$

де Q_{ye} – кількість уніфікованих елементів;

Q_3 – загальна кількість елементів.

$$K_{\text{точ}} = \frac{66}{77} = 0.86 > 0.6$$

Проводимо розрахунок кількісної оцінки за формулою (1.8)

$$K_{\text{тех}} = \frac{0.8 + 0.91 + 0.86}{3} = 0.85 > (0.6 \dots 1)$$

Проаналізувавши проведені розрахунки можливо зробити висновок, що деталь являється технологічною за усіма показниками.

1.4.1.2 Вибір технологічних баз

Технологічними базами задаються поверхні за які закріплюється деталь під час обробки.

Технологічні бази бувають двох видів [7]:

- чорнова база – це база яку застосовують під час першої механічної операції; дана база використовується одноразово, та обирається з урахування деяких принципів: чорновими базами неможливо призначити поверхні роз'єму

штампів або літники; за базу можуть слугувати ті поверхні на які призначений найменший припуск;

- чистова база - це база, яку застосовують для виконання чистової обробки: за дані базу приймають конструктивні елементи деталі з найбільшою точністю.

Призначаємо чорнову та чистову технологічну бази, їх ескізи наводимо на рисунках 1.7 та 1.8.

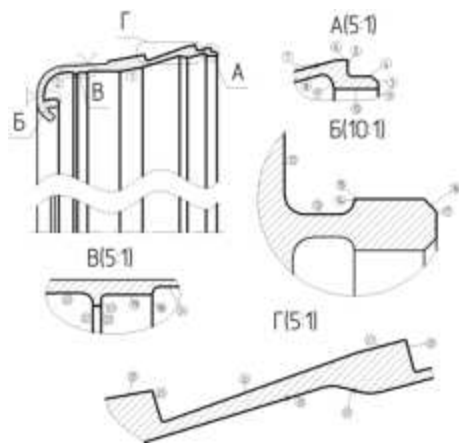


Рисунок 1.7 – Ескіз чорнової бази

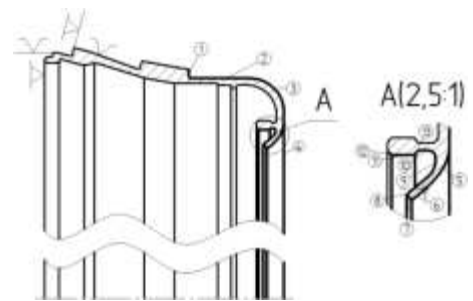


Рисунок 1.8 – Ескіз чистової бази для токарної операції

1.4.2 Проектування маршруту обробки поверхонь

Проводимо розрахунок маршруту обробки поверхонь (МОП) для деталі «Кільце внутрішнє». Вихідні данні для даного розрахунку наведені на рисунку 1.9.

Розписуємо повністю для двох поверхонь проектування МОП, а отриманні данні заносимо до таблиці 1.9

I. Поверхня 8 – циліндрична зовнішня.

Вихідні данні:

- 1) параметри деталі: $\varnothing 259.6h10_{(-0.21)}$; Ra 3.2 мкм; Td=0.21 мм;
- 2) параметри заготовки: Ra 25 мкм; IT17; Td=3.6 мм.

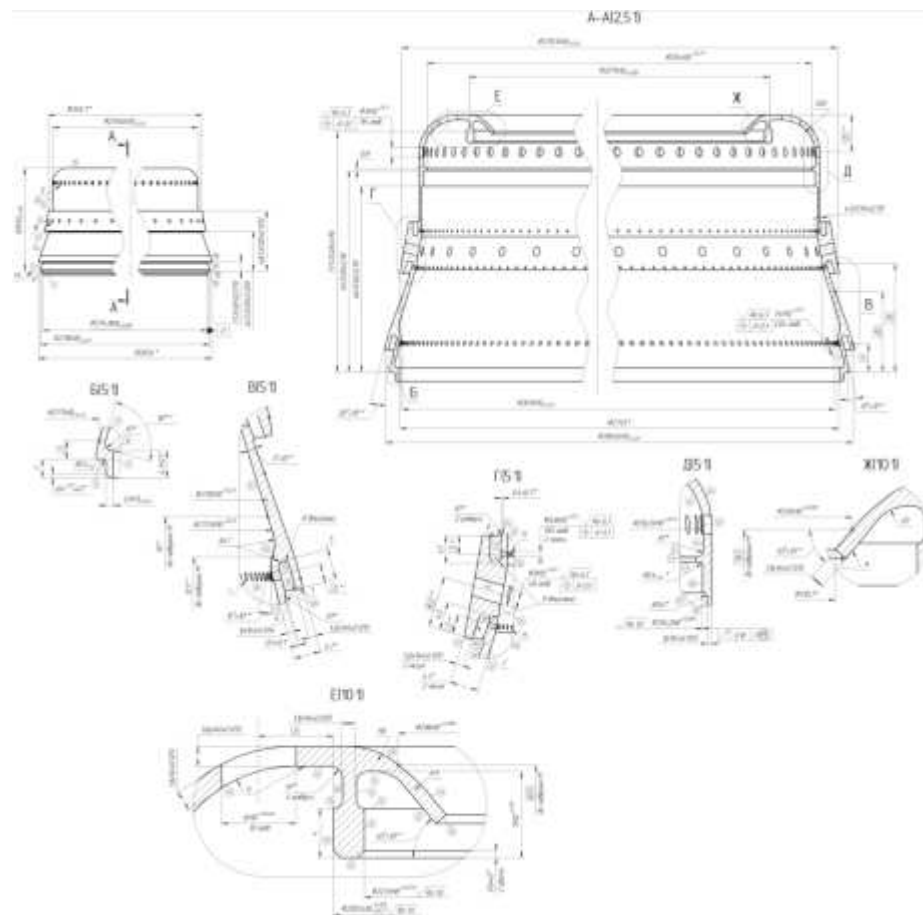


Рисунок 1.9 – Технологічна розмітка поверхонь на деталі

Загальне уточнення визначаємо за формулами (1.15) та (1.16):

$$\varepsilon_{d_i} = \frac{Td_{\text{заг.}}}{Td_{\text{дет.}}} \quad (1.15)$$

$$\varepsilon_{Ra_i} = \frac{Ra_{\text{заг.}}}{Ra_{\text{дет.}}} \quad (1.16)$$

де $Ra_{\text{заг.}}$, $Ra_{\text{дет.}}$ – шорсткість заготовки та деталі;

$Td_{\text{заг.}}$, $Td_{\text{дет.}}$ – допуск заготовки та деталі.

$$\varepsilon_{d_i} = \frac{3.6}{0.21} = 17.1$$

$$\varepsilon_{Ra_i} = \frac{25}{3.2} = 7.81$$

Превалюючий коефіцієнт розраховуємо за більшим значенням з визначеного загального уточнення.

Коефіцієнт розраховується за формулою (1.17):

$$k \approx 2 \cdot \lg \varepsilon \quad (1.17)$$

де ε – більший за розрахунком показний якості.

$$k = 2 \cdot \lg(17.1) = 2.47$$

Приймаємо превалюючий коефіцієнт: $k = 3$.

За кількістю розрахований переходів визначаємо різність показників та розділяємо її по формулі (1.18):

$$\Delta_{\text{кв}} = IT_{\text{заг}} - IT_{\text{дет}} \quad (1.18)$$

$$\Delta_{\text{кв}} = 17 - 10 = 7 \quad (4 + 2 + 1 + 1)$$

Уточнюємо послідовність показники точності та якості (ППТЯ):

- 1) квалітет: $IT17 \rightarrow h13 \rightarrow h11 \rightarrow h10$;
- 2) шорсткість: $Ra25 \rightarrow Ra12.5 \rightarrow Ra6.3 \rightarrow Ra3.2$.

Складаємо МОП:

1. Заготовка – $IT17$, $Td=3.6$ мм, Ra 25 мкм;
2. Термічна обробка (Т/О);
3. Точіння чорнове – $h13$, $Td=0.81$ мм, Ra 12.5 мкм;
4. Точіння напівчистове – $h11$, $Td=0.32$ мм, Ra 6.3 мкм;
5. Точіння чистове – $h10$, $Td=0.21$ мм, Ra 3.2 мкм;

Проводимо розрахунок проміжних уточнюючих коефіцієнтів за формулами (1.19) та (1.20), за допусками та шорсткістю відповідно:

$$\varepsilon_{Ra_i} = \frac{Ra_{i-1}}{Ra_i} \quad (1.20)$$

$$\varepsilon_{d_i} = \frac{Td_{i-1}}{Td_i} \quad (1.19)$$

де Td_{i-1} , Td_i – допуск геометричного розміру попереднього та даного переходу;

Ra_{i-1} , Ra_i – шорсткість попереднього та даного переходу.

$$\begin{aligned} \varepsilon_{d_3} &= \frac{3.6}{0.81} = 4.44 & \varepsilon_{Ra_3} &= \frac{25}{12.5} = 2 \\ \varepsilon_{d_4} &= \frac{0.81}{0.32} = 2.53 & \varepsilon_{Ra_4} &= \frac{12.5}{6.3} \approx 2 \\ \varepsilon_{d_5} &= \frac{0.32}{0.21} = 1.52 & \varepsilon_{Ra_5} &= \frac{6.3}{3.2} \approx 2 \end{aligned}$$

Проводимо перевірку результатів розрахунків за формулами (1.21) та (1.22) для обох показників:

$$\varepsilon_{oRa} = \prod_{i=1}^k \Sigma \varepsilon_i \geq \varepsilon_o \quad (1.22)$$

$$\varepsilon_{oTd} = \prod_{i=1}^k \Sigma \varepsilon_i \geq \varepsilon_o \quad (1.21)$$

$$\varepsilon_{oTd} = 4.44 \cdot 2.53 \cdot 1.52 = 17.14 \geq 17.1$$

$$\varepsilon_{oRa} = 2 \cdot 2 \cdot 2 = 8 \geq 7.81$$

II. Поверхня 55 – циліндрична внутрішня.

Вихідні данні:

1) параметри деталі: розмір – $\varnothing 223.5H8^{(+0.072)}$; Ra 1.6 мкм; $Td = 0.072$ мм;

2) параметри заготовки: Ra 25 мкм; IT17; $Td = 3.2$ мм.

Загальне уточнення визначаємо за формулами (1.15) та (1.16):

$$\varepsilon_{d_i} = \frac{3.2}{0.072} = 44.44$$

$$\varepsilon_{Ra_i} = \frac{25}{0.072} = 15.63$$

Коефіцієнт буде розраховуватися за формулою (1.17):

$$k = 2 \cdot \lg(44.44) = 3.3$$

Превалюючий коефіцієнт приймаємо: $k = 4$.

Визначаємо різність показників та розділяємо її по формулі (1.18):

$$\Delta_{KB} = 17 - 8 = 9 \quad (4 + 3 + 1 + 1)$$

Уточнюємо ППТЯ:

1) квалітет: IT17 → H13 → H10 → H9 → H8;

2) шорсткість: Ra25 → Ra12.5 → Ra6.3 → Ra3.2 → Ra1.6.

Складаємо МОП:

1. Заготовка – IT17, Td=3.2 мм, Ra 25 мкм;

2. Термічна обробка

3. Розточування чорнове – H13, Td=0.72 мм, Ra 12.5 мкм;

4. Розточування напівчистове – H9, Td=0.185 мм, Ra 6.3 мкм;

5. Розточування чистове – H8, Td=0.115 мм, Ra 3.2 мкм;

6. Шліфування – H7, Td=0.072 мм, Ra 1.6 мкм;

Проводимо розрахунок проміжних уточнюючих коефіцієнтів за формулами (1.19) та (1.20):

$$\varepsilon_{d_3} = \frac{3.2}{0.72} = 4.44$$

$$\varepsilon_{Ra_3} = \frac{25}{12.5} = 2$$

$$\varepsilon_{d_4} = \frac{0.72}{0.185} = 3.89$$

$$\varepsilon_{Ra_4} = \frac{12.5}{6.3} \approx 2$$

$$\varepsilon_{d_5} = \frac{0.185}{0.115} = 1.61$$

$$\varepsilon_{Ra_5} = \frac{6.3}{3.2} \approx 2$$

1.4.3 Маршрут виготовлення деталі

Маршрут виготовлення деталі (МВД) – це укрупнений план обробки заготовки [8]. Метою цього етапу є призначення загального плану обробки деталей, побудова технологічного маршруту та попередній вибір обладнання. В подальшому, в разі зміни типу виробництва деталі, програм виготовлення деталей та іншого, цей маршрут може змінюватись.

МВД для деталі «Кільце внутрішнє» наведено на рисунку 1.10.

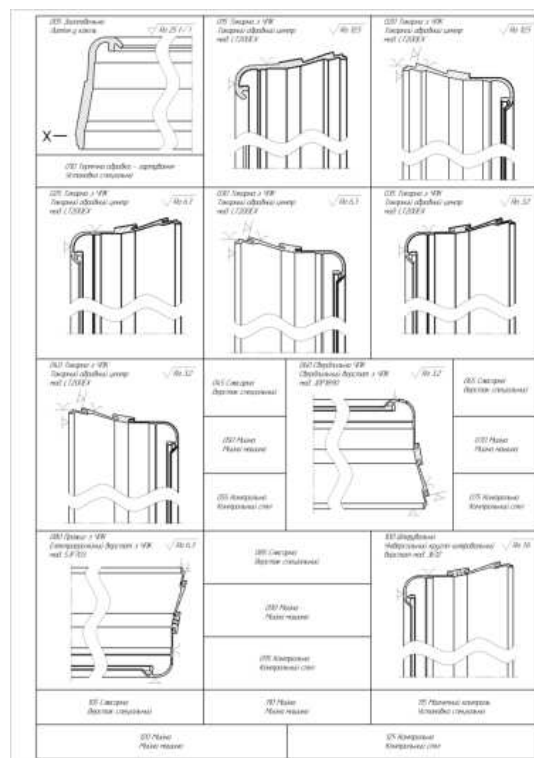


Рисунок 1.10 – Ескіз маршруту виготовлення деталі

1.5 Розрахунок припусків і технологічних розмірів

Припуски та технологічні розміри необхідно розраховувати для подальшого розбиття знімаемого шару матеріалу під час проектування операцій у

ТП.

Для деталі «Кільце внутрішнє» проведемо розрахунок припусків для трьох поверхонь. Так припуски на одну поверхню розрахуємо розрахунково-аналітичним методом, для двох інших табличним методом.

- Поверхня 8 – циліндрична зовнішня $\varnothing 259.6h10_{(-0.21)}$.

Мінімальні припуски визначаємо за формулою (1.23):

$$2Z_i^{min} = 2 \left[(Rz_{i-1} + h_{i-1}) + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + \varepsilon_i^2} \right], \text{ мкм} \quad (1.23)$$

де Rz, h, ε – параметри якості поверхні та похибка на встановлення згідно з [9, с.182, т.7], [4, с.185, т.10];

$$Rz_1 = 200 \text{ мкм}$$

$$h_1 = 100 \text{ мкм}$$

$$\varepsilon_1 = 0 \text{ мкм}$$

$$Rz_3 = 50 \text{ мкм}$$

$$h_3 = 50 \text{ мкм}$$

$$\varepsilon_3 = 100$$

$$Rz_4 = 20 \text{ мкм}$$

$$h_4 = 20 \text{ мкм}$$

$$\varepsilon_4 = 80$$

$$Rz_5 = 5 \text{ мкм}$$

$$h_5 = 5 \text{ мкм}$$

$$\varepsilon_5 = 50$$

ρ – просторове відхилення заготовки, яке визначається за формулою (1.24):

$$\rho_1 = \sqrt{\rho_{зм}^2 + \rho_{кор}^2}, \text{ мм} \quad (1.24)$$

де $\rho_{зм}$ – зміщення поверхні, визначається згідно з [4, с.183, т.8], $\rho_{зм} = 1 \text{ мм}$;

$\rho_{кор}$ – короблення поверхні, яке розраховується за формулою (1.25):

$$\rho_{кор} = \Delta_{кор} \cdot l, \text{ мм} \quad (1.25)$$

де $\Delta_{кор}$ – відхилення короблення, визначається згідно з [4, с.183, т.8],

$$\Delta_{кор} = 0,3 \text{ мкм};$$

l – довжина поверхні, $l = 24 \text{ мм}$.

$$\rho_{кор} = 0.3 \cdot 24 \cdot 10^{-3} = 0.0072 \text{ мм}$$

Проводимо розрахунок просторового відхилення заготовки за формулою

(1.24):

$$\rho_1 = \sqrt{1^2 + 0.0072^2} = 1.0072 \text{ мм} \approx 1000 \text{ мкм}$$

За формулою (1.26) визначаємо просторові відхилення для останніх механічних переходів:

$$\rho_i = K_y \cdot \rho_{i-1}, \text{ мкм} \quad (1.26)$$

де K_y - коефіцієнт уточнення, визначається згідно з [9, с.190, т.29];

ρ_{i-1} - просторове відхилення попереднього переходу, мкм.

$$\rho_3 = 0.06 \cdot 1000 = 60 \text{ мкм}$$

$$\rho_4 = 0.05 \cdot 60 = 3 \text{ мкм}$$

$$\rho_5 = 0.04 \cdot 3 = 0.12 \approx 0 \text{ мкм}$$

Для визначення розмірів на переходах та заготовки необхідно визначити мінімальні, максимальні на номінальні припуски.

Мінімальні припуски розраховуємо за формулою (1.23):

$$2Z_3^{min} = 2 \left[(200 + 100) + \sqrt{1000^2 + 100^2} \right] = 2610 \text{ мкм}$$

$$2Z_4^{min} = 2 \left[(50 + 50) + \sqrt{60^2 + 80^2} \right] = 400 \text{ мкм}$$

$$2Z_5^{min} = 2 \left[(20 + 20) + \sqrt{3^2 + 50^2} \right] = 180 \text{ мкм}$$

Максимальні припуски визначаємо за формулою (1.27):

$$2Z_i^{max} = Td_{i-1} + 2Z_i^{min} + Td_i, \text{ мм} \quad (1.27)$$

$$2Z_3^{max} = 3.6 + 2.61 + 0.81 = 7.02 \text{ мм}$$

$$2Z_4^{max} = 0.81 + 0.4 + 0.32 = 1.53 \text{ мм}$$

$$2Z_5^{max} = 0.32 + 0.18 + 0.21 = 0.71 \text{ мм}$$

Номінальні припуски розраховуємо за формулою (1.28):

$$2Z_i^H = 2Z_i^{min} + Td_{i-1}, \text{ мм} \quad (1.28)$$

$$2Z_3^H = 2.61 + 1.8 = 4.21 \text{ мм}$$

$$2Z_4^H = 0.4 + 0.81 = 1.21 \text{ мм}$$

$$2Z_5^H = 0.18 + 0.32 = 0.5 \text{ мм}$$

Проводимо розрахунок номінального розміру згідно переходів за формулою (1.29):

$$d_i^H = d_{i+1} \pm 2Z_i^H, \text{ мм} \quad (1.29)$$

$$d_5^H = 259.6 \text{ мм}$$

$$d_4^H = 259.6 + 0.5 = 260.1 \text{ мм}$$

$$d_3^H = 260.06 + 1.21 = 261.31 \text{ мм}$$

$$d_1^H = 261.15 + 4.21 = 265.52 \text{ мм}$$

Для проведення перевірки необхідно провести розрахунок загального номінального припуску за формулою (1.30):

$$2Z_0^H = \sum_{i=2}^k 2Z_i^H, \text{ мм} \quad (1.30)$$

$$2Z_0^H = 4.21 + 1.21 + 0.5 = 5.29 \text{ мм}$$

Тепер можливо провести перевірку за рівнянням (1.31):

$$2Z_0 = D_{заг}^H - d_{дет}^H \quad (1.31)$$

$$5.29 = 265.52 - 259.6$$

$$5.29 \text{ мм} = 5.29 \text{ мм}$$

Результати розрахунків заносимо до таблиці 1.10 та показані на рисунку 1.11.

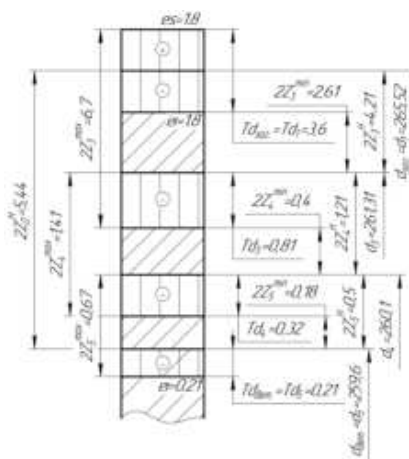


Рисунок 1.11 – Розрахункова схема для поверхні 8

Таблиця 1.10 – Припуски та технологічні розміри

№ п р	МОП	Відхилення		Елементи припуску				Граничні значення припуск а мм		Номінальні значення припуску та розміри, мм		Виконавчий технологічний розмір, мм
i		Es(es)	Ei(ei)	Rz	h	ρ	ε	2Z ^{max}	2Z ^{min}	2Z ^H	2d ^H	
Поверхня 8 – циліндрична зовнішня. Параметри деталі: Ø259.6h10 _(-0.21) ; Ra3.2мкм; Td=0.21мм. Параметри заготовки: Ra 12.5 мкм; IT17; Td = 3.6 мм.												
1	Заготовка	+1.8	-1.8	200	100	1000	0	-	-	-	265.52	Ø265.5 ± 1.8
2	Т/О	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	—
3	Точіння чорнове	-	-0.81	50	50	60	100	7.02	2.61	4.21	261.31	Ø261.3 _{-0.81}
4	Точіння напівчистове	-	-0.32	20	20	3	80	1.53	0.4	1.21	260.1	Ø260.1 _{-0.32}
5	Точіння чистове	-	-0.21	5	5	0	50	0.71	0.18	0.5	259.6	Ø259.6 _{-0.21}

- Поверхня 55 - циліндрична внутрішня $\varnothing 223,5\text{H}8^{(+0,072)}$.

Мінімальні припуски визначаємо за формулою (1.32):

$$2Z_i^{min} = \gamma_i \cdot 2Z_o^{min}, \text{ мм} \quad (1.32)$$

де γ_i – коефіцієнт співвідношення;

$2Z_o^{min}$ – загальний припуск, згідно з [4, с.12, т.1.3], $2Z_o^{min} = 1.25 \text{ мм}$.

$$2Z_3^{min} = 0.7 \cdot 2 \cdot 1.25 = 1.75 \text{ мм}$$

$$2Z_4^{min} = 0.2 \cdot 2 \cdot 1.25 = 0.5 \text{ мм}$$

$$2Z_5^{min} = 0.08 \cdot 2 \cdot 1.25 = 0.2 \text{ мм}$$

$$2Z_6^{min} = 0.02 \cdot 2 \cdot 1.25 = 0.05 \text{ мм}$$

Максимальні припуски визначаємо за формулою (1.27):

$$2Z_3^{max} = 3.2 + 1.75 + 0.72 = 4.95 \text{ мм}$$

$$2Z_4^{max} = 0.72 + 0.5 + 0.185 = 1.405 \text{ мм}$$

$$2Z_5^{max} = 0.185 + 0.2 + 0.115 = 0.5 \text{ мм}$$

$$2Z_6^{max} = 0.115 + 0.05 + 0.072 = 0.237 \text{ мм}$$

Номінальні припуски розраховуємо за формулою (1.28):

$$2Z_3^H = 1.75 + 1.6 = 3.35 \text{ мм}$$

$$2Z_4^H = 0.5 + 0.72 = 1.22 \text{ мм}$$

$$2Z_5^H = 0.2 + 0.185 = 0.385 \text{ мм}$$

$$2Z_6^H = 0.05 + 0.115 = 0.165 \text{ мм}$$

Розраховуємо номінальні розміру за формулою (1.29):

$$d_6^H = 223.5 \text{ мм}$$

$$d_5^H = 223.5 - 0.165 = 223.335 \text{ мм}$$

$$d_4^H = 223.335 - 0.385 = 222.95 \text{ мм}$$

$$d_3^H = 222.95 - 1.22 = 221.73 \text{ мм}$$

$$d_1^H = 221.73 - 3.35 = 218.38 \text{ мм}$$

Для проведення перевірки необхідно провести розрахунок загального номінального припуску за формулою (1.30):

$$2Z_0^H = 3.35 + 1.22 + 0.385 + 0.165 = 5.12 \text{ мм}$$

За рівнянням (1.33) проведемо перевірку проведених розрахунків:

$$2Z_0 = D_{\text{дет}}^H - d_{\text{заг}}^H \quad (1.33)$$

$$5.12 = 223.5 - 218.38$$

$$5.12 \text{ мм} = 5.12 \text{ мм}$$

Результаті розрахунків заносимо до таблиці 1.11 та показані на рисунку 1.12.

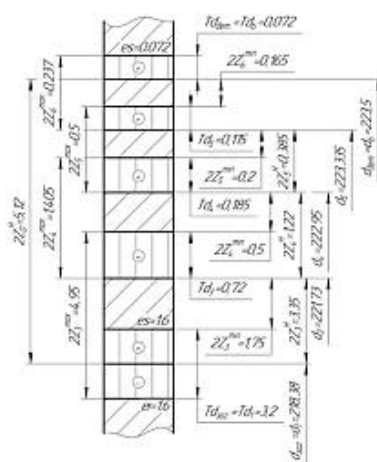


Рисунок 1.12 – Розрахункова схема для поверхні 55

- Поверхня 2 - циліндрична зовнішня $\varnothing 274.8h8_{(-0.081)}$.

Мінімальні припуски визначаємо за формулою (1.32):

$$2Z_3^{min} = 0.7 \cdot 2 \cdot 1.25 = 1.75 \text{ мм}$$

$$2Z_4^{min} = 0.2 \cdot 2 \cdot 1.25 = 0.5 \text{ мм}$$

$$2Z_5^{min} = 0.08 \cdot 2 \cdot 1.25 = 0.2 \text{ мм}$$

$$2Z_6^{min} = 0.02 \cdot 2 \cdot 1.25 = 0.05 \text{ мм}$$

Максимальні припуски визначаємо за формулою (1.27):

$$2Z_3^{max} = 3.6 + 1.75 + 0.82 = 5.35 \text{ мм}$$

$$2Z_4^{max} = 0.82 + 0.5 + 0.21 = 1.53 \text{ мм}$$

$$2Z_5^{max} = 0.21 + 0.2 + 0.13 = 0.54 \text{ мм}$$

$$2Z_6^{max} = 0.13 + 0.05 + 0.081 = 0.261 \text{ мм}$$

Номінальні припуски розраховуємо за формулою (1.28):

$$2Z_3^H = 1.75 + 1.6 = 3.35 \text{ мм}$$

$$2Z_4^H = 0.5 + 0.82 = 1.32 \text{ мм}$$

$$2Z_5^H = 0.2 + 0.21 = 0.41 \text{ мм}$$

$$2Z_6^H = 0.05 + 0.13 = 0.18 \text{ мм}$$

Проводимо розрахунок номінального розміру згідно переходів за формулою (1.29):

$$d_6^H = 274.8 \text{ мм}$$

$$d_5^H = 274.8 + 0.18 = 274.98 \text{ мм}$$

$$d_4^H = 274.98 + 0.41 = 275.39 \text{ мм}$$

$$d_3^H = 275.39 + 1.32 = 276.71 \text{ мм}$$

$$d_1^H = 276.71 + 3.35 = 280.06 \text{ мм}$$

Для проведення перевірки необхідно провести розрахунок загального

номінального припуску за формулою (1.30):

$$2Z_0^H = 3.35 + 1.32 + 0.41 + 0.18 = 5.26 \text{ мм}$$

Тепер можливо провести перевірку за рівнянням (1.31):

$$5.26 = 280.06 - 274.8$$

$$5.26 \text{ мм} = 5.26 \text{ мм}$$

Отже, розрахунки проведені вірно. Результати розрахунків заносимо до таблиці 1.11 та показані на рисунку 1.13.

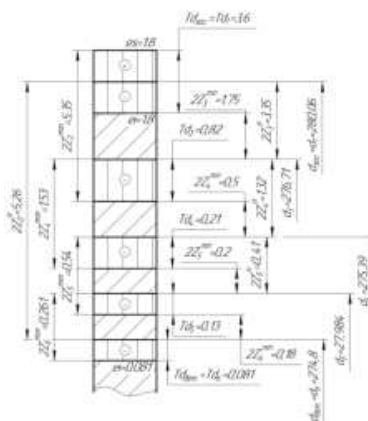


Рисунок 1.13 – Розрахункова схема для поверхні 2

Таблиця 1.11 – Припуски та технологічні розміри

№ п р і	МОП	Відхилення		Граничні значення припуску, мм		Номінальні значення припуску та розміри, мм		Виконавчий технологічний розмір, мм
		Es(es)	Ei(ei)	$2Z^{\max}$	$2Z^{\min}$	$2Z^H$	$2d^H$	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Поверхня 55 – циліндрична внутрішня. Параметри деталі: $\varnothing 223,5H8^{(+0,072)}$; Ra 1.6 мкм. Параметри заготовки: Ra 25 мкм; IT17; Td = 3.2 мм.								
1	Заготовка	+1.6	-1.6	-	-	-	218.38	$\varnothing 218.4 \pm 1.6$
2	Т/О	-	-	-	-	-	-	-
3	Розточування чорнове	+0.72	-	4.95	1.75	3.35	221.73	$\varnothing 221.7^{+0,72}$
4	Розточування напівчистове	+0.185	-	1.405	0.5	1.22	222.95	$\varnothing 223^{+0,72}$

Продовження таблиці 1.11

1	2	3	4	5	6	7	8	9
5	Розточування чистове	+0.115	-	0.5	0.2	0.385	223.335	$\varnothing 223.3^{+0.72}$
6	Шліфування	+0.072	-	0.237	0.05	0.165	223.5	$\varnothing 223.5^{+0.72}$
1	Заготовка	+1.8	-1.8	-	-	-	280.1	$\varnothing 280.1 \pm 1.8$
2	Т/О	-	-	-	-	-	-	-
3	Точіння чорнове	-	-0.82	5.35	1.75	3.35	276.71	$\varnothing 276.7_{-0.82}$
4	Точіння напівчистове	-	-0.21	1.53	0.5	1.32	275.39	$\varnothing 275.4_{-0.21}$
5	Точіння чистове	-	-0.13	0.54	0.2	0.41	274.98	$\varnothing 275_{-0.13}$
6	Шліфування	-	-0.81	0.261	0.05	0.18	274.8	$\varnothing 274.8h8(-0.081)$

1.6 Розрахунок режимів різання

I. Операція 015 – токарна з ЧПК

Виконання операції проводиться за чотирма переходами, такими як:

- перехід 1 – точити поверхні 7, 6, 5, 4, 3, 11, 31, 25, 26, 27, 28;
- перехід 2 – розточувати поверхні 1, 8, 9, 10, 21, 20, 19, 18, 24, 30, 29;
- перехід 3 – розточувати поверхні 22, 23, 2, 12;
- перехід 4 – розточувати поверхні 12, 13, 14, 15, 16, 17.

На рисунку 1.14 показано ескіз до операції. Розрахунок режимів різання записуємо за першим переходом, а інші заносимо до таблиці 1.12.

1) Розрахунок режимів різання на перехід 1.

Інструмент: різець прохідний, 40x25, L = 200 мм, R = 1.5 мм, згідно ГОСТ 18868-73 [10].

Визначаємо глибину різання за формулами (1.34) і (1.35):

$$t = H - h, \text{ мм} \quad (1.35)$$

$$t = \frac{D - d}{2}, \text{ мм} \quad (1.34)$$

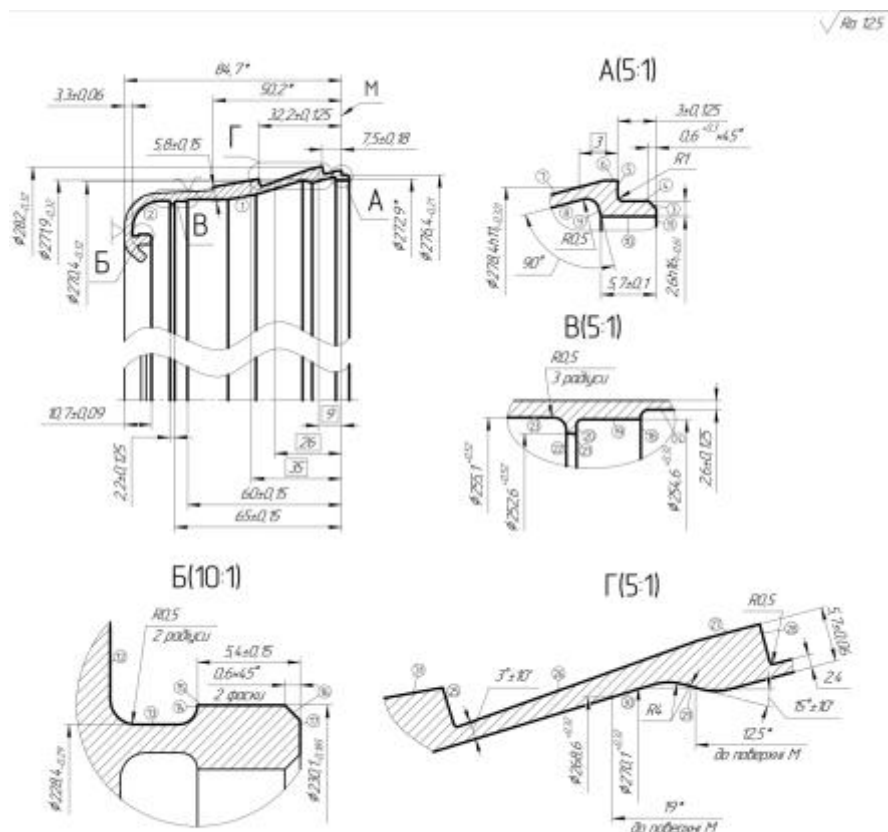


Рисунок 1.14 – Ескіз токарної операції 015

$$t_4 = \frac{280.1 - 276.4}{2} = 1.85 \text{ мм}$$

$$t_7 = \frac{280.5 - 278.4}{2} = 1.05 \text{ мм}$$

$$t_{31} = 50.5 - 50.2 = 0.15 \text{ мм}$$

Розрахунок за даним переходом проводимо для більшої глибини різання.

Визначаємо подачу згідно [11.с.267,т.12]: $S_T = 0.25 \dots 0.6 \text{ мм/об}$

Приймаємо згідно параметрів верстата подачу: $S_0 = 0.2 \text{ мм/об}$.

Розрахована швидкість розраховується за формулою (1.36):

$$V_p = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot S_y} \cdot K_v, \text{ м/хв} \quad (1.36)$$

де C_v – коефіцієнт швидкості різання, згідно [11.с.269,т.17], $C_v = 420$;

x, y, m – ступені швидкості, [11,с.269,т.17]:

$$x = 0.15; \quad y = 0.2; \quad m = 0.2;$$

T – стійкість інструменту, $T = 30$ хв;

K_v – коефіцієнт швидкості різання, розраховується за формулою (1.37):

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{nv} \cdot K_{iv} \quad (1.37)$$

де K_{mv} – коефіцієнт залежності від оброблюваного матеріалу, згідно [11,с.262,т.2], $K_{mv} = 0.65$;

K_{iv} – коефіцієнт залежності від стійкості та марки матеріалу інструменту, згідно [11,с.263,т.6], $K_{iv} = 1$;

K_{nv} – коефіцієнт залежності від якості поверхні заготовки, згідно [11,с.263,т.5], $K_{nv} = 0.8$.

$$K_v = 0.65 \cdot 1 \cdot 0.8 = 0.55$$

Проводимо розрахунок розрахункової швидкості різання за формулою (1.36):

$$V_p = \frac{420}{30^{0.2} \cdot 1.85^{0.15} \cdot 0.2^{0.2}} \cdot 0.55 = 147.73 \text{ м/хв}$$

Частоту обертання визначаємо за формулою (1.38):

$$n = \frac{1000 \cdot V_p}{\pi \cdot D}, \text{ хв}^{-1} \quad (1.38)$$

$$n = \frac{1000 \cdot 147.73}{3.14 \cdot 280.1} = 167.97 \text{ хв}^{-1}$$

Приймаємо за параметрами верстата: $n = 160 \text{ хв}^{-1}$.

Розраховуємо фактичну швидкість різання за формулою (1.39):

$$V_{\phi} = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000}, \text{ м/хв} \quad (1.39)$$

$$V_{\phi} = \frac{3.14 \cdot 280.1 \cdot 160}{1000} = 140.7 \text{ м/хв}$$

Розраховуємо основний час на обробку за формулою (1.40):

$$T_o = \frac{L_{\text{р.х.}}}{S_o \cdot n} \cdot i, \text{ хв} \quad (1.40)$$

де i – кількість переходів, $i = 2$;

$L_{\text{р.х.}}$ – довжина робочого ходу розраховується за формулою (1.41):

$$L_{\text{р.х.}} = l_{\text{рез}} + l_{\text{вр}} + l_{\text{пр}}, \text{ мм} \quad (1.41)$$

де $l_{\text{рез}}$ – довжина різання, мм;

$l_{\text{вр}}$ – довжина врізання, $l_{\text{вр}} = 2 \dots 3 \text{ мм}$;

$l_{\text{пр}}$ – довжина перебігу, $l_{\text{пр}} = 2 \dots 3 \text{ мм}$.

$$L_{\text{р.х.}} = 50.2 + 2 + 2 = 54.2 \text{ мм}$$

Розраховуємо основний час на обробку за формулою (1.40):

$$T_o = \frac{54.2}{0.2 \cdot 160} \cdot 2 = 3.4 \text{ хв}$$

2) Розрахунок режимів різання на перехід 2.

Інструмент: різець розточний, $L = 170 \text{ мм}$, 16×12 , $R = 1 \text{ мм}$, ГОСТ 18882-73 [12].

Розраховуємо глибину різання за формулами (1.34) і (1.35):

$$t_{19} = \frac{254.6 - 253.7}{2} = 0.45 \text{ мм}$$

$$t_7 = \frac{252.6 - 251.5}{2} = 0.55 \text{ мм}$$

$$t_{10} = 3.7 - 2.6 = 1.1 \text{ мм}$$

Розрахунок за даним переходом проводимо для більшої глибини різання.

Визначаємо подачу згідно [11.с.267,т.12]: $S_T = 0.2 \dots 0.5 \text{ мм/об}$

Приймаємо подачу: $S_o = 0.2 \text{ мм/об}$.

Проводимо розрахунок швидкості різання за формулою (1.36):

$$V_p = \frac{420}{30^{0.2} \cdot 1.1^{0.15} \cdot 0.2^{0.2}} \cdot 0.55 = 159.04 \text{ м/хв}$$

Частоту обертання визначаємо за формулою (1.38):

$$n = \frac{1000 \cdot 159.04}{3.14 \cdot 254.6} = 199.78 \text{ хв}^{-1}$$

Приймаємо частоту обертання: $n = 200 \text{ хв}^{-1}$.

Розраховуємо фактичну швидкість різання за формулою (1.39):

$$V_\phi = \frac{3.14 \cdot 254.6 \cdot 200}{1000} = 160 \text{ м/хв}$$

Довжина робочого ходу розраховується за формулою (1.41):

$$L_{p.x.} = 65 + 2 + 2 = 69 \text{ мм}$$

Розраховуємо основний час за формулою (1.40):

$$T_o = \frac{69}{0.2 \cdot 200} \cdot 2 = 3.45 \text{ хв}$$

3) Розрахунок режимів різання на перехід 3.

Інструмент: різець спеціальний, $L = 200$ мм, 40×25 , $R = 1$ мм.

Визначення глибини різання проводимо за формулами (1.34) і (1.35):

$$t_{23} = \frac{255.1 - 251.1}{2} = 2 \text{ мм}$$

$$t_2 = 10.9 - 9 = 1.9 \text{ мм}$$

$$t_{22} = 11.1 - 10.7 = 0.4 \text{ мм}$$

$$t_{12} = 3.6 - 3.3 = 0.3 \text{ мм}$$

Розрахунок за даним переходом проводимо для більшої глибини різання.

Визначаємо подачу згідно [11.с.267,т.12]: $S_T = 0.2 \dots 0.6$ мм/об

Приймаємо подачу: $S_o = 0.2$ мм/об.

Розраховуємо фактичну швидкість різання за формулою (1.39):

$$V_p = \frac{420}{30^{0.2} \cdot 2^{0.15} \cdot 0.2^{0.2}} \cdot 0.55 = 146.02 \text{ м/хв}$$

Частоту обертання визначаємо за формулою (1.38):

$$n = \frac{1000 \cdot 146.02}{3.14 \cdot 255.1} = 182.29 \text{ хв}^{-1}$$

Приймаємо частоту обертання: $n = 180 \text{ хв}^{-1}$.

Розраховуємо фактичну швидкість різання за формулою (1.39):

$$V_\phi = \frac{3.14 \cdot 255.1 \cdot 180}{1000} = 144 \text{ м/хв}$$

Довжина робочого ходу розраховується за формулою (1.41):

$$L_{p.x.} = 15 + 2 + 2 = 19 \text{ мм}$$

Розраховуємо основний час за формулою (1.40):

$$T_o = \frac{19}{0.2 \cdot 180} \cdot 3 = 1.6 \text{ хв}$$

4) Розрахунок режимів різання на перехід 4.

Інструмент: різець канавочний, L = 170 мм, 16x12, R = 1 мм, ГОСТ 18874-73 [13].

Розрахунок глибини різання проводимо за формулами (1.34) і (1.35):

$$t_{15} = \frac{231 - 230.1}{2} = 0.45 \text{ мм}$$

$$t_{13} = \frac{231 - 228.4}{2} = 1.3 \text{ мм}$$

$$t_{12} = 3.6 - 3.3 = 0.3 \text{ мм}$$

Розрахунок за даним переходом проводимо для більшої глибини різання.

Визначаємо подачу згідно [11, с.267, т.12]: $S_T = 0.2 \dots 0.5 \text{ мм/об}$

Приймаємо подачу: $S_o = 0.2 \text{ мм/об}$.

Розраховуємо розрахункову швидкість різання за формулою (1.36):

$$V_p = \frac{420}{30^{0.2} \cdot 1.3^{0.15} \cdot 0.2^{0.2}} \cdot 0.55 = 182.63 \text{ м/хв}$$

Частоту обертання визначаємо за формулою (1.38):

$$n = \frac{1000 \cdot 182.63}{3.14 \cdot 231} = 251.79 \text{ хв}^{-1}$$

Приймаємо частоту обертання: $n = 250 \text{ хв}^{-1}$.

Розраховуємо фактичну швидкість різання за формулою (1.39):

$$V_{\phi} = \frac{3.14 \cdot 231 \cdot 250}{1000} = 180 \text{ м/хв}$$

Довжина робочого ходу розраховується за формулою (1.41):

$$L_{\text{р.х.}} = 7.4 + 2 + 2 = 11.4 \text{ мм}$$

Розраховуємо основний час за формулою (1.40):

$$T_o = \frac{11.4}{0.2 \cdot 250} \cdot 2 = 0.5 \text{ хв}$$

Загальний основний час по операції розраховуємо за формулою (1.42):

$$T_o = T_1 + T_2 + \dots + T_n, \text{ хв} \quad (1.42)$$

$$T_o = 0.5 + 1.6 + 3.5 + 3.4 = 9 \text{ хв}$$

II. Операція 020 – токарна з ЧПК

Виконання операції проводиться за двома переходами, такими як:

- перехід 1 – точити поверхні 1, 2, 3, 4, 5, 6;
- перехід 2 – розточувати поверхні 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13.

На рисунку 1.15 показано ескіз до операції. Розрахунок режимів різання записуємо за першим переходом, а інші заносимо до таблиці 1.12.

1) Розрахунок режимів різання на перехід 1.

Інструмент: різець прохідний, $L = 200 \text{ мм}$, $R = 1.5 \text{ мм}$, 40х25, згідно ГОСТ 18868-73 [10].

Розраховуємо фактичну швидкість різання за формулою (1.39):

$$V_{\phi} = \frac{3.14 \cdot 265.5 \cdot 170}{1000} = 140 \text{ м/хв}$$

Довжина робочого ходу розраховується за формулою (1.41):

$$L_{p.x.} = 91.4 + 2 + 2 = 95.4 \text{ мм}$$

Розраховуємо основний час за формулою (1.40):

$$T_o = \frac{95.4}{0.2 \cdot 170} \cdot 2 = 5.6 \text{ хв}$$

2) Розрахунок режимів різання на перехід 2.

Інструмент: різець канавочний, $L = 170 \text{ мм}$, 16×12 , $R = 1 \text{ мм}$, згідно ГОСТ 18874-73 [13].

Визначення глибини різання проводимо за формулами (1.34) та (1.35):

$$t_{11} = \frac{221.7 - 218.4}{2} = 1.65 \text{ мм}$$

$$t_8 = 3.6 - 2.5 = 1.1 \text{ мм}$$

$$t_{10} = 10 - 2.5 = 7.5 \text{ мм}$$

$$t_9 = 7 - 5.7 = 1.3 \text{ мм}$$

Подальший розрахунок ведемо для більшої глибини різання.

Визначаємо подачу згідно [11, с.267, т.12]: $S_T = 0.2 \dots 0.5 \text{ мм/об}$

Приймаємо подачу: $S_o = 0.2 \text{ мм/об}$.

Розраховуємо розрахункову швидкість різання за формулою (1.36):

$$V_p = \frac{420}{30^{0.2} \cdot 7.5 \cdot 0.2^{0.2}} \cdot 0.55 = 119.74 \text{ м/хв}$$

Частоту обертання визначаємо за формулою (1.38):

$$n = \frac{1000 \cdot 119.74}{3.14 \cdot 221.7} = 172.03 \text{ хв}^{-1}$$

Приймаємо частоту обертання: $n = 170 \text{ хв}^{-1}$.

Розраховуємо фактичну швидкість різання за формулою (1.39):

$$V_\phi = \frac{3.14 \cdot 221.7 \cdot 170}{1000} = 118 \text{ м/хв}$$

Довжина робочого ходу розраховується за формулою (1.41):

$$L_{p.x.} = 24.3 + 2 + 0 = 26.3 \text{ мм}$$

Розраховуємо основний час на обробку за формулою (1.40):

$$T_o = \frac{26.3}{0.2 \cdot 170} \cdot 2 = 1.6 \text{ хв}$$

Загальний основний час по операції розраховуємо за формулою (1.42):

$$T_o = 5.6 + 1.6 = 7.2 \text{ хв}$$

III. Операція 040 – токарна з ЧПК

Виконання операції проводиться за трьома переходами, такими як:

- перехід 1 – точити поверхні 2, 3, 4, 7, 8, 9;
- перехід 2 – точити поверхні 1, 5, 6;

- перехід 3 – розточувати поверхні 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16.

На рисунку 1.16 показано ескіз до операції. Розрахунок режимів різання записуємо за першим переходом, а інші заносимо до таблиці 1.12.

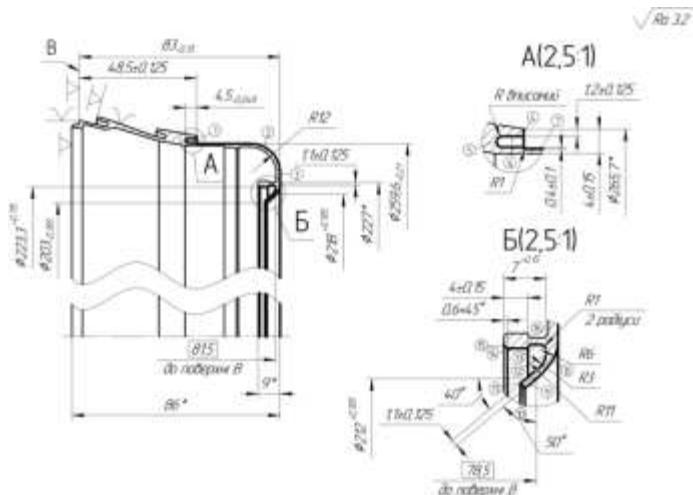


Рисунок 1.16 – Ескіз токарної операції 040

1) Розрахунок режимів різання на перехід 1.

Інструмент: різець прохідний, L = 200 мм, 40x25, R = 0.5 мм, згідно ГОСТ 18868-73 [10].

Визначення глибини різання проводимо за формулами (1.34) та (1.35):

$$t_7 = \frac{260.1 - 259.6}{2} = 0.25 \text{ мм}$$

$$t_9 = \frac{203.4 - 203}{2} = 0.2 \text{ мм}$$

Подальший розрахунок ведемо для більшої глибини різання.

Визначаємо подачу згідно [11, с.267, т.12]: $S_T = 0.2 \dots 0.6 \text{ мм/об}$

Приймаємо подачу: $S_o = 0.2 \text{ мм/об}$.

Розраховуємо розрахункову швидкість різання за формулою (1.36):

$$V_p = \frac{420}{30^{0.2} \cdot 0.25^{0.15} \cdot 0.2^{0.2}} \cdot 0.55 = 199.47 \text{ м/хв}$$

Частоту обертання визначаємо за формулою (1.38):

$$n = \frac{1000 \cdot 199.47}{3.14 \cdot 260.1} = 244.23 \text{ хв}^{-1}$$

Приймаємо частоту обертання: $n = 245 \text{ хв}^{-1}$.

Розраховуємо фактичну швидкість різання за формулою (1.39):

$$V_{\phi} = \frac{3.14 \cdot 260.1 \cdot 245}{1000} = 200 \text{ м/хв}$$

Довжина робочого ходу розраховується за формулою (1.41):

$$L_{p.x.} = 91.4 + 2 + 2 = 95.4 \text{ мм}$$

Розраховуємо основний час за формулою (1.40):

$$T_o = \frac{95.4}{0.2 \cdot 245} \cdot 1 = 1.95 \text{ хв}$$

2) Розрахунок режимів різання на перехід 2.

Інструмент: різець канавочний, $L = 170 \text{ мм}$, 16×12 , $R = 2 \text{ мм}$, $a = 2 \text{ мм}$, ГОСТ 18874-73 [13].

Розрахунок глибини різання проводимо за формулами (1.34) та (1.35):

$$t_6 = 1.4 - 1.2 = 0.2 \text{ мм}$$

$$t_5 = 4.6 - 4.42 = 0.18 \text{ мм}$$

Подальший розрахунок ведемо для більшої глибини різання.

Визначаємо подачу згідно [11, с.267, т.12]: $S_T = 0.2 \dots 0.5 \text{ мм/об}$

Приймаємо подачу: $S_o = 0.2 \text{ мм/об}$.

Розраховуємо розрахункову швидкість різання за формулою (1.36):

$$V_p = \frac{420}{30^{0.2} \cdot 0.2 \cdot 0.2^{0.2}} \cdot 0.55 = 206.25 \text{ м/хв}$$

Частоту обертання визначаємо за формулою (1.38):

$$n = \frac{1000 \cdot 206.25}{3.14 \cdot 265.7} = 247.22 \text{ хв}^{-1}$$

Приймаємо частоту обертання: $n = 250 \text{ хв}^{-1}$.

Розраховуємо фактичну швидкість різання за формулою (1.39):

$$V_\phi = \frac{3.14 \cdot 265.7 \cdot 250}{1000} = 208 \text{ м/хв}$$

Довжина робочого ходу розраховується за формулою (1.41):

$$L_{p.x.} = 9.2 + 2 + 2 = 13.2 \text{ мм}$$

Розраховуємо основний час на обробку за формулою (1.40):

$$T_o = \frac{13.2}{0.2 \cdot 250} \cdot 1 = 0.3 \text{ хв}$$

3) Розрахунок режимів різання на перехід 2.

Інструмент: різець розточний, $L = 170 \text{ мм}$, 16×12 , $R = 0.5 \text{ мм}$, згідно ГОСТ 18882-73 [12].

Розрахунок глибини різання проводимо за формулами (1.34) та (1.35):

$$t_{11} = \frac{223.3 - 223}{2} = 0.15 \text{ мм}$$

$$t_{10} = 1.3 - 1.1 = 0.2 \text{ мм}$$

$$t_9 = 1.3 - 1.1 = 0.2 \text{ мм}$$

Подальший розрахунок ведемо для більшої глибини різання.

Визначаємо подачу згідно [11.с.267,т.12]: $S_T = 0.2 \dots 0.5 \text{ мм/об}$

Приймаємо подачу: $S_o = 0.2 \text{ мм/об}$.

Розраховуємо розрахункову швидкість різання за формулою (1.36):

$$V_p = \frac{420}{30^{0.2} \cdot 0.2 \cdot 0.2^{0.2}} \cdot 0.55 = 206.25 \text{ м/хв}$$

Частоту обертання визначаємо за формулою (1.38):

$$n = \frac{1000 \cdot 206.25}{3.14 \cdot 223.3} = 294.16 \text{ хв}^{-1}$$

Приймаємо частоту обертання: $n = 300 \text{ хв}^{-1}$.

Розраховуємо фактичну швидкість різання за формулою (1.39):

$$V_\phi = \frac{3.14 \cdot 223.3 \cdot 300}{1000} = 210 \text{ м/хв}$$

Довжина робочого ходу розраховується за формулою (1.41):

$$L_{p.x.} = 24.3 + 2 + 0 = 28.3 \text{ мм}$$

Розраховуємо основний час за формулою (1.40):

$$T_o = \frac{28.3}{0.2 \cdot 300} \cdot 1 = 0.5 \text{ хв}$$

Загальний основний час по операції розраховуємо за формулою (1.42):

$$T_o = 0.3 + 1.95 + 0.5 = 2.75 \text{ хв}$$

IV. Операція 060 – свердлильна з ЧПК.

Виконання операції проводиться за двома переходами, такими як:

- перехід 1 – свердління отв. 1;
- перехід 2 – розгортати отв. 1.

На рисунку 1.17 показано ескіз до операції. Розрахунок режимів різання записуємо за першим переходом, а інші заносимо до таблиці 1.12.

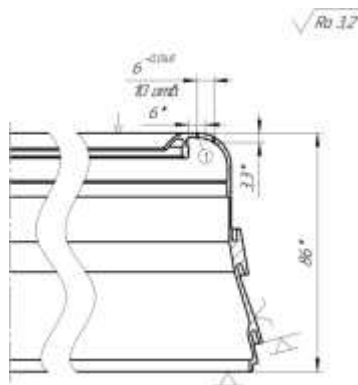


Рисунок 1.17 – Ескіз токарної операції 060

1) Розрахунок режимів різання на перехід 1.

Інструмент: свердло спіральне, $D = 5.8$, $\alpha = 12^\circ$, $\psi = 40...60^\circ$, $z = 2$, згідно ОСТ 2 И20-1-80 [14].

Розрахунок глибини свердління проводимо за формулою (1.34):

$$t = \frac{5.8}{2} = 2. \text{ мм}$$

Визначаємо подачу згідно [11.с.285,т.36]: $S_o = 0.2 \dots 0.25 \text{ мм/об}$

Приймаємо подачу: $S_o = 0.2 \text{ мм/об}$.

Розраховуємо розрахункову швидкість різання за формулою (1.43):

$$V_p = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot S^y} \cdot K_v, \text{ м/хв} \quad (1.43)$$

де D – діаметр свердла, мм;

C_v – коефіцієнт, знаходиться за [11,с.278,т.28], $C_v = 7$;

q, m, y – показники швидкості, знаходиться за [11,с.286,т.39]:

$$q = 0.4$$

$$y = 0.7$$

$$m = 0.2$$

T – період стійкості свердла, знаходиться за [11,с.279,т.30], $T = 25$ хв.

$$V_p = \frac{7 \cdot 5.8^{0.4}}{25^{0.2} \cdot 0.2^{0.7}} \cdot 0.55 = 12.65 \text{ м/хв}$$

Частоту обертання визначаємо за формулою (1.38):

$$n = \frac{1000 \cdot 12.65}{3.14 \cdot 5.8} = 694.61 \text{ хв}^{-1}$$

Приймаємо частоту обертання: $n = 700 \text{ хв}^{-1}$.

Розраховуємо фактичну швидкість різання за формулою (1.39):

$$V_\phi = \frac{3.14 \cdot 5.8 \cdot 700}{1000} = 12.7 \text{ м/хв}$$

Довжина робочого ходу розраховується за формулою (1.41):

$$L_{p.x.} = 3.3 + 3 + 3 = 9.3 \text{ мм}$$

Розраховуємо основний час за формулою (1.40):

$$T_o = \frac{9.3}{0.2 \cdot 700} \cdot 10 = 0.7 \text{ хв}$$

2) Розрахунок режимів різання на перехід 2.

Інструмент: розгортка машина цільна, $D = 6$, $z = 2$, згідно ГОСТ 1672-80 [15].

Розраховуємо глибину розгорткування за формулою (1.34):

$$t = \frac{6 - 5.8}{2} = 0.1 \text{ мм}$$

Визначаємо подачу згідно [11,с.278,т.27]: $S_0 = 0.8 \text{ мм/об}$

За формулою (1.44) розраховуємо розрахункову швидкість різання:

$$V_p = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \cdot K_v, \text{ м/хв} \quad (1.44)$$

де D – діаметр розгортки, мм;

C_v – коефіцієнт, знаходиться за [11,с.279,т.29], $C_v = 10.5$;

q, m, x, y – показники швидкості, знаходиться за [11,с.279,т.39]:

$q = 0.3$ $y = 0.65$ $x = 0.2$ $m = 0.4$

T – період стійкості розгортки, знаходиться за [11,с.280,т.30], $T = 25 \text{ хв}$.

$$V_p = \frac{10.5 \cdot 6^{0.3}}{25^{0.4} \cdot 0.1^{0.2} \cdot 0.8^{0.65}} \cdot 0.55 = 5.02 \text{ м/хв}$$

Частоту обертання визначаємо за формулою (1.38):

$$n = \frac{1000 \cdot 5.02}{3.14 \cdot 6} = 266.26 \text{ хв}^{-1}$$

Приймаємо частоту обертання: $n = 270 \text{ хв}^{-1}$.

Розраховуємо фактичну швидкість різання за формулою (1.39):

Продовження таблиці 1.13

1	2	3	4	5	6	7	8
040	Токарна з ЧПК - Обробний центр з ЧПК мод. TL200EX	Точить пов. 2-4, 7-9	0.25	245	0.2	200	1.95
		Точить пов. 1, 5, 6	0.2	250		208	0.3
		Розточувати пов. 10-16	0.2	300		210	0.5
ΣT ₀							2.75
060	Свердлильна з ЧПК - Обробний центр з ЧПК мод. JDP1890	Свердлити отв. 1	2.9	700	0.2	12.7	0.7
		Розгортати отв. 1	0.1	270		5.1	0.43
ΣT ₀							1.13

1.7 Технічне нормування операцій

I. Операція 015 – токарна з ЧПК

Визначення додаткового часу на операцію проводиться за формулою (1.45):

$$T_{\text{доп.}} = T_{\text{вст-зн}} + T_{\text{упр}} + T_{\text{х.х.}} + T_{\text{зм.ін.}} + T_{\text{контр.}}, \text{хв} \quad (1.45)$$

де $T_{\text{вст-зн}}$ – час на встановлення та зняття заготовки з верстату, визначається згідно [16,с.199,к.5.5]: $T_{\text{уст-сн}} = 0.111 \text{ хв}$;

$T_{\text{упр}}$ – час на управління верстатом, хв;

$T_{\text{х.х.}}$ – час на холостий хід інструменту, хв;

$T_{\text{зм.ін.}}$ – час потрібний для зміни інструменту, хв;

$T_{\text{контр.}}$ – час необхідний для контролю розмірі за операцією, розраховується за формулою (1.46):

$$T_{\text{контр.}} = K \cdot (L \cdot i), \text{хв} \quad (1.46)$$

де L – час на контроль заданим інструментом, визначається згідно [16,с.206-208,к.5.11-5.13];

i – кількість контрольованих розмірів;

K – коефіцієнт для розрахунку часу.

$$T_{\text{контр.}} = 1.85 \cdot 0.09 \cdot 30 = 4.995 \text{ хв}$$

Проводимо розрахунок часу на зміну інструменту за формулою (1.47):

$$T_{\text{зм.ін.}} = K \cdot i \cdot a, \text{ хв} \quad (1.47)$$

де a – час необхідний на зміну одного інструменту, хв;

i – кількість використовуваних інструментів, шт.

$$T_{\text{зм.ін.}} = 1.85 \cdot 4 \cdot 0.035 = 0.324 \text{ хв}$$

За формулою (1.48) визначаємо час затрачений на холостій хід:

$$T_{\text{х.х.}} = T_{\text{ш.в.і.}} \cdot i \cdot K + T_{\text{ш.п.і.}} \cdot k \cdot K, \text{ хв} \quad (1.48)$$

де $T_{\text{ш.в.і.}}$ – час необхідний для швидкого відводу інструменту, визначається з [16,с.202,к.5.8], хв;

$T_{\text{ш.п.і.}}$ - час необхідний для швидкого підводу інструменту, визначається з [16,с.202,к.5.8], хв;

i, k – кількість використовуваних інструментів, шт.

$$T_{\text{х.х.}} = 0.025 \cdot 4 \cdot 1.85 + 0.03 \cdot 4 \cdot 1.85 = 0.407 \text{ хв}$$

Час на управління верстатом розраховуємо за формулою (1.49):

$$T_{\text{упр}} = T_{\text{вкл-викл}} \cdot i + T_{\text{смож}} \cdot k, \text{ хв} \quad (1.49)$$

де $T_{\text{вкл-викл}}$ – час необхідний для включення та виключення верстата, визначається з [16,с.202,к.5.8], хв;

$T_{\text{смонб}}$ - час необхідний для закриття та відкриття захисного екрану, визначається з [16,с.202,к.5.8], хв;

i, k – кількість дій.

$$T_{\text{упр}} = 0.01 \cdot 1.85 \cdot 4 + 0.03 \cdot 1.85 \cdot 4 = 0.296 \text{ хв}$$

Допоміжний час визначаємо за формулою (1.45):

$$T_{\text{всп}} = 0.111 + 4.995 + 0.259 + 0.407 + 0.296 = 6.07 \text{ хв}$$

Операційний час на операцію визначається за формулою (1.50):

$$T_{\text{оп}} = T_o + T_{\text{дод}}, \text{ хв} \quad (1.50)$$

$$T_{\text{оп}} = 9 + 4.07 = 15.07 \text{ хв}$$

Додатковий час на операцію розраховуємо за формулою (1.51):

$$T_{\text{дод}} = T_{\text{оп}} \cdot \alpha_{\Sigma}, \text{ хв} \quad (1.51)$$

де α_{Σ} – відсоток додаткового часу, визначається з [16,с.214,к.6.1]: $\alpha_{\Sigma} = 6\%$

$$T_{\text{дод}} = 15.07 \cdot 0.06 = 0.9 \text{ хв}$$

За формулою (1.52) проводимо визначення штучного часу:

$$T_{\text{шт}} = T_{\text{оп}} + T_{\text{дод}}, \text{ хв} \quad (1.52)$$

$$T_{шт} = 15.07 + 0.9 = 15.97 \text{ хв}$$

Штучно-калькуляційний час визначаємо за формулою (1.53):

$$T_{шт-к} = T_{шт} + \frac{T_{пз}}{N}, \text{ хв} \quad (1.53)$$

де N – об'єм партії заготовок, $N = 80$ шт;

$T_{пз}$ – підготовчо-заключний час який розраховується за формулою (1.54):

$$T_{пз} = t_{пз1} + t_{пз2} + t_{пз3}, \text{ хв} \quad (1.54)$$

де $t_{пз1}$, $t_{пз2}$, $t_{пз3}$ – нормативи підготовчо-заключного часу, визначається з [16,с.215,к.6.3].

$$T_{пз} = 7 + 2 + 7 = 16 \text{ хв}$$

За формулою (1.53) розраховуємо штучно-калькуляційний час:

$$T_{шт-к} = 15.97 + \frac{16}{80} = 16.17 \text{ хв}$$

Результати розрахунків заносимо до таблиці 1.14.

II. Операція 020 – токарна з ЧПК

Розраховуємо за формулою (1.46) час необхідний для контролю розмірі:

$$T_{контр.} = 1.85 \cdot 0.09 \cdot 13 = 2.165 \text{ хв}$$

Проводимо розрахунок часу на зміну інструменту за формулою (1.47):

$$T_{зм.ін.} = 1.85 \cdot 2 \cdot 0.035 = 0.13 \text{ хв}$$

Час затрачений на холостій хід розраховуємо за формулою (1.48):

$$T_{x.x.} = 0.025 \cdot 2 \cdot 1.85 + 0.03 \cdot 2 \cdot 1.85 = 0.204 \text{ хв}$$

Час на управління верстатом розраховуємо за формулою (1.49):

$$T_{упр} = 0.01 \cdot 1.85 \cdot 2 + 0.03 \cdot 1.85 \cdot 2 = 0.148 \text{ хв}$$

За формулою (1.45) проводимо розрахунок допоміжного часу:

$$T_{всп} = 0.111 + 2.165 + 0.3 + 0.204 + 0.148 = 2.76 \text{ хв}$$

За формулою (1.50) розраховуємо операційний час:

$$T_{оп} = 7.2 + 2.76 = 9.96 \text{ хв}$$

Додатковий час на операцію розраховуємо за формулою (1.51):

$$T_{дод} = 9.96 \cdot 0.06 = 0.6 \text{ хв}$$

За формулою (1.52) розраховуємо штучний час на операцію:

$$T_{шт} = 9.96 + 0.6 = 10.55 \text{ хв}$$

Підготовчо-заключний час який розраховується за формулою (1.54):

$$T_{пз} = 7 + 2 + 7 = 16 \text{ хв}$$

За формулою (1.53) розраховуємо штучно-калькуляційний час:

$$T_{шт-к} = 10.55 + \frac{16}{80} = 10.64 \text{ хв}$$

Результати розрахунків заносимо до таблиці 1.14.

III. Операція 040 – токарна з ЧПК

Розраховуємо за формулою (1.46) час необхідний для контролю розмірі:

$$T_{\text{контр.}} = 1.85 \cdot 0.09 \cdot 16 = 2.664 \text{ хв}$$

Проводимо розрахунок часу на зміну інструменту за формулою (1.47):

$$T_{\text{зм.ін.}} = 1.85 \cdot 3 \cdot 0.035 = 0.194 \text{ хв}$$

Час затрачений на холостій хід розраховуємо за формулою (1.48):

$$T_{\text{х.х.}} = 0.025 \cdot 3 \cdot 1.85 + 0.03 \cdot 3 \cdot 1.85 = 0.305 \text{ хв}$$

Час на управління верстатом розраховуємо за формулою (1.49):

$$T_{\text{упр}} = 0.01 \cdot 1.85 \cdot 3 + 0.03 \cdot 1.85 \cdot 3 = 0.222 \text{ хв}$$

За формулою (1.45) проводимо розрахунок допоміжного часу:

$$T_{\text{всп}} = 0.111 + 2.664 + 0.194 + 0.305 + 0.222 = 3.5 \text{ хв}$$

Операційний час на операцію визначається за формулою (1.50):

$$T_{\text{оп}} = 2.75 + 3.5 = 6.25 \text{ хв}$$

Додатковий час на операцію визначаємо згідно формули (1.51):

$$T_{\text{дод}} = 6.25 \cdot 0.06 = 0.37 \text{ хв}$$

За формулою (1.52) розраховуємо штучний час:

$$T_{шт} = 6.25 + 0.37 = 6.62 \text{ хв}$$

Підготовчо-заключний час який розраховується за формулою (1.54):

$$T_{пз} = 7 + 2 + 7 = 16 \text{ хв}$$

За формулою (1.53) визначаємо штучно-калькуляційний час:

$$T_{шт-к} = 6.62 + \frac{16}{80} = 6.71 \text{ хв}$$

Результати розрахунків заносимо до таблиці 1.14.

IV. Операція 060 – токарна з ЧПК

Розраховуємо за формулою (1.46) час необхідний для контролю розмірі:

$$T_{контр.} = 1.85 \cdot 0.08 \cdot 1 = 0.148 \text{ хв}$$

Проводимо розрахунок часу на зміну інструменту за формулою (1.47):

$$T_{зм.ін.} = 1.85 \cdot 2 \cdot 0.035 = 0.13 \text{ хв}$$

Час затрачений на холостій хід розраховуємо за формулою (1.48):

$$T_{х.х.} = 0.025 \cdot 2 \cdot 1.85 + 0.03 \cdot 2 \cdot 1.85 = 0.204 \text{ хв}$$

Час на управління верстатом розраховуємо за формулою (1.49):

$$T_{упр} = 0.01 \cdot 1.85 \cdot 2 + 0.03 \cdot 1.85 \cdot 2 = 0.148 \text{ хв}$$

За формулою (1.45) проводимо розрахунок допоміжного часу:

$$T_{\text{всп}} = 0.111 + 0.148 + 0.13 + 0.204 + 0.148 = 0.74 \text{ хв}$$

Операційний час на операцію визначається за формулою (1.50):

$$T_{\text{оп}} = 1.13 + 0.74 = 1.87 \text{ хв}$$

Додатковий час на операцію визначаємо за формулою (1.51):

$$T_{\text{дод}} = 1.87 \cdot 0.09 = 0.17 \text{ хв}$$

За формулою (1.52) розраховуємо штучний час:

$$T_{\text{шт}} = 1.87 + 0.17 = 2.04 \text{ хв}$$

Підготовчо-заключний час який розраховується за формулою (1.54):

$$T_{\text{пз}} = 8 + 2 + 8 = 18 \text{ хв}$$

За формулою (1.53) розраховуємо штучно-калькуляційний час:

$$T_{\text{шт-к}} = 2.04 + \frac{18}{80} = 2.14 \text{ хв}$$

Результати розрахунків заносимо до таблиці 1.14.

Таблиця 1.14 – Технологічне нормування операцій

№ оп.	Операції	T_o , хв	$T_{\text{всп}}$, хв	$T_{\text{оп}}$, хв	$T_{\text{дод}}$, хв	$T_{\text{шт}}$, хв	$T_{\text{пз}}$, хв	$T_{\text{шт-к}}$, хв
015	Токарна з ЧПК	9	6.07	15.07	0.9	15.97	16	16.17
020	Токарна з ЧПК	7.2	2.76	9.96	0.6	10.55	16	10.64
040	Токарна з ЧПК	2.75	3.5	6.25	0.37	6.62	16	6.71
060	Свердлильна з ЧПК	1.13	0.74	1.87	0.17	2.04	18	2.14

1.8 Розрахунок трьох технологічних операцій на високопродуктивних верстатах з ЧПК

Для виконання операцій на верстатах необхідно поводити розробку управляючої програми (УП). Така програма може бути розроблена як «вручну» інженером-програмістом так и за допомогою спеціальних програм.

У даній магістерській роботі для розробки УП на операції було використано спеціалізовану програму NX 12.0.

1) операція 015 – токарна з ЧПК:

Операція виконується за чотири переходи. На рисунках 1.18 – 1.21 показано траєкторію руху інструменту та частину УП.

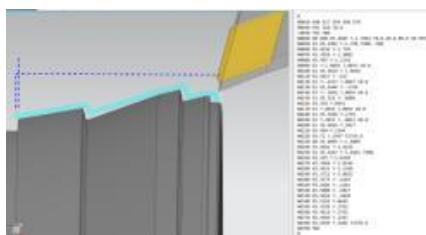


Рисунок 1.18 – Траєкторія руху інструменту та УП на операцію 015 перехід 1

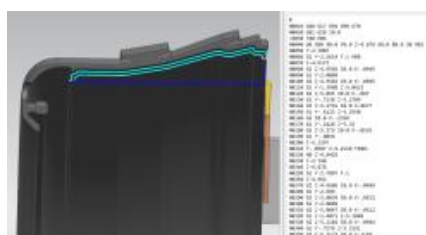


Рисунок 1.19 – Траєкторія руху інструменту та УП на операцію 015 перехід 2

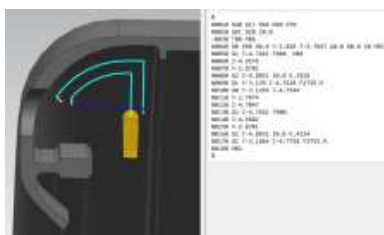


Рисунок 1.20 – Траєкторія руху інструменту та УП на операцію 015 перехід 3

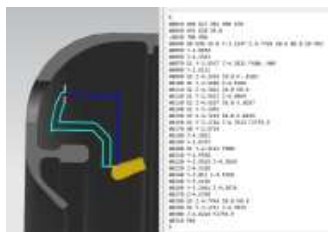


Рисунок 1.21 – Траєкторія руху інструменту та УП на операцію 015 перехід 4

2) операція 040 – токарна з ЧПК:

Операція виконується за три переходи. На рисунках 1.22 – 1.24 показано траєкторію руху інструменту та частину УП.

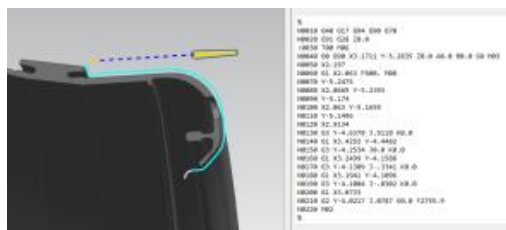


Рисунок 1.22 – Траєкторія руху інструменту та УП на операцію 040 перехід 1

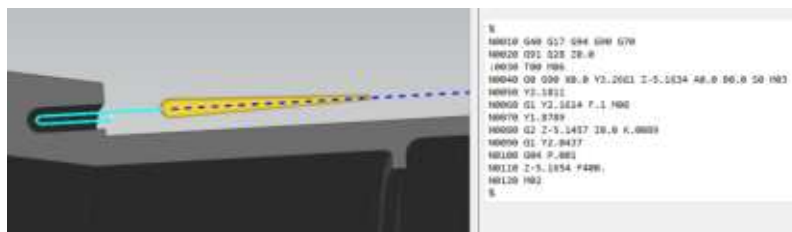


Рисунок 1.23 – Траєкторія руху інструменту та УП на операцію 040 перехід 2



Рисунок 1.24 – Траєкторія руху інструменту та УП на операцію 040 перехід 3

3) операція 060 – свердлильна з ЧПК:

Операція виконується за декілька переходів. На рисунку 1.25 та 1.26

2 КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА

2.1 Проектування робочого креслення

Робоче пристосування – це такий вид оснастки, котрий слугує для закріплення деталі під час обробки.

Робочі пристосування діляться на: універсальні, спеціальні та спеціалізовані.

Щоб виконувати обробку деталі на свердлильній операції, у магістерській роботі, спроектовано робоче пристосування для свердління.

2.1.1 Конструкція і принцип роботи пристрою

Для обробки деталі застосовується свердлильне пристосування вказане на рисунку 2.1.

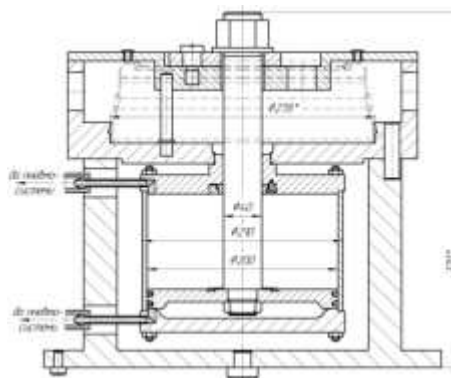


Рисунок 2.1 – Ескіз робочого пристрою для свердлильної обробки

Деталь встановлюється у стакан поз. 3, згори на деталь встановлюється кондукторна плитка поз. 4. Після чого відкидна шайба поз. 11 повертається. До пневматичного циліндру поз. 1, у верхню порожнину, подається стиснене повітря, за рахунок чого шток опускається та відбувається закріплення деталі.

Для розтиснення деталі необхідно провести стравлення повітря з верхньої порожнини та одночасно з цим у нижню подати його під тиском, через що відбувається підйом штоку, після чого шайбу поз. 11 заявляється можливість повернути, далі кондукторна кришка поз. 5 знімається і деталь розкріплена, її можливо зняти з пристосування.

2.1.2 Визначення похибки базування та закріплення. Розрахунок пристосування на точність

При використанні даного пристосування деталь лишатиметься усіх ступенів волі. Схема встановлення деталі вказана на рисунку 2.2.

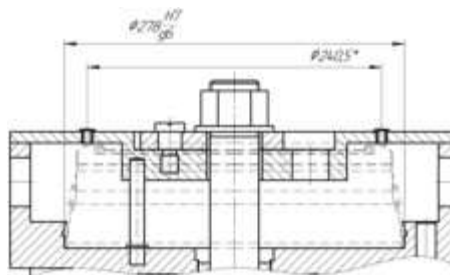


Рисунок 2.2 – Схема встановлення деталі у пристосування

Похибкою встановлення вважається відхилення фактично положення заготовки від заданого при встановленні деталі для проведення обробки.

За формулою (2.1) визначаємо похибку встановлення:

$$\varepsilon_{\text{в}} = \sqrt{\varepsilon_{\text{б}}^2 + \varepsilon_{\text{з}}^2} \quad (2.1)$$

де $\varepsilon_{\text{з}}$ - похибка закріплення, мм;

$\varepsilon_{\text{б}}$ - похибка базування, визначається за формулою (2.2):

$$\varepsilon_6 = \frac{S_{max}}{2} \quad (2.2)$$

де S_{max} - максимальний зазор, визначається за формулою (2.3):

$$S_{max} = T_o + T_n + 2 \Delta \quad (2.3)$$

де T_n - допуск пальця, мм;

T_o – допуск отвору, мм;

2Δ - гарантований зазор, мм.

$$S_{max} = 0.12 + 0.048 + 0.01 = 0.178 \text{ мм}$$

Розраховуємо похибку базування за формулою (2.2):

$$\varepsilon_6 = \frac{0.178}{2} = 0.089$$

При встановленні деталі у дане пристосування похибка закріплення буде рівною нулю через те що, сила закріплення і напрямки обробки перпендикулярні.

Визначаємо похибку встановлення згідно формули (2.1):

$$\varepsilon_B = \sqrt{0.089^2 + 0} = 0.089$$

За формулою (2.4) проводимо визначення точності:

$$T_H \leq T_{обр} - k_p \cdot \sqrt{(k_1 \cdot \varepsilon_{баз})^2 + \varepsilon_{закр}^2 + (k_2 \cdot w)^2} \quad (2.4)$$

де $T_{обр}$ – допуск на розмір обробки, визначається згідно [12,с,63,т,5.2];

k_p – коефіцієнт, який враховує відхилення складових величин від закону нормального розпаду, визначається згідно [17,с,63,т,5.2], $k_p = 1 \dots 1.2$;

k_1 - коефіцієнт, який враховує зменшення похибки базування, визначається згідно [17,с,63,т,5.2], $k_1 = 0.8 \dots 0.85$;

k_2 - коефіцієнт, який враховує частоту похибки обробки, визначається згідно [17,с.63,т.5.2], $k_2 = 0.6 \dots 0.65$;

w – середня економічна точність обробки, , визначається згідно [17,с.63,т.5.2], $w = 0.1$

$$T_H \leq 0.12 - 1 \cdot \sqrt{(0.8 \cdot 0.089)^2 + 0^2 + (0.6 \cdot 0.1)^2} = 0.0083 \text{ мм}$$

Згідно розрахунків точність обробки деталі у даному пристосування буде витримана.

2.1.3 Визначення необхідної сили затиску. Вибір приводу

Пристосування розробляється для свердлильної операції. Операція виконується за два переходи: свердління та розгортання отворів.. Розрахунок сили закріплення проводимо для більшого моменту різання.

Момент різання при свердлінні визначаємо за формулою (2.5):

$$M_{кр} = 10 \cdot C_m \cdot D^q \cdot s^y \cdot K_p, \text{ Нм} \quad (2.5)$$

де C_m – коефіцієнт, який визначається з [11,с.281,т.32], $C_m = 0.0345$;

q, y – показники ступеня, які визначаються з [11,с.281,т.32]: $q = 2$; $y = 0.8$;

K_p – коефіцієнт який враховує фактичні умови обробки, який визначається з [11,с.264,т.9], $K_p = 1.15$.

$$M_{кр} = 10 \cdot 0.0345 \cdot 5.8^2 \cdot 0.2^{0.8} \cdot 1.15 = 3.7 \text{ Нм}$$

Розраховуємо осьову силу при свердлінні за формулою (2.6):

$$P_O = 10 \cdot C_p \cdot D^q \cdot s^y \cdot K_p, \text{Н} \quad (2.6)$$

де C_p – коефіцієнт, який визначається з [11, с.281, т.32], $C_m = 68$;

q, y – показники ступеня, які визначаються з [11, с.281, т.32]: $q = 1$; $y = 0.7$.

$$P_O = 10 \cdot 68 \cdot 5.8^1 \cdot 0.2^{0.7} \cdot 1.15 = 1470.13 \text{ Н}$$

При розгортанні момент різання розраховуємо згідно формули (2.7):

$$M_{\text{кр}} = \frac{C_p \cdot t^x \cdot s_z^y \cdot D \cdot z}{2 \cdot 100}, \text{Нм} \quad (2.7)$$

де C_p – коефіцієнт, який визначається з [11, с.273, т.22], $C_p = 300$;

x, y – показники ступеня, які визначаються з [11, с.273, т.22]: $x = 1$;

$y = 0.75$.

$$M_{\text{кр}} = \frac{300 \cdot 0.1^1 \cdot 0.04^{0.75} \cdot 6 \cdot 2}{2 \cdot 100} = 0.2 \text{ Нм}$$

Порівнюємо розраховані моменти різання:

$$M_{\text{кр.С.}} = 3.7 \text{ Нм} < M_{\text{кр.Р.}} = 0.2 \text{ Нм}$$

Силу затиску визначаємо за формулою (2.8):

$$W = \frac{2 \cdot k \cdot M_p}{f \cdot D_\phi} \cdot \left| \frac{D^3 - d^3}{D^2 - d^2} \right|, \text{кН} \quad (2.8)$$

де f – коефіцієнт тертя, $f = 0.16 \dots 0.18$;

k – коефіцієнт запасу закріплення, розраховується за формулою (2.9):

$$k = k_0 \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 \cdot k_4 \cdot k_5 \cdot k_6 \quad (2.9)$$

де k_0 – гарантований коефіцієнт запасу, $k_0 = 1.3$;

k_1 – коефіцієнт який враховує зміну сил різання, $k_1 = 1.2$;

k_2 – коефіцієнт який враховує залежить від виду обробки, $k_2 = 1.2$;

k_3 – коефіцієнт який враховує умови переривчатості, $k_3 = 1$;

k_4 – коефіцієнт характеризує затискне устаткування, $k_4 = 1$;

k_5 – коефіцієнт характеризує ручні затискання, $k_5 = 1$;

k_6 – коефіцієнт який враховує лише при наявності крутного моменту,
 $k_6 = 1.5$.

$$k = 1.3 \cdot 1.2 \cdot 1.2 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1.5 = 2.808$$

Розраховуємо силу затискання за формулою (2.8):

$$W = \frac{2 \cdot 2.808 \cdot 3.7}{0.18 \cdot 5.8} \cdot \left| \frac{278^3 - 240.5^3}{278^2 - 240.5^2} \right| = 7717.5 \text{ кН}$$

Для автоматизації закріплення у пристосування встановлюємо пневматичний циліндр.

Діаметр даного циліндру розраховується за формулою (2.10):

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot W}{\pi \cdot \rho \cdot \eta}} \quad (2.10)$$

де ρ – тиск повітря, $\rho = 0.4 \dots 0.6$ МПа;

η – коефіцієнт корисної дії, $\eta = 0.95$.

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot 7717.5}{3.14 \cdot 0.4 \cdot 0.95}} = 160.85 \text{ мм}$$

За провідини розрахунками вибираємо параметри пневматичного циліндра, згідно ГОСТ 15608-81 [18]: діаметр штока – $d = 40$ мм; діаметр

циліндра – $D = 200$ мм; шифр циліндра – 1011-200x100-О4 ГОСТ 15608-81 [18].

Проводимо розрахунок сили затиску циліндра за формулою (2.11):

$$Q = \frac{\pi \cdot (D^2 - d^2) \cdot \rho \cdot \eta}{4}, \text{ кН} \quad (2.11)$$

$$Q = \frac{3.14 \cdot (200^2 - 40^2) \cdot 0.4 \cdot 0.95}{4} = 11454.7 \text{ кН}$$

Отже, сила затиску на штоці обраного циліндру ($Q=11454.7$ кН) більша за визначену ($W=7717.5$ кН), тобто циліндр обрано вірно.

2.2 Проектування контрольного пристосування

Для контролю биття поверхонь н деталі «Кільце внутрішнє» запроектовано спеціальне контрольне пристосування, вказане на рисунку 2.3.

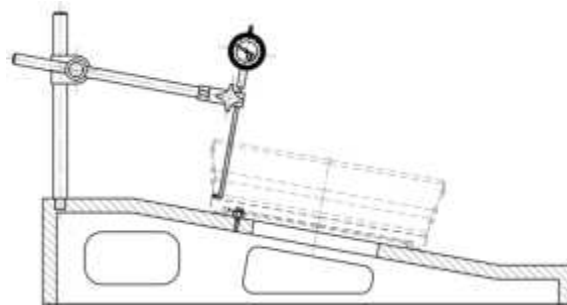


Рисунок 2.3 – Ескіз контрольного пристрою

Стандартне контрольне пристосування можливо використовувати для контролю биття не лише деталі «Кільце внутрішнє», але і для однотипних з нею деталей типу кільце. Відхилення биття визначається за допомогою індикаторного годинника.

Деталь встановлюється на ролики поз.4, електронний датчик своїм кінчиком підводиться до потрібної поверхні. Для проведення контролю деталь вручну повертає, після чого на блоці датчиків поз.2 з'єданого з індикаторним годинником відправляється сигнал з точністю деталі.

На початку проведення контролю партії деталей необхідно провести налаштування блока датчиків. Щоб це зробити необхідно узяти еталон та встановити його на пристосування, підвести ніжку часів до потрібної поверхні та почати перевірку. Налаштування датчиків відбувається за допомогою трьох еталонів, для кожного датчика береться свій еталон.

3 АВТОМАТИЗАЦІЯ

АВТОМАТИЗАЦІЯ ПРИБИРАННЯ СТРУЖКИ З ВЕРСТАТІВ

3.1 Видалення стружки

Автоматизація роботи механічної ділянки цеху є однією з найбільш необхідніших моментів для підвищення якості виробництва та скороченню затрат часу на матеріальних ресурсів.

Одним з напрямків автоматизації виробничого цеху є автоматизація прибирання стружки.

У 90-ті роки стружку прибирали за рахунок транспортування вручну її на контейнерах (рис. 3.1).



Рисунок 3.1 - Контейнер для прибирання стружки

Прибирання стружки за допомогою контейнера займало багато часу та зусиль. Так як, у процесі прибирання приймає участь безпосередньо робочий.

Тому автоматизація даного процесу необхідна. Існують два способи автоматизованого прибирання стружки:

- 1) автоматичне прибирання стружки;
- 2) комбіноване прибирання стружки.

Вибір конкретного методу прибирання стружки залежить від умов праці, таких як: виду стружки, використанню або ні мастильно-охолоджуючих рідин (МОР), матеріалу деталі.

3.1.1 Автоматичне прибирання стружки

Автоматичне прибирання стружки відбувається за допомогою використання засобів безперервного транспортування стружки на механічній ділянці.

Засобами автоматичного прибирання стружки можливо назвати механізовані транспортери, пневматичні та гідравлічні транспортери, магнітний сепаратор та магнітний конвеєр.

До механізованих транспортерів відносяться стрічкові, скребкові, йоржові, шнекові конвеєри, вібраційні транспортери.

Стрічковий конвеєр (рис. 3.2) – це пристрій який діє без перерв з об'єднаним вантажонесучим та тяговим органом у вигляді замкнутої стрічки.

Дані конвеєри мають високу продуктивність, що дозволяє транспортувати стружку на значні відстані, нескладні за своєю конструкцією, безшумні та фінансово незатратні в роботі [19]. До недоліків цього можна відноситися швидке зношення стрічки і те, що незначна частка стружки заноситься холостою гілкою стрічки під раму.



Рисунок 3.2 - Стрічковий конвеєр

Скребковий конвеєр (рис. 3.3) – це пристосування для малогабаритних сипучих вантажів за допомогою нерухомого жолобу та скребків, закріплених на одному або декількох тягових ланцюгах з певним кроком [20].

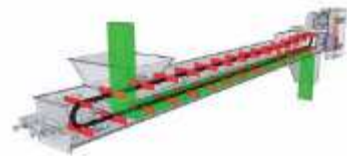
Вони діляться на два види [19]:

- безкінечна стрічка, з розташованими на ній скребками (рис. 3.3, а);
- штанга з встановленими скребками, які здійснюють зворотно-поступальні переміщення (рис. 3.3, б).

Дані конвеєри використовуються для транспортування стружку під значним кутом нахилу та невеликі відстані.



а



б

Рисунок 3.3 - Скребковий конвеєр (а – стрічковий скребковий конвеєр; б – штанговий скребковий конвеєр)

Йоржевий конвеєр (рис. 3.4) – це конвеєр який являє собою металевий жолоб з привареними до нього шипами [19]. В середині жолоба здійснюється зворотно-поступальний рух штангою з йоржами.

Під час робочого ходу штанг за йоржами підхоплює стружку і пересуває її вперед. Під час холостого ходу штанга проходить по стружці не зачіпаючи її, тому що, вона утримується шипами жолоба. Даний конвеєр застосовується для переміщення крученої або зливної стружки.

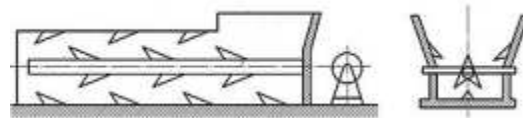


Рисунок 3.4 - Йоржевий конвеєр

Шнековий конвеєр (рис. 3.5) – це конвеєр який складаються з металевого жолоба, в якому розташовується гвинт, який одержує обертовий момент від приводу [19].

Під час обертання гвинт проводить стружку у жолобі. Конвеєри даного типу діляться на одногвинтові та двогвинтові.

Шнекові конвеєри надійні та ефективні при роботі з будь-якими видами стружки.



Рисунок 3.5 - Шнековий конвеєр

Вібраційний транспортер (рис. 3.6) – це транспортер, робота якого заснована на вібрації робочого органу [21]. Вони ефективно використовуються для проведення транспортування як дрібної та крученої стружки.



Рисунок 3.6 - Вібраційний транспортер

Окрім механічних транспортерів також пневматичні та гідравлічні транспортери.

Пневматичні транспортери існують трьох видів [19]:

- з нагнітальною системою (рис. 3.7, а) – у даній системі стружка поступає у трубопровід через шлюзовий затвор, що не допускає прохід повітря у воронку. Потік повітря, створюваний спеціальною установкою, підхоплює та переміщує стружку по трубопроводу;

- з усмоктувальною системою (рис. 3.7, б) - у даній системі стружка засмоктується через воронку до всмоктувальної системи за допомогою повітряного потоку, створюваного в трубі вакуумним-насосом або вентилятором;

- з всмоктувально-нагнітальною системою (рис. 3.7, в) - у даній системі стружка всмоктується до воронки за рахунок розрідження, що створюється за допомогою потоку повітря, який нагнітається.

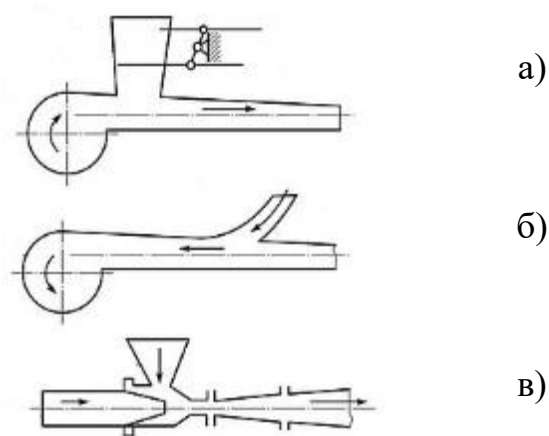


Рисунок 3.7 - Пневматичні транспортери (а - з нагнітальною системою, б - з усмоктувальною системою, в - з всмоктувально-нагнітальною системою)

За допомогою гідравлічних пристроїв стружка з верстатів змивається значним потоком та надходить до загальний жолобу по котрому рухається до потрапляння у збірник (рис. 3.8). Після чого стружка конвеєром подається у тару [19].

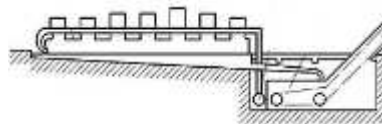


Рисунок 3.8 - Гідравлічні транспортери

Магнітний сепаратор (рис. 3.9) – застосовують для абразивної обробки стружки магнітний барабан, його використовують очищення та видалення

стружки, і шламу з верстату та ділянки у цілому [19]. Захоплена магнітним полем стружки з поверхні барабана відбувається за допомогою скребка.



Рисунок 3.9 - Магнітний сепаратор

Магнітний конвеєр (рис. 3.10) – це конвеєр який використовується для відводу дрібної стружки з верстатів [19]. Для чого магніти закріплюють стаціонарно або так щоб вони переміщувались разом з цапфами роликів ланцюгів, що здійснюють рух за напрямними рейками з боків корпуса конвеєра.

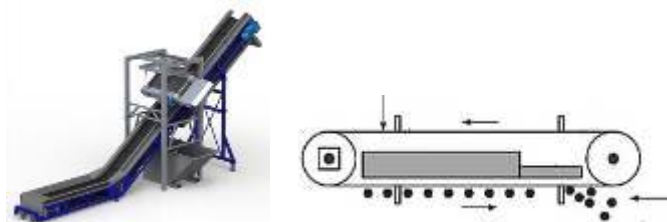


Рисунок 3.10 - Магнітний конвеєр

3.1.2 Комбіноване прибирання стружки

Коли неможливо налаштувати повністю автоматичну лінію прибирання стружки впроваджують комбіновану систему (рис. 3.11).

Застосування цього способу збирання стружки передбачає використання безперервного транспорту поряд з колісним [22]. В цьому випадку конвеєри доставляють її у візок або спеціальну тару, яка вантажиться в автомобілі і доставляється до місця переробки.

Найбільш ефективна така схема роботи на підприємствах, де токарні цеху значно віддалені від місця вторинної переробки стружки.



Рисунок 3.11 – Комбінована система прибирання

3.2 Висновок

При проектуванні цеху та механічної ділянки для виготовлення деталі «Кільце внутрішнє» для видалення стружки запроектовано стрічковий конвеєр. У цілях економії робочого простору конвеєрну лінію розміщуємо під підлогою

Так стружка з верстата потрапляє по спеціальному жолобу на конвеєр, де вже по конвеєру рухається до місця зберігання або переробки.

4 РОЗРАХУНОК ДЕТАЛІ НА МІЦНІСТЬ

Розрахунок на міцність проводиться для визначення яке максимальне навантаження можливо прикласти до деталі та де в ній виявляться більш слабкіші місця.

При застосування спеціальної програми NX CAM проводимо визначення напружено-деформованого стану деталі.

4.1 Визначення напружено-деформованого стану деталі

Напружено-деформований стан деталі визначається за допомогою математичної моделі побудованої у спеціалізованому розділі програми NX CAM (рис. 4.1).

Отриману модель розбиваємо на кінцеві елементи з розміром сітки 10 мм (рис.4.2).



Рисунок 4.1 – Математична модель деталі

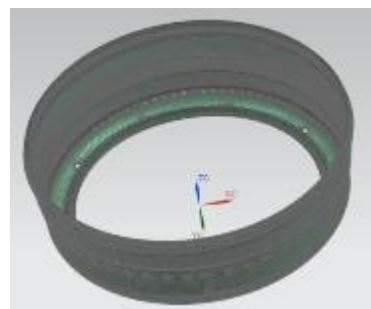


Рисунок 4.2 – Математична модель деталі розбита на сітку кінцевих елементів

Щоб визначити небезпечні перетини навантаження необхідно закріпити деталь та прикласти до неї силу у розмірі 10Н (рис.4.3).



Рисунок 4.3 – Схема для розрахунку на міцність (а – закріплення; б – прикладання сили)

Результат розрахунку наведено на рисунку 4.4. Силу прикладаємо до діаметру $\varnothing 272.4$ мм.

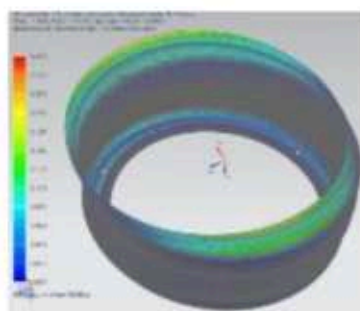


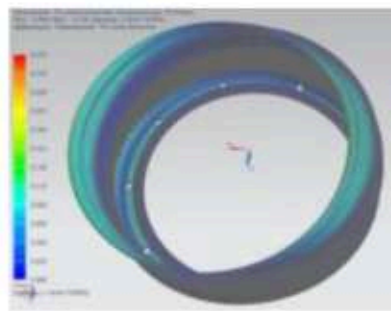
Рисунок 4.4 – Результат проведеного розрахунку

4.2 Визначення допустимих навантажень при різних варіантах конструкції

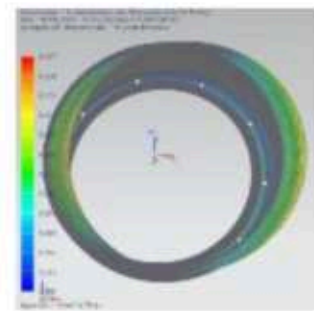
Під час експлуатації деталі можливо виникнення різних видів навантаження, а отже і наслідки від їх впливу можуть бути різними. Для мінімізації негативного впливу від навантаження повинна бути правильно запроектована конструкція деталі.

Так, для визначення чи правильно підібрано конструкцію деталі необхідно провести можливі зміни в конструкції. Проводимо зміну в конструкції у місці

прикладання навантаження та проводимо перерахунок. Результати проведених розрахунків наведені на рисунку 4.5.



а



б

Рисунок 4.5 – Результати проведених розрахунків (а – Ø272.4 мм;
б – Ø273.4 мм)

За проведеними розрахунками отримані дані заносимо до таблиці 4.1.

Таблиця 4.1 – Залежність напружено-деформованого стану від характеристик поверхні прикладання сили

Параметри поверхні до якої прикладаємо силу, мм	Максимальне напруження σ , МПа
Ø272.4	0.276
Ø271.4	0.276
Ø273.4	0.277

4.3 Оптимізація

З проведених розрахунків можливо сказати, що оптимізувати конструкцію деталі у місці прикладання сили не доцільно. Так, як максимальні навантаження отримане при початковому діаметрі та при його зменшенні залишилось незмінним, а от при збільшення хоч и незначно, але зросло.

5 СПЕЦІАЛЬНЕ ЗАВДАННЯ.

ПРОЖИГ

5.1 Сутність прожогу

Конструкції деталей бувають різноманітними і не завжди ті чи інші елементи можливо отримати за допомогою стандартної механічної обробки. У таких випадках прийнято використовувати прожиг або як ще називають дану операцію прошивка металу.

Прожиг – це спосіб отримання отворів в металі, при котрому отвори можливо отримати діаметром у межах від $\varnothing 0.1$ мм до $\varnothing 6$ мм та глибиною до 200 діаметрів, а також шорсткістю від $Ra1.6$ мкм до $Ra6.3$ мкм.

Операція більш продуктивна порівняно зі свердлінням, тому її має сенс застосовувати там, де потрібно отримати велику кількість отворів в короткі терміни. Найчастіше прожиг використовується при виготовленні таких деталей, як: шестерні, кожухи, камери згорання та інші.

Даний процес виконується з подачею близько 20 мм/хв та тиском СОЖ від 7 МПа до 10 МПа. Також він забезпечує високу точність обробки та якість поверхні, и що не менш важливо повну відсутність задирок.

Приклад прожигу отворів на верстаті показано на рисунку 5.1.



Рисунок 5.1 – Приклад прожигу на верстаті

5.1.1 Інструмент для прожигу

У якості робочого інструменту при виконанні прожигу під час обробки деталі застосовують електроди (рис. 5.2).

Коли прожиг почали вводити у процес для механічної обробки у якості інструменту використовували ті ж самі електроди, що і для зварювання. Тепер електроди підбираються у залежності від діаметру, товщини стінки деталі або глибини отвору який треба отримати, а також від матеріалу самої деталі.



Рисунок 5.2 – Ескіз електроду для прожигу

Електроди для прожигу виготовляють з різних матеріалів таких, як: мідь латунь, графіт, метал зі спеціальним покриття, вольфрам, молібден.

Застосування тих чи інших електродів для обробки деталі з конкретного матеріалу показано на схемі (рис. 5.3).

Під час обробки сам електрод не має безпосереднього контакту з деталлю, не деформується і майже не ламається. Для забезпечення точності обробки застосовуються спеціалізовані втулки, які використовують для утримання електроду під час обробки.

5.1.2 Обладнання для прожигу

Обладнанням для проведення процесу прожигання отворів служать електроерозійні верстати.

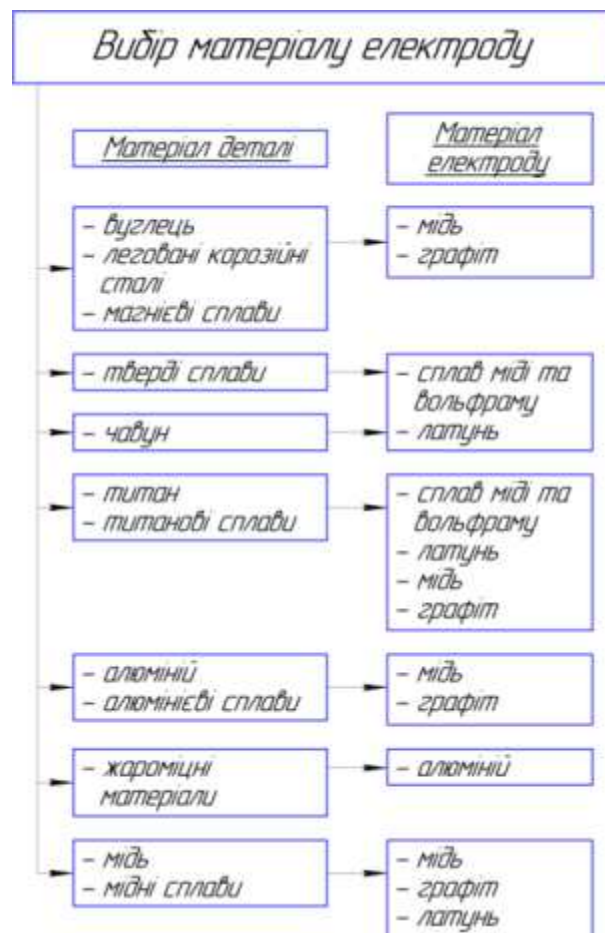


Рисунок 5.3 – Рекомендації щодо вибору електроду відносно матеріалу деталі

Дані верстати розрізняють у залежності від їх технологічного призначення:

1. Дротово-вирізні верстати з ЧПК (рис. 5.4) – дані верстати слугують для отримання отворів, а також контурного прожигання.

Перевагами даних верстатів, є:

- відсутність стружки;
- відсутність задирок;
- низькі затрати на інструмент;
- високий показник якості;
- малі експлуатаційні витрати під час обробки.



а



б

Рисунок 5.4 - Дротово-вирізний верстат з ЧПК (а – модель MITSUBISHI MV 1200R, б - модель MITSUBISHI MP1200)

2. Прошивні верстати з ЧПК (рис. 5.5) – дані верстати призначені для високоточної обробки деталей які виготовляють з високоміцних матеріалів.

Прошивні верстати незамінні при виконанні робіт з важкооброблювальними заготовками різноманітні конфігурації, вони дозволяють прошивати фасонні, прямолінійні щілини та складнопрофільні отвори. Дані верстати призначені для отримання отворів діаметром $\varnothing 0.1 \dots \varnothing 6$ мм [23].



а



б

Рисунок 5.5 – Прошивний верстат з ЧПК (а – модель K3HS, б - модель EA12V Advance)

Перевагами даних верстатів, є:

- високопродуктивна обробка;
- висока точність обробки;
- високий клас шорсткості отриманих отворів.

3. Електроерозійна супердрель з ЧПК (рис. 5.6) – призначений для прожигання отворів діаметром $\varnothing 0.3 \dots \varnothing 3$ мм у різноманітних струмопровідних

матеріалах. Призначені для виконання західних отворів для дротово-різьбленої електроерозійної обробки, виготовлення перфорації, Решетов, отворів в форсунках, тепловідвідних отворах в двигунах і різних деталях, де потрібне виконання одиночних або групових мікроотворів [24].

Перевагою електроерозійного свердління є можливість пропалювання мікроотворів на велику глибину – 300...400 мм.

Перевагами даних верстатів, є:

- висока точність позиціювання;
- можливість зміни режимів обробки у ході самого процесу обробки;
- можливість обробки деталі різної складності за конфігурацією;
- можливість автоматичної корекції форми електродів.



а



б

Рисунок 5.6 – Електроерозійна супердрель з ЧПК (а – модель SJD 703, б – модель SJD 703D)

5.1.3 Етапи прожигу отворів

Особливістю отримання отворів методом прожиг заключено у три етапному ході виконання роботи.

На першому етапі перенесена дуга миттєво нагріває метал до точки плавлення і починає видувати розплавлений метал [25]. На початковому етапі

операції запису розплавлений метал видувається в поздовжньому напрямку з точки запису, піднімаючись над листом фонтаном бризок.

На другому етапі у міру проникнення плазмового струменя глибше в матеріал формується отвір з круглим дном. Цей отвір починає спрямовувати розправлені бризки вгору у напрямку до різака.

На третьому етапі після виходу дуги з нижнього боку деталі (стінки) іскри і розплавлений матеріал видуються з пропаленого отвори. Коли прожиг виконаний і дуга досягла повної сили, машина починає рухатися, а різак починає різати. Якщо різак почне переміщатися занадто рано, дуга може не пропалити матеріал повністю. Якщо різак затримується занадто довго, дуга продовжить марнувати матеріал, збільшуючи отвір в розмірі до тих пір, поки не згасне.

Схематично усі три етапи показано на рисунку 5.7.

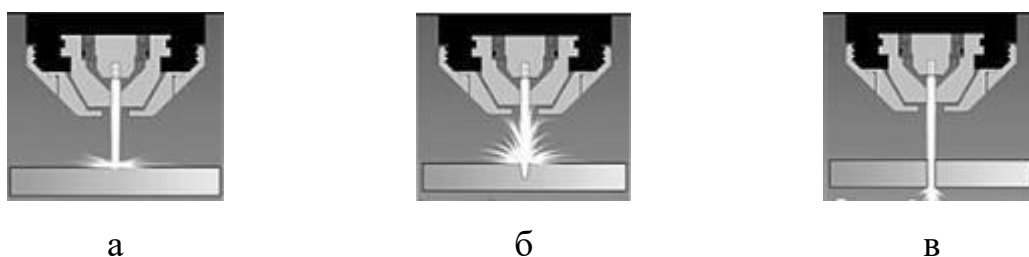


Рисунок 5.7 – Етапи проведення прожигу (а – перший етап, б – другий етап, в – третій етап)

5.2 Спеціальні методики прожигу

Процес прожигу для деталей з «товстою» стінкою можливо виконувати двома методами [25]:

1. Прожиг в два підходи.

Цей метод полягає в тому, щоб «пройти» стінку деталі у кілька (два або більше) послідовних пропалювання замість одного. В результаті першого запису формується отвір з круглим дном приблизно на середині товщини листа. Потім

оператор вручну злегка переміщує різак над отвором до його краю і виконує прожиг заново. При другому підході матеріал прожигается. Поздовжній гребінь розплавленого металу відхиляється від різак.

2. Прожиг з підйомом.

Цей метод являє собою ручну операцію запису, при якій різак підводиться вниз до стінки деталі з включеною допоміжної дугою. Як тільки виконується перенос, оператор піднімає різак (розтягнення дуги) на висоту 25 мм над листом. Потім, коли плазмова струміль пройде крізь лист, оператор опускає різак до звичайної висоти різання. Це використовується для захисту різак і захисного ковпачка. Цей метод негативно впливає на термін служби електрода і сопла.

5.3 Переваги та недоліки прожигу

До переваг прожигу можливо віднести:

- 1) можливість обробки майже усіх матеріалів;
- 2) можливість отримання отворів невеликого діаметру;
- 3) невеликий знос інструменту;
- 4) обробка тонкостінних деталей з мінімальною їх деформацією.

Недоліками даного методу можливо назвати [25]:

- 1) Виникнення паразитної дуги - це виникнення будь-якої дуги, вторинної по відношенню до основної дуги, яка виконує різання/прожиг.

Виникнення паразитної дуги відбувається, коли струм протікає до листу через сопло або по іншому провідному шляху, відмінному від безпосереднього шляху стовпа дуги. Це може відбуватися через недостатній потік плазмотворчого газу, занадто високої сили струму або серйозних перешкод в плазмовому струмені. Такі перешкоди мають місце, якщо різак виконує прожиг занадто близько до листу.

- 2) Замикання через міст - відбувається, коли розплавлений матеріал

накопичується в невеликій калюжі, яка стикається як з різакком, так і з деталлю. Оскільки ця калюжка проводить електрику, вона формує ланцюг короткого замикання на заготовку. Дуга виявляє шлях до листа з більш низьким опором, і направляється цим шляхом. Зазвичай це призводить до непереборного збою захисного ковпачка і до пошкодження сопла.

3) Придушення потоку плазмотворчого газу - це найсерйозніша форма паразитної дуги. Придушення дуги відбувається, коли різак починає прожиг з соплом або захисним ковпачком, притиснутим до листу (рис. 5.8).



Рисунок 5.8 - Придушення потоку плазмотворчого газу

Наприклад, якщо автоматична система регулювання висоти різакка визначає його початкову висоту по тиску різакка на деталі, а деталь може зміститися вниз через невелику товщину, то по поверненню різакка не вдається визначити правильну початкову висоту. Різакку не вдається «відірватися від деталі», оскільки лист буде підніматися слідом за різакком аж до його початкової висоти.

5.4 Висновок

З проведеного дослідження літератури можливо зробити висновки, що:

1) виконувати прожиг отворів необхідно починати на великій висоті, що у свою чергу запобігає виникненню паразитної дуги, замикання через міст і придушення дуги [25];

2) не проводити швидкісний прожиг – це уповільнює переміщення різака при виконанні запису, внаслідок чого «поздовжній гребінь» іскор розплавленого матеріалу не потрапляє на передню частину наконечника різака [25];

3) висоту прожигу завжди визначати чітко за допомогою датчиків вихідної висоти, а не приблизно «на око»;

4) завжди підбирати оптимальні режими для прожигу.

6 ОЦІНКА ОЧІКУВАНОЇ ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ РОЗРОБКИ АБО ЗАХОДІВ

Для магістерської роботи необхідно провести порівняння економічної ефективності на одній операції при виконанні її на різному обладнанні. Порівняння проважимося на токарній операції 015, обробку на якій виконуватимуть на токарно-карусельному верстаті з ЧПК мод. SKIQ-12CM та на обробному центрі з ЧПК мод. TL200EX.

Розраховуємо потрібну кількість верстатів на операцію за формулою (6.1):

$$n_p = \frac{t_{шт-к}}{\tau}, \text{ шт} \quad (6.1)$$

де $t_{шт-к}$ – штучно калькуляційний час на операцію:

$$- t_{шт-к1} = 31.17 \text{ хв};$$

$$- t_{шт-к2} = 16.17 \text{ хв};$$

τ – такт випуску, розраховується за формулою (6.2):

$$\tau = \frac{F_d \cdot 60}{N}, \text{ хв} \quad (6.2)$$

де F_d – дійсний річний фонд роботи у 2020 році, $F_d = 4015$ год;

N - річна програма випуску, $N = 2000$ шт.

$$\tau = \frac{4015 \cdot 60}{2000} = 120.45 \text{ хв}$$

Розраховуємо кількості верстатів:

$$n_{p1} = \frac{31.17}{120.45} \approx 0.26 = 1 \text{ шт} \quad n_{p2} = \frac{16.17}{120.45} \approx 0.13 = 1 \text{ шт}$$

Розраховуємо економічний ефект за формулою (6.3):

$$E_e = (C_1 \cdot N + E_1 \cdot Ц_1 \cdot n_1) - (C_2 \cdot N + E_2 \cdot Ц_2 \cdot n_2), \text{ грн} \quad (6.3)$$

де E – нормативний коефіцієнт ефективності;

$Ц$ – вартість обладнання,:

- $Ц_1 = 1476000$ грн;

- $Ц_2 = 2225000$ грн;

C – технологічна собівартість, визначається за формулою (6.4):

$$C = (З_p + З_n + E + П + И + A + O + P) \cdot t_{шт-к}, \text{ грн} \quad (6.4)$$

де P – витрати на ремонт обладнання, грн;

$И$ – витрати на інструмент, грн.;

$П$ – витрати на пристосування, грн.;

O – витрати на ремонт обладнання, грн;

A – витрати на амортизацію обладнання, грн;

E – норми витрат на електроенергію, грн /год;

$З_n$ – заробітна плата наладчика, грн/хв;

$З_p$ – заробітна плата робітника, розраховується за формулою (6.5):

$$З_p = З_t \cdot K, \text{ грн} \quad (6.5)$$

де $З_t$ – тарифна хвилинна заробітна плата робочого з урахуванням начислень діючих на базовому підприємстві, згідно [26, т.2.18, с.94];

K – коефіцієнт перевиконання норми [26, с.93]:

$$З_{p1} = 0.912 \cdot 1.2 = 1.09 \text{ грн}$$

$$З_{p2} = 1.414 \cdot 1.2 = 1.7 \text{ грн}$$

За формулою (6.6) розраховуємо заробітну плату наладчика:

$$З_{\text{н}} = З_{\text{т}} \cdot К, \text{ грн} \quad (6.6)$$

де $З_{\text{т}}$ – тарифна хвилинна заробітна плата наладчика з урахуванням начислень діючих на базовому підприємстві, згідно [26, т.2.18, с.94];

$$З_{\text{н1}} = 1.414 \cdot 1.2 = 1.7 \text{ грн}$$

$$З_{\text{н2}} = 1.414 \cdot 1.2 = 1.7 \text{ грн}$$

Розраховуємо норму витрат на електроенергію за формулою (6.7):

$$E = \frac{N \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot C_e}{60}, \text{ грн/год} \quad (6.7)$$

де N – потужність верстата:

- $N_1 = 5.5 \text{ кВт};$

- $N_2 = 7.5 \text{ кВт};$

K_1 – коефіцієнт який враховує використання електроенергії за потужністю [26, т.2.19, с.94];

K_2 – коефіцієнт який враховує використання електроенергії за часом [26, т.2.19, с.94];

C_e – вартість 1 кВт/год електроенергії у 2020 році, грн., $C_e = 2.24 \text{ грн.}$

$$E_1 = \frac{5.5 \cdot 0.8 \cdot 0.7 \cdot 2.24}{60} = 0.06 \text{ грн/год}$$

$$E_2 = \frac{7.5 \cdot 0.6 \cdot 0.5 \cdot 2.24}{60} = 0.16 \text{ грн/год}$$

Розраховуємо витрати на амортизацію за рік по формулі (6.8):

$$A = \frac{A_r \cdot 100}{F_d \cdot 60}, \text{ грн} \quad (6.8)$$

де A_r – амортизаційні нарахування за рік, визначаються за формулою (6.9):

$$A_r = \frac{\alpha_1 \cdot 1.15 \cdot Ц}{100}, \text{ грн} \quad (6.9)$$

де α_1 – відсоток відррахувань від балансової вартості обладнання [26,с.92].

$$A_{r1} = \frac{15 \cdot 1.15 \cdot 1476000}{100} = 254610 \text{ грн}$$

$$A_{r2} = \frac{15 \cdot 1.15 \cdot 2225000}{100} = 383812.5 \text{ грн}$$

Витрати на амортизацію розраховуємо за формулі (6.8):

$$A_1 = \frac{254610 \cdot 100}{4015 \cdot 60} = 105.69 \text{ грн}$$

$$A_2 = \frac{383812.5 \cdot 100}{4015 \cdot 60} = 159.32 \text{ грн}$$

Розраховуємо нарахування на обслуговування за рік згідно формули (6.10):

$$O = \frac{O_r \cdot 100}{F_d \cdot 60}, \text{ грн} \quad (6.10)$$

де O_r –нарахування на обслуговування за рік, визначаються за формулою (6.11):

$$O_r = \frac{\alpha_2 \cdot 1.15 \cdot Ц}{100}, \text{ грн} \quad (6.11)$$

де α_2 – відсоток відррахувань від балансової вартості обладнання [26,с.92].

$$O_{r1} = \frac{0.5 \cdot 1.15 \cdot 1476000}{100} = 8047 \text{ грн}$$

$$O_{r2} = \frac{0.5 \cdot 1.15 \cdot 2225000}{100} = 12793.75 \text{ грн}$$

Нарахування за обслуговування розраховуємо за формулі (6.10):

$$O_1 = \frac{8047 \cdot 100}{4015 \cdot 60} = 3.52 \text{ грн}$$

$$O_2 = \frac{12793.75 \cdot 100}{4015 \cdot 60} = 5.31 \text{ грн}$$

Витрати на ремонт обладнання визначаємо за формулою (6.12):

$$P = \frac{P_r \cdot 100}{F_d \cdot 60}, \text{ грн} \quad (6.12)$$

де P_r – нарахування на ремонт за рік, визначаються за формулою (6.13):

$$P_r = \frac{\alpha_3 \cdot 1.15 \cdot Ц}{100}, \text{ грн} \quad (6.13)$$

де α_3 – відсоток відрахувань від балансової вартості обладнання [26,с.92].

$$P_{r1} = \frac{4.5 \cdot 1.15 \cdot 1476000}{100} = 76383 \text{ грн}$$

$$P_{r2} = \frac{4.5 \cdot 1.15 \cdot 2225000}{100} = 115143.75 \text{ грн}$$

Розраховуємо витрати на ремонт по формулі (6.12):

$$P_1 = \frac{76383 \cdot 100}{4015 \cdot 60} = 31.71 \text{ грн}$$

$$P_2 = \frac{115143.75 \cdot 100}{4015 \cdot 60} = 47.8 \text{ грн}$$

Витрати на інструмент визначаються за [26,с.94,т.2.20]: $I=0.092$ грн

Деталь під час обробки закріплюється за допомогою уніфікованого пристосування, що значить витрати на нього не потрібні ($\Pi = 0$ грн).

Технологічну собівартість розрахуємо за формулою (6.4):

$$C_1 = (1.09 + 1.7 + 0.06 + 0 + 0.092 + 105.69 + 3.52 + 31.71) \times \\ \times 31.17 = 4484.31 \text{ грн}$$

$$C_2 = (1.7 + 1.7 + 0.16 + 0 + 0.092 + 159.32 + 5.31 + 47.8) \times \\ \times 16.17 = 3492.44 \text{ грн}$$

Економічна ефективність визначається за формулою (6.3):

$$E_e = (4484.31 \cdot 2000 + 0.15 \cdot 1476000 \cdot 1) - \\ - (3492.44 \cdot 2000 + 0.15 \cdot 2225000 \cdot 1) = 1871389.5 \text{ грн}$$

Як видно з проведених розрахунків проведення обробки на сучасному обробному центрі з ЧПК мод. TL200EX економічно вигідніше ніж на токарно-карусельному верстаті з ЧПК мод. SKIQ-12CM. Річна економія від заміни обладнання становить 1871389.5 грн

7 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

Для виконання будь якої роботи необхідно дотримуватись норм та правил з охорони праці (ОП).

Так під час виконання розділу з ОП для магістерської роботи дані відповіді на ряд питань з безпеки праці, які можуть виникнути під час виготовлення деталі «Кільце внутрішнє».

Потреба вирішення питань безпеки зумовлює створення цілісної системи знань охорони праці, необхідних щоб у бідь яких умовах мати змогу приймати правильні та вивержені рішення. У сфері виробничої діяльності ступінь виробничого травматизму є значно високим, на що впливає ряд чинників.

До таких чинників відносяться недоліки в організації праці, порушень трудової та технологічної дисциплін, недостатній об'єм знань персоналу, відсутність контролю за безпечним та правильним виконанням роботи і дотриманням норм законодавчої бази.

7.1 Розрахунок системи штучного освітлення у приміщенні

Необхідно провести розрахунок системи штучного освітлення у приміщенні, де проводяться роботи [27].

Параметри приміщення приймаються, як: довжина $A = 6$ м, ширина $B = 4$ м, висота $H = 4$ м, висота робочої поверхні $h = 0.7$ м.

За ДБН В.2.5-28-2018 «Природне і штучне освітлення. Норми проектування» освітлення у робочому кабінеті нормуються як $E_n = 200$ Лк. [28].

Приймаємо розряд зорової роботи – III г.

Коефіцієнти відбиття поверхонь у приміщенні буде: $\rho_c=70\%$; $\rho_{ст}=50\%$; $\rho_{п}=30\%$;

Обираєм тип світильника - ЛВП (IP=54 – ступінь захисту світильника, $[L/h] = 1,3$ – числове значення коефіцієнта світильника).

Коефіцієнт запасу включає у себе зниження рівня освітленості з часом у результаті забруднення ламп. Тому приймаємо $k_3 = 1,4$.

Коефіцієнт мінімального освітлення для люмінесцентних ламп низького тиску, приймається $z = 1,1$.

Проводимо визначення кількості рядів світильників у приміщенні за формулою (7.1):

$$N_p = \frac{B}{(H - h_p) \cdot [L/h]}, \text{ряди} \quad (7.1)$$

$$N_p = \frac{4}{(4 - 0.7) \cdot 1.3} \approx 0.93 = 1$$

Максимально припустима відстань між рядами світильників визначається з рівняння (7.2):

$$L_{max} = \frac{B}{N_p}, \text{м} \quad (7.2)$$

де N_p – кількість рядів світильників у приміщення, шт.

$$L_{max} = \frac{4}{1} = 4 \text{ м}$$

Висоту підвісу світильника визначаємо по формулі (7.3):

$$h = \frac{L_{max}}{[L/h]}, \text{м} \quad (7.3)$$

де L_{max} – максимально припустима відстань між рядами світильників, м;

L/h - числове значення коефіцієнтів світильника.

$$h = \frac{4}{11.3} = 3.07 \text{ м}$$

Так як висота розміщення світильників над робочою поверхнею і висота звисання світильника від стелі не відомі, то розрахунок звисання розв'язується за формулою (7.4):

$$h_3 = H - h_p - h, \text{ м} \quad (7.4)$$

$$h_3 = 4 - 0.7 - 3.07 = 0.23 \text{ м}$$

Значення індексу приміщення розраховується за рівнянням (7.5):

$$i = \frac{A \cdot B}{h \cdot (A + B)} \quad (7.5)$$

де A – довжина приміщення, м;

B – ширина приміщення, м;

h – висота розміщення світильників над робочою поверхнею, м.

$$i = \frac{6 \cdot 48}{3.07 \cdot (6 + 4)} = 0.78$$

Виходячи з розрахованого вище індексу приміщення та коефіцієнта використання світового потоку ($\eta = 38\%$) визначаємо сумарний світловий потік

освітлюваної установки за формулою (7.6):

$$\Phi_{\Sigma} = \frac{E_H \cdot S \cdot k_3 \cdot z}{\eta}, \text{ лм} \quad (7.6)$$

де S – площа світлової поверхні, м^2 .

$$\Phi_{\Sigma} = \frac{200 \cdot 4 \cdot 6 \cdot 1.4 \cdot 1.1}{0.38} = 19452 \text{ лм}$$

Визначаємо умовну загальну кількість світильників у приміщенні з рівняння (7.7):

$$N^* = \frac{A \cdot B}{L_{max}^2} \quad (7.7)$$

$$N^* = \frac{4 \cdot 6}{16} = 1.5 \approx 2 \text{ шт}$$

Розраховуємо світловий потік умовного джерела за формулою (7.8):

$$\Phi_{л}^* = \frac{\Phi_{\Sigma}}{N_{л}}, \text{ лм} \quad (7.8)$$

де $N_{л}$ - загальна кількість ламп у приміщенні, визначається за формулою (7.9):

$$N_{л} = N^* \cdot n \quad (7.9)$$

$$N_{л} = 2 \cdot 2 = 4 \text{ шт}$$

Виконуємо розрахунок світлового потоку умовного джерела по рівнянню (7.8):

$$\Phi_{л}^* = \frac{19452}{4} = 4863 \text{ лм}$$

Обираємо тип лампи з більш приблизним значенням фактичного світлового потоку лампи і знаходимо коефіцієнт співвідношення між розрахунковим світловим потоком лампи та фактичним світловим потоком лампи, тобто вибираємо: лампу ЛБ 65 з $\Phi_{л} = 4800 \text{ лм}$

Співвідношення між розрахунковим і фактичним світловим потоком

розраховуємо по формулі (7.10):

$$m = \frac{\Phi_{\text{л}}^*}{\Phi_{\text{л}}} \quad (7.10)$$

$$m = \frac{4863}{4800} = 1.01$$

Оптимальна кількість світильників у приміщенні розраховуємо за формулою (7.11):

$$N = N^* \cdot m, \text{ ряд} \quad (7.11)$$

$$N = 2 \cdot 1.01 = 2 \text{ шт}$$

Фактична кількість ламп у приміщенні визначаємо за формулою (7.12):

$$N_{\text{д}} = N \cdot n, \text{ шт} \quad (7.12)$$

$$N_{\text{д}} = 2 \cdot 2 = 4 \text{ шт}$$

Визначити загальну розрахункову освітленість у приміщенні, що створюється при застосуванні стандартних ламп можна по формулі (7.13):

$$E_p = \frac{\Phi_{\text{л}} \cdot N_{\text{д}} \cdot \eta}{S \cdot k_3 \cdot z}, \text{ лк} \quad (7.13)$$

$$E_p = \frac{4800 \cdot 4 \cdot 0.38}{6 \cdot 4 \cdot 1.4 \cdot 1.1} = 197.4 \text{ лк}$$

Тобто виконується умова: $E_p = (-10\% \dots + 20\%) \cdot E_{\text{н}}, \text{ лк}$

Необхідно розрахувати потужність освітлюваної установки за формулою (7.14):

$$P_{\Sigma} = N_{\text{д}} \cdot P_{\text{д}}, \text{Вт} \quad (7.18)$$

$$P_{\Sigma} = 6 \cdot 65 = 260 \text{ Вт}$$

ВИСНОВОК

У ході виконання магістерської роботи було спроектовано та розроблено ТП для виготовлення деталі «Кільце внутрішнє».

Для виготовлення даної деталі біло обрано та економічно обґрунтовано отримання заготовки методом лиття у кокіль. Складено МОП та за ним розраховані припуски на сторони. Також згідно МОП було складено МВД.

За допомогою спеціального модуля у NX CAM написані управляючі програми на три операції та проведено розрахунок на міцність.

Для автоматизації обробки запропоновано при проектуванні виробничої дільниці та цеху встановити стрічковий конвеєр. А у розділі «Спеціальне завдання» піднято тему прожиг, так як у деталі «Кільце внутрішнє» є п'ять поясів отворів які отримують на операції прожиг.

Для оптимізації та економічного ефекту спроектовано робоче пристосування для свердління десяти отворів, та контрольне пристосування для контролю радіального биття.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Сатурн. [Електронний ресурс], режим доступу - URL: <http://saturn-sv.ru/khn60vt-ei868>.
2. Вікіпедія. Гартування. [Електронний ресурс], режим доступу - URL: <https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%93%D0%B0%D1%80%D1%82%D1%83%D0%B2%D0%B0%D0%BD%D0%BD%D1%8F>.
3. Студопедія. Визначення типу виробництва. [Електронний ресурс] режим доступу - URL: https://studopedia.com.ua/1_190207_viznachennya-tipu-virobnitstva.html.
4. Методические указания к практическим занятиям по дисциплине «Технологии машиностроения» (раздел – проектирование технологических процессов), для студентов направления 6.050502. Специальности «Металлорежущие станки и системы» всех форм обучения / Сост.: А.В.Алексеев. – Запорожье: ЗНТУ, 2011. – 86с.
5. Приложения к методическим указаниям для выполнения практических занятий по дисциплинам «Технологические основы машиностроения», «Технология машиностроения», «Теоретические основы технологии изготовления деталей и сборки машин» для студентов специальности 6.05050201 – технология машиностроения всех форм обучения // Сост.: В.И. Ципак (переиздание 2-е). Под ред., Гончар Н.В. – Запорожье: ЗНТУ, 2012 – 62 с.
6. StudFiles. 1.2 Складання маршруту обробки деталей. [Електронний ресурс] режим доступу - URL: <https://studfile.net/preview/5398887/page:2/>.
7. Студопедія. Правила вибору баз. [Електронний ресурс] режим доступу - URL: <https://studopedia.org/12-37794.html>.
8. Engineering. Серійне виготовлення деталей з металу на ЧПУ верстатах. [Електронний ресурс] режим доступу - URL: <https://ncengineering.net/articles/izgotovleniye-metatlicheskikh->

detaley.html?gclid=CjwKCAjww5r8BRB6EiwArcckC7hvPF7kHj9CPsb9GsuleKN7vwUokKNFpQGWhV9PLmywoGbVvHzM6RoCM34QAvD_BwE.

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

10. ГОСТ 18868-73 Різці прохідні відігнуті з пластинами зі швидкорізальної сталі. Конструкція і розміри (зі Зміною N 1) [Електронний ресурс]:– Чинний від 1974-07-01. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200015986>.

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

12. ГОСТ 18882-73 Різці розточувальні з пластинами з твердого сплаву для обробки наскрізних отворів. Конструкція і розміри (з Змінами N 1, 2) [Електронний ресурс]:– Чинний від 1974-07-01. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200016001>.

13. ГОСТ 18874-73 Різці прорізні і відрізні зі швидкорізальної сталі. Конструкція і розміри [Електронний ресурс]:– Чинний від 1974-07-01. URL: <http://vsegost.com/Catalog/41/41486.shtml>.

14. ОСТ 2 И20-1-80 Свердла спіральні з циліндричним хвостовиком для верстатів з ЧПУ. Основні розміри [Електронний ресурс]:– Чинний від 1980-12-01. URL: <http://docs.cntd.ru/document/471819650>.

15. ГОСТ 1672-80 Розгорнення машинні цільні. Типи, параметри і розміри [Електронний ресурс]: – Чинний від 1995-07-01. URL: <http://vsegost.com/Catalog/30/30543.shtml>.

16. Горбацевич А.Ф., Шкред В.А. Курсовое проектирование по технологии машиностроения: [Учебное пособие для машиностроительных специальностей вузов] – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Высшая школа, 1983 – 256 с.

17. Богуслаев В.А. Станочные приспособления: монографія / В. А. Богуслаев, В. А. Леховицер, А. С. Смирнов. – Запорожье: ОАО «Мотор-Сич», 2004 – 461 с.

18. ГОСТ 15608-81. Пневмоцилиндри поршневі. Технічні умови (зі Змінами N 1, 2, 3) [Електронний ресурс]: – Чинний від 1983-01-01. URL: <http://vsegost.com/Catalog/30/30543.shtml>.

19. StudRef. Автоматизация отвода стружки. [Электронный ресурс] режим доступа - URL: https://studref.com/318120/tehnika/avtomatizatsiya_otvoda_struzhki.

20. Вікіпедія. Скребковий конвеєр. [Електронний ресурс] режим доступу - URL: https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%BA%D1%80%D0%B5%D0%B1%D0%BA%D0%BE%D0%B2%D0%B8%D0%B9_%D0%BA%D0%BE%D0%BD%D0%B2%D0%B5%D1%94%D1%80.

21. Вікіпедія. Вібраційний конвеєр. [Електронний ресурс] режим доступу - URL: https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%92%D1%96%D0%B1%D1%80%D0%B0%D1%86%D1%96%D0%B9%D0%BD%D0%B8%D0%B9_%D0%BA%D0%BE%D0%BD%D0%B2%D0%B5%D1%94%D1%80.

22. Станочный МИР. Эффективная работа токарного цеха: своевременное удаление и транспортировка металлической стружки. [Электронный ресурс] Режим доступа - <https://stanok-kpo.ru/stati/udalenie-struzhki.html>.

23. Електроерозійні верстати з ЧПК. [Електронний ресурс] режим доступу - URL: <https://mirstankov.com/uk/shop/oborudovanie-uk-2/elektroerozijni-verstati-z-chpu/>.

24. Электроэрозионная супердрель SJD 703 с ЧПУ (ZNC). [Электронный ресурс] режим доступа - URL: <https://iskrostan.prom.ua/p535506032-elektroerozionnaya-superdrel-sjd.html>.

25. Hypertherm. Рекомендации и методы автоматизированной плазменной резки. [Электронный ресурс] режим доступа - URL: <https://www.hypertherm.com/ru/learn/articles/tips-and-techniques-for-automated-plasma-cutting/>.

26. Методичні вказівки до дипломного проектування з технології авіадвигунобудування і машинобудування для студентів спеціальностей «Технологія машинобудування» (8.090202) та «Технологія будування авіаційних двигунів» (7.900260) усіх форм навчання. / ЗНТУ; уклад.: В. К. Яценко, В. І. Ципак,

Є. Я. Коренєвський [та ін]. – Запоріжжя, ЗНТУ, 2003. – 245.

27. Методичні вказівки до лабораторного заняття «Розрахунок загального рівномірного штучного освітлення виробничих приміщень» з дисципліни «Цивільний захист і охорона праці в галузі»: для студентів усіх спеціальностей та форм навчання /Укл. : В.І. Шмирко, О.В. Коробко, Ю.І. Троян. – Запоріжжя: каф. ОПіНС. НУ «Запорізька політехніка», 2020. – 36с., 3 рис., 12 табл.

28. ДБН В.2.5-28-2018. Природне і штучне освітлення. [На заміну ДБН В.2.5-28-2006 ; чинний з 2019-03-01]. К. : Мінрегіон України, 2018. 133 с.

ДОДАТОК А

Лист прим.		Формат	Зона	Лист	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание	
						Документация			
		A2			НУЗП 293344.004 СК	Складальне креслення			
						Сборочные единицы			
			1		Пневматичний циліндр	1			
					ГОСТ 15608-81				
						Детали			
			2		Корпус	1			
			3		Стакан	1			
			4		Кондукторна плита	1			
			5		Палець Ø32	1			
			6		Палець Ø16	1			
			7		Шток	1			
						Стандартные изделия			
			8		Болт М15-6g 33	1			
					ГОСТ 7798-70				
			9		Гайка М40-6Н	1			
					ГОСТ 14087-69				
			10		Палець Ø12-f7 87	3			
					ГОСТ 17774-72				
			11		Шайба відкидна 7019-0571	1			
					ГОСТ 9060-69				
		Изм. Лист № докум. Подп. Дата НУЗП 293344.004 СК							
Изм. № подл.		Разработ.	Красуля С.І.			Пристосування для свердління 10 отворів	Лист	Лист	Листов
		Проб.	Канонюк В.В.					1	2
		Нконтр.	Кандратюк Е.В.				НУЗП		
		Утв.	Дядя С.І.				гр.Мз-119м		

Копіював

Формат А4

[illegible]

ДОДАТОК Б

Перв. примен.	Формат	Лист	Лист	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
	А2						
Сред. №					Документация		
					Складальные кресления		
					Сборочные единицы		
			1		Электронный индикаторный годинник	1	
			2		Блок датчиків	1	
					Детали		
			3		Плита	1	
			4		Стойка	1	
			5		Планка	1	
			6		Ролик	2	
Подп. и дата					Стандартные изделия		
Инд. № докум.					Болт 2x5,5 ГОСТ 7798-70	2	
Взам. инд. №							
Подп. и дата							
Инд. № подл.	Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	НУЗП 401386.004 СК	
	Разработ	Красуля С.И.				Приспособления для контроля радиального бита	Лист
Пров.	Каноник В.В.				Лист		Листов
							1
	Н.контр.	Кондратюк Е.В.				НУЗП гр.Мз-119м	
	Читб.	Дядя С.И.					

Копировать
Формат А4

ДОДТОК В

ОХОРОНА ПРАЦІ

В.1 Аналіз потенційних небезпек

Під час технологічного процесу виготовлення деталей на механічній дільниці ймовірними є наступні потенційні небезпеки:

1. Механічні травми внаслідок організаційних причин:

а) нераціонального планування та організації робочого місця; в наслідок застосування меблів, що не відповідають ергономічним вимогам людини;

б) захаращення заготівками і деталями робочого місця при незбалансованості технологічного процесу та роботи обладнання [B1];

в) травми та пошкодження шкіряного покриву при розвантаженні і завантаженні заготівок та деталей [B2];

д) падіння заготівок та деталей, що були недостатньо надійно закріплені на верстаті, може привести до травмування фахівців [B3].

2. Можливість ураження електричним струмом внаслідок несправності електрообладнання, незнання, або порушення правил електробезпеки, що може призвести до електричних травм або летального наслідку [B4].

3. Під час токарної обробки деталей можливе травмування очей частками пилю або стружкою, що відлітає в процесі обробки матеріалів, при порушенні технологічного процесу.

4. Можливе попадання змащувально-охолоджувальної рідини в очі в процесі виконання робіт при відсутності захисних пристроїв (екранів) і роботі без захисних окулярів або щитків [B3].

5. Нервово-психічні навантаження в наслідок специфіки виконуваних робіт, що призводить до захворювань загального характеру.

6. При систематичному недотриманні режиму праці і відпочинку та довготривалому статистичному навантаженні, при виконанні робіт у вимушеній

(нерациональній) позі, ймовірні захворювання периферичної нервової системи: неврити, радикуліти.

7. Постійний вплив на органи дихання, шкіряні покрови та слизові оболонки токсичних та дратуючих речовин, що присутні у складі змащувально-охолоджуючої рідини, може призвести до алергічних реакцій у працюючих [B1].

8. Недостатнє освітлення виробничих приміщень і робочих місць, у зв'язку з несправністю, або хибного вибору освітлювальних приладів, що призводить до погіршення зору;

9. Підвищений рівень шуму, що супроводжує роботу значної кількості верстатів, приводе до роздратованості, збільшенню помилок, в окремих випадках - до погіршення слуху.

10. Можливість загорянь внаслідок порушень правил пожежної безпеки, що може призвести до пожеж.

11. Неправильні дії персоналу під час НС внаслідок відсутності управління та паніки, що може призвести до травм та летальних наслідків.

В.2 Заходи по забезпеченню техніки безпеки

Щоб уникнути механічних та електричних травм під час роботи на верстатах та іншому обладнанні передбачені заходи по проведенню навчання, перевірки знань з питань охорони праці, надання першої медичної допомоги потерпілим від нещасних випадків, а також правил поведінки та дій при виникненні аварійних ситуацій, пожеж і стихійних лих згідно НПАОП 0.00-4.12-05 «Типове положення про порядок проведення навчання і перевірки знань з питань охорони праці» [B5].

Згідно Наказу міністерства охорони здоров'я України від 21 травня 2007р. №246 «Про затвердження порядку проведення медичного огляду працівників

певних категорій» до роботи допускаються особи, що пройшли медичний огляд та не мають протипоказань до цієї роботи.

Для забезпечення безпеки при проведенні дослідів та оптимізації технологічного процесу використовується обладнання, що відповідає «Технічному регламенту безпеки машин» [B6].

Органи керування верстатом відповідають вимогам . ДСТУ EN 894-3:2017 «Безпечність машин. Ергономічні вимоги до проектування індикаторів і органів керування. Частина 3. Органи керування» [B7].

Робітники повинні дотримуватися правил безпеки при роботі згідно НПАОП 0.00-1.71-13 «Правила охорони праці під час роботи з інструментом та пристроями» Відповідальність за дотримання справного стану і безпечну експлуатацію металорізального верстату покладається на керівника підрозділу, за яким закріплений верстат [B8].

Для уникнення можливих травм при контакті з рухомими частинами обладнання передбачені захисні огорожі згідно ДСТУ EN ISO 14120:2017 «Безпечність машин. Захисні огорожі. Загальні вимоги до проектування та будівництва стаціонарних і знімних захисних огорож» [B9].

При проектуванні та експлуатації технологічного обладнання передбачено застосування пристроїв, які виключають ймовірність контакту людини з небезпечною зоною, або знижують небезпеку контакту (засоби захисту робітників).

Для уникнення травм внаслідок руйнування інструменту необхідно працювати тільки з огороженим інструментом. При проведенні розрахунків на міцність огорож, необхідно враховувати ймовірність вильоту та удару об огорожу заготовок і ріжучого інструменту.

Перед початком роботи потрібно перевірити справність обладнання, гальмівних пристроїв на холостому ході, а також перевірити на справність та наявність дефектів ріжучий інструмент та засоби для закріплення деталей для уникнення ймовірності їх вильоту внаслідок недостатнього закріплення. Не

допускати при роботі різних змін режимів різання для того, щоб уникнути можливості руйнування інструменту або порушення закріплення деталі.

Для захисту від можливих порізів, опіків та травм, пов'язаних з вильотом стружки необхідно надати робітнику засоби індивідуального захисту (спеціальний одяг, спеціальне взуття, засоби захисту рук, очей) згідно ДСТУ 7239:2011 «ССБП. Засоби індивідуального захисту. Загальні вимоги та класифікація». Мінімальна відстань від проходу до фронтальної частини верстата повинна становити 1 м, до бокової та тильної сторони 0,5 м. Ширина проходів складає 1,4 -2.5м, зона робітника приймається рівною 0,8 м, ширина проїзду-4.5м. ДБН В.2.2-28:2010 «Будинки і споруди. Будинки адміністративного та побутового призначення» [B10].

Розташування обладнання з точки зору безпеки та ергономіки відповідає вимогам. ДБН В.2.2-28:2010 «Будинки і споруди. Будинки адміністративного та побутового призначення» [B1, B10].

Робітники повинні утримувати робоче місце в чистоті, не захаращувати його деталями, металевими відходами, сміттям. Під час роботи не вживати алкогольні напої, дотримуватися вимог санітарних норм та правил особистої гігієни.

Для здійснення безпечної, безаварійної та високопродуктивної роботи електроустановок необхідно правильно організовувати їх експлуатацію для уникнення можливості помилок зі сторони обслуговуючого персоналу.

Для усунення ймовірності ураження електричним струмом в лабораторії с електрообладнанням, що здійснюється від мережі змінного струму напругою 220 В і частотою 50 Гц. Відповідно до вимог «ПУЕ-2014», електрообладнання на ділянці характеризується як електроустановки до 1000 В, передбачаються організаційні та технічні заходи. [B11]. До організаційних відносять проведення навчання правилам електробезпеки, перевірка знань та атестація персоналу згідно НПАОП 0.00-4.12-05 «Типове положення про порядок проведення навчання і перевірки знань з питань охорони праці» [B5]. До технічних заходів відноситься захисне заземлення, що передбачається згідно ПУЕ-2017 величина опору контуру

захисного заземлення електрообладнання приміщення у будь-яку пору року не перевищує – 4 Ом.

В.3 Заходи по забезпеченню виробничої та гігієнічної санітарії праці

Заходи щодо забезпечення виробничої санітарії і гігієни праці розроблені відповідно до вимог Державних санітарних норм та правил «Гігієнічна класифікація праці за показниками шкідливості та небезпечності факторів виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу», МІОУ 06.05.2014 р. за № 472/25249 (далі – «Гігієнічна класифікація праці») [В11].

Метеорологічні умови (температура повітря, відносна вологість повітря й швидкість його переміщення) відповідають встановленим санітарно-гігієнічним вимогам ДСН 3.3.6.042-99 «Державні санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень» і ГОСТ 12.1.005-88 (1991) «ССБТ. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны». На механічній ділянці роботи виконуються стоячи, належать до категорії П_б – робота середньої важкості, тому передбачені наступні оптимальні значення параметрів мікроклімату [В12]:

- у холодний період року: температура 18-20°C; відносна вологість: 40-60%; швидкість переміщення повітря: 0,1 м/с;
- у теплий період року: температура 21-23°C; відносна вологість: 40-60%; швидкість переміщення повітря: 0,2 м/с.

Неправильне проектування або несправність систем опалення та вентиляції в приміщенні може призвести до негативних впливів на здоров'я працівників у вигляді простудних захворювань, перегрівань, проблем із дихальними шляхами тощо. Для запобігання запиленості та загазованості приміщення пилом і парами речовин, що утворюються при випаровуванні змащувально-охолоджувальної рідини та мастил передбачена система вентиляції, що відповідає вимогам ДБН В.2.5-67:2013 «Опалення, вентиляція та

кондиціонування». При розрахунках та виборі системи вентиляції враховується повітрообмін (процес заміни відпрацьованого і забрудненого повітря у виробничому приміщенні свіжим за допомогою природної і (або) механічної вентиляції). Величина обміну повітря, м/год, – один з головних показників, необхідних для проектування будь-якої з систем вентиляції виробничого приміщення. Обмін повітря розраховуватись так, щоб концентрація шкідливих речовин (пари, гази, волога, пил або аерозолі та ін.) в приміщенні під час роботи вентиляції не перевищувала допустимих рівнів чи гранично допустимих концентрацій (ГДК). ГДК деяких шкідливих речовин встановлюються згідно ГОСТ 12.1.005- 88 і ДСН 3.3.5.042 — 99 «Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень» [B12].

Рівень шуму в робочих кімнатах та лабораторіях не повинен перевищувати 65 дБ згідно вимог ДСН 3.3.6.037-99 «Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку», а на механічній дільниці-80дБ. При організації робочого місця необхідно приймати всі необхідні заходи для зменшення шуму, який впливає на людину на робочих місцях до значень, котрі не перевищують допустимі. Це досягається за рахунок розробки, застосування засобів і методів колективного та індивідуального захисту, використання сучасної техніки с більш меншим виділенням шуму а також це повинно враховуватись при проектуванні підприємств, будівель та споруд різного призначення.

Оцінку впливу рівня вібрацій проводиться за ДСТУ ISO 2631-1:2004«Вібрація та удар механічні. Оцінка впливу загальної вібрації на людину». Необхідно дотримуватися санітарних норм при роботі з наявністю вібрацій згідно ДСН 3.3.6.039-99. «Державні санітарні норми виробничої загальної та локальної вібрацій». При роботі, яка супроводжується вібраціями необхідно робити перерву через кожні 10-15 хвилин роботи. Потрібно зменшувати вібрації за рахунок застосувань конструктивних і технологічних методів, застосовувати засоби віброізоляції та вібропоглинання, своєчасно проводити плановий та попереджувальний ремонт обладнання. Потрібно застосовувати заходи лікувально-профілактичного характеру: професійні та профілактичні огляди,

вітамінізація, лікувальні гімнастика та масаж рук. Для профілактичного лікування та відпочинку працюючих повинні бути організовані профілакторії та кабінети і кімнати, де проводять масаж рук у струмені теплого повітря або сухий обігрів та мікромасаж на спеціальному обладнанні [B13].

При проведенні робіт за металорізальним обладнанням необхідно застосовувати систему комбінованого освітлення. Освітленість при роботі за верстатом в зоні обробки повинна бути не менше 2 000 лк, що досягається за рахунок місцевого освітлення, яке передбачається конструкцією обладнання. Вимоги природного та штучного освітлення в приміщеннях повинні виконуватись згідно ДБН В.2.5-28-2018 «Природне і штучне освітлення». Значення освітленості на поверхні робочого столу в зоні розміщення документів має становити 300-500 лк, якщо ці значення неможливо забезпечити системою загального освітлення, допускається використовувати місцеве освітлення. Штучне освітлення – освітлення будинків, приміщень, споруд та створення зовнішнього освітлення за допомогою спеціальних електроосвітлювальних установок – світильників. Система загального освітлення призначена для освітлення всього приміщення. Правильно спроектоване та виконане освітлення забезпечує можливість нормальної діяльності, зберігає зір людини, стан його центральної нервової системи. В значній мірі від умов освітленості залежить безпека та продуктивність праці. На механічній ділянці рівень загального освітлення становить 200 люкс. Штучне освітлення в приміщенні, здійснено системою загального рівномірного освітлення. Як джерела штучного освітлення в приміщенні застосовані люмінесцентні лампи типу ЛБ. При застосуванні яких дотримались наступних умов:

- температура навколишнього повітря не повинна бути нижче, ніж 5°C;
- напруга на освітлювальних приладах повинна бути не менше, ніж 90% номінальної.

В.4 Заходи з пожежної безпеки

Пожежі представляють собою велику загрозу життю та здоров'ю працівників та можуть призвести до величезних матеріальних збитків. Питання забезпечення пожежної безпеки будівель і споруд має велике значення та регламентується спеціальними державними постановами і рішеннями. Пожежна безпека забезпечується системою запобігання пожежі і системою пожежного захисту згідно НАПБ А.01.001-2014 «Правила пожежної безпеки в Україні». Ці правила встановлюють загальні вимоги з пожежної безпеки до будівель, обладнання, майна [В14].

Відповідно до вимог ДСТУ Б В.1.1-36:2016 «Визначення категорій приміщень, будинків та зовнішніх установок за вибух пожежною та пожежною небезпекою», механічна дільниця належить до категорії «Д» з пожежної небезпеки – простір у приміщенні, у якому перебувають тверді горючі речовини та матеріали [В15].

Згідно ДСТУ EN 2:2014 «Класифікація пожеж (EN 2:1992, EN 2:1992/A1:2004, IDT)» у приміщенні дослідницької лабораторії, обладнаному ПК з ВДТ можлива пожежа класу – А (пожежа, що супроводжується горінням твердих матеріалів) та Е (горіння електроустановок, що перебувають під напругою до 1000 В), на дільниці також можливі пожежі класу А [В16].

Причинами пожежі можуть бути: несправність електрообладнання (коротке замикання, перевантаження); тривале перевантаження двигунів, приводів; порушення ізоляції, потрапляння іскор або стружки з високою температурою на легкозаймисті матеріали або спецодяг.

Оскільки механічна дільниця та приміщення дослідницької лабораторії, належать до категорії «Д» з пожежної небезпеки, тому згідно вимог ДБН В.1.1-7:2016 «Пожежна безпека об'єктів будівництва. Загальні вимоги» воно має II ступінь вогнестійкості [В15].

У разі виникнення пожежі у приміщенні для евакуації персоналу відповідно до вимог ДБН В.1.1-7:2016 «Пожежна безпека об'єктів будівництва. Загальні вимоги» передбачені виходи, по обидві сторони приміщення, з одного боку вікно (на пожежні сходи), а з іншого – входні двері. Згідно п. 2.29 СНиП 2.09.02-85* «Производственные здания», відстань від найбільш віддаленого робочого місця до найближчого евакуаційного виходу не обмежується у адміністративних приміщеннях та становить 75 метрів у цеху [B15].

Згідно вимог ДБН В.2.5-56:2014 «Системи протипожежного захисту», в приміщенні (дільниці, дослідницької лабораторії, конструкторського бюро, тощо) встановлена система пожежної й охоронної сигналізації «Сигнал-ВК6». Яка забезпечує виявлення теплових і димових ознак пожежі і місця виникнення пожежі з точністю до місця розміщення датчика. Пожежна сигналізація використовується для виклику пожежних команд при виникненні пожеж. До основних елементів пожежної сигналізації належать: повідомлювачі (сигнал тривоги про пожежу), які встановлюються поза або всередині споруди; приймальні апарати або установки для приймання і фіксації сигналів від повідомлювачів; повітряні або кабельні лінії, які з'єднують повідомлювачів з пожежною службою (найчастіше це телефонний зв'язок за номером 01).

Система пожежної сигналізації повинна швидко виявляти місце виникнення пожежі; надійно передавати сигнал про пожежу на приймально-контрольний прилад, а також до пункту прийому сигналів про пожежу; перетворювати сигнал про пожежу у форму, зручну для сприймання персоналом захищаного об'єкта; залишатися нечутливою до впливу зовнішніх факторів, що відмінні від факторів пожежі; швидко виявляти та передавати сповіщення про несправності, що перешкоджають нормальному функціонуванню системи [B13].

Для даної категорії приміщення і класу пожежі рекомендується оснащувати приміщення порошковими вогнегасниками місткістю 5л в кількості 2 шт згідно «Правила експлуатації та типові норми належності вогнегасників», затверджені наказом МВСУ 15.01.2018 № 25 та зареєстровані в МІОУ 23.02.2018 р. за № 225/31677. В порошкових вогнегасниках джерелом гасіння є сухий

порошок. Призначаються для гасіння твердих, рідких та газоподібних речовин, а також для матеріалів, які тліють. Рекомендуються для гасіння електроустановок з напругою до 1000 В. Зберігати потрібно у вертикальному стані в легкодоступному місці, захищеному від прямих сонячних променів і далеко від нагрівальних приладів [B16].

B.5 Заходи по забезпеченню безпеки у надзвичайних ситуаціях

Повноваження Кабінету Міністрів України та інших центральних органів виконавчої влади у сфері цивільного захисту, згідно Кодексу цивільного захисту України.

1. До повноважень Кабінету Міністрів України у сфері цивільного захисту належить [B17]:

- 1) керівництво єдиною державною системою цивільного захисту;
- 2) організація здійснення заходів щодо ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій;
- 3) встановлення порядку віднесення міст до відповідних груп цивільного захисту, а суб'єктів господарювання – до відповідних категорій цивільного захисту;
- 4) віднесення міст до груп цивільного захисту, затвердження їх переліку;
- 5) створення резерву засобів індивідуального захисту та матеріальних резервів для запобігання та ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій, визначення їх обсягу і порядку використання;
- 6) вжиття заходів щодо забезпечення готовності єдиної державної системи цивільного захисту до дій в умовах надзвичайних ситуацій та в особливий період;
- 7) визначення порядку переведення єдиної державної системи цивільного захисту з режиму функціонування у мирний час на функціонування в умовах особливого періоду;

8) залучення сил цивільного захисту до проведення аварійно-рятувальних та інших невідкладних робіт, ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій, гуманітарних операцій за межами України;

9) забезпечення здійснення заходів щодо соціального захисту постраждалих внаслідок надзвичайних ситуацій;

10) розроблення та здійснення заходів, спрямованих на забезпечення сталого функціонування суб'єктів господарювання в особливий період;

11) забезпечення реалізації вимог техногенної та пожежної безпеки;

12) визначення мобілізаційного завдання для задоволення потреб цивільного захисту та порядку накопичення, зберігання і використання мобілізаційних резервів для потреб цивільного захисту в особливий період;

13) визначення порядку підготовки та здійснення потенційно небезпечних заходів в умовах присутності цивільного населення за участю особового складу Збройних Сил України, інших військових формувань та правоохоронних органів з використанням озброєння і військової техніки;

14) визначення порядку розроблення планів цивільного захисту на особливий період та інших планів у сфері цивільного захисту;

15) затвердження щорічного плану основних заходів цивільного захисту України та плану комплектування з навчання керівного складу та фахівців, діяльність яких пов'язана з організацією та здійсненням заходів з питань цивільного захисту;

16) визначення порядку навчання населення діям у надзвичайних ситуаціях;

17) здійснення інших повноважень, передбачених цим Кодексом та іншими законодавчими актами.

Стаття 17. Повноваження центрального органу виконавчої влади, який забезпечує формування та реалізує державну політику у сфері цивільного захисту

1. До системи центрального органу виконавчої влади, який забезпечує формування та реалізує державну політику у сфері цивільного захисту, входять сили цивільного захисту, навчальні заклади та наукові установи, заклади охорони

здоров'я (медичні підрозділи) (далі - органи та підрозділи цивільного захисту), які входять до сфери його управління.

2. Центральний орган виконавчої влади, який забезпечує формування та реалізує державну політику у сфері цивільного захисту:

1) здійснює безпосереднє керівництво діяльністю єдиної державної системи цивільного захисту;

2) формує проекти планів у сфері цивільного захисту державного рівня на мирний час та особливий період і подає їх на розгляд Кабінету Міністрів України, організовує планування заходів цивільного захисту центральними та місцевими органами виконавчої влади;

3) проводить підготовку органів управління функціональних і територіальних підсистем єдиної державної системи цивільного захисту та їх ланок;

4) здійснює оповіщення та інформування центральних та місцевих органів виконавчої влади про загрозу та виникнення надзвичайних ситуацій, здійснює методичне керівництво щодо створення і належного функціонування систем оповіщення цивільного захисту різних рівнів;

5) залучає підрозділи пошуково-рятувальних сил та аварійно-рятувальних служб центральних і місцевих органів виконавчої влади, підприємств, установ та організацій усіх форм власності та координує їх діяльність під час ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій державного і регіонального рівнів, організовує проведення пошуково-рятувальних робіт та здійснює контроль за їх проведенням;

6) забезпечує гасіння пожеж, рятування людей та надання допомоги в ліквідації наслідків аварій, катастроф, стихійного лиха та інших деяких видів небезпечних подій, що становлять загрозу життю або здоров'ю населення чи призводять до завдання матеріальних збитків;

7) організовує та забезпечує охорону від пожеж підприємств, установ, організацій та інших об'єктів на підставі договорів;

8) здійснює організацію авіаційного пошуку і рятування повітряних суден, що зазнають або зазнали лиха, координує проведення аварійно-рятувальних та

інших невідкладних робіт авіаційними силами і засобами центральних і місцевих органів виконавчої влади, підприємств, установ та організацій усіх форм власності;

9) бере участь у роботі комісій з розслідування авіаційних подій;

10) здійснює безпосереднє управління заходами з переведення єдиної державної системи цивільного захисту з режиму функціонування у мирний час на функціонування в умовах особливого періоду;

11) бере участь у розробленні мобілізаційного плану держави;

12) розгортає у разі проведення мобілізації спеціальні формування, призначені для виконання окремих завдань цивільного захисту міст, віднесених до груп цивільного захисту, та суб'єктів господарювання, віднесених до категорій цивільного захисту;

13) веде облік осіб, які проходять службу цивільного захисту, а також тих, які уклали контракт про перебування у резерві служби цивільного захисту;

14) визначає потребу в фінансових та матеріально-технічних ресурсах органів та підрозділів цивільного захисту для виконання ними завдань особливого періоду та у разі проведення цільової мобілізації, подає відповідні пропозиції до центрального органу виконавчої влади, який забезпечує формування та реалізує державну політику у сфері економічного і соціального розвитку;

15) здійснює координацію, організацію та методичне керівництво щодо визначення стану готовності функціональних і територіальних підсистем до вирішення завдань цивільного захисту у мирний час та в особливий період;

16) формує та реалізує заходи державної політики щодо створення, утримання та реконструкції фонду захисних споруд цивільного захисту, ведення їх обліку;

17) формує та реалізує заходи державної політики щодо впровадження інженерно-технічних заходів цивільного захисту, забезпечує нормативно-правове регулювання у цій сфері, здійснює роботу щодо віднесення населених пунктів та об'єктів національної економіки до груп (категорій) з цивільного захисту, надає

на запити замовників вихідні дані та вимоги, необхідні для розроблення та проектування цих заходів;

18) формує та реалізує заходи державної політики у сфері радіаційного і хімічного захисту, координує та контролює здійснення заходів щодо захисту населення і територій при виникненні радіаційних аварій та надзвичайних ситуацій, пов'язаних з виливом (викидом) небезпечних хімічних речовин, встановлює вимоги для засобів радіаційного і хімічного захисту населення та аварійно-рятувальних формувань;

19) здійснює прогнозування спільно із центральними та місцевими органами виконавчої влади, органами місцевого самоврядування, підприємствами, установами, організаціями імовірності виникнення надзвичайних ситуацій, визначає показники ризику та здійснює районування території України щодо ризику виникнення надзвичайних ситуацій;

20) здійснює реалізацію державної політики стосовно заходів з евакуації населення, координує діяльність центральних та місцевих органів виконавчої влади, суб'єктів господарювання з цих питань;

21) забезпечує у межах своїх повноважень реалізацію державної політики з питань медичного та біологічного захисту населення у разі виникнення надзвичайних ситуацій;

22) здійснює ліквідацію медико-санітарних наслідків надзвичайних ситуацій, надання екстреної медичної допомоги у зоні надзвичайної ситуації (осередку ураження) постраждалим та рятувальникам, заходи з медичного забезпечення (лікувально-профілактичні, санітарно-гігієнічні, медичне постачання та санаторно-курортне лікування) осіб рядового і начальницького складу, ветеранів служби цивільного захисту (війни) та членів їхніх сімей;

23) видає експертні висновки про рівень надзвичайної ситуації, веде їх облік;

24) забезпечує виконання заходів з мінімізації та ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій, пов'язаних з технологічними терористичними проявами та іншими видами терористичної діяльності під час проведення

антитерористичних операцій, проводить просвітницьку та практично-навчальну роботу з метою підготовки населення до дій в умовах вчинення терористичного акту;

25) виконує піротехнічні роботи, пов'язані зі знешкодженням вибухонебезпечних предметів, що залишилися на території України після воєн, сучасних боєприпасів та підливних засобів (крім вибухових пристроїв, що використовуються в терористичних цілях), крім територій, які надані для розміщення і постійної діяльності військових частин, установ, військових навчальних закладів, підприємств та організацій Збройних Сил України, інших військових формувань, затверджує порядок організації таких робіт та порядок взаємодії під час їх виконання;

26) затверджує статут дій у надзвичайних ситуаціях органів управління та підрозділів Оперативно-рятувальної служби цивільного захисту;

27) затверджує порядок організації внутрішньої, гарнізонної та караульної служб у підпорядкованих органах та підрозділах;

28) здійснює атестацію та сертифікацію аварійно-рятувальних служб і рятувальників;

29) здійснює контроль за готовністю авіаційних сил та засобів пошуку і рятування до проведення пошуку і рятування, за організацією пошуково-рятувального забезпечення польотів повітряних суден авіації центральних та місцевих органів виконавчої влади, органів місцевого самоврядування, підприємств, установ та організацій усіх форм власності;

30) вносить до відповідних органів пропозиції щодо припинення польотів у разі порушення вимог нормативних документів з питань пошуково-рятувального забезпечення до усунення недоліків;

31) затверджує порядок організації використання авіаційних сил і засобів для проведення аварійно-рятувальних та інших невідкладних робіт на території України;

32) проводить експертизи надзвичайних ситуацій та визначає їх рівні;

33) затверджує загальнодержавні правила техногенної та пожежної безпеки, а також вимоги, інструкції і методики, інші нормативно-правові акти у сфері техногенної та пожежної безпеки, які є обов'язковими для всіх підприємств, установ, організацій;

34) здійснює нормативно-правове регулювання щодо порядку організації та здійснення державного нагляду у сферах пожежної і техногенної безпеки, дозвільно-реєстраційної діяльності, оформлення матеріалів про адміністративні правопорушення, порядку та умов застосування запобіжних заходів;

35) затверджує перелік критеріїв, за якими проводиться розмежування категорій зон радіоактивно забруднених територій;

36) затверджує відомчі норми і правила щодо фізичного захисту ядерних установок, ядерних матеріалів, радіоактивних відходів, інших джерел іонізуючого випромінювання;

37) здійснює виконання актів Верховної Ради України, Президента України про надання Україною гуманітарної допомоги іншим державам, у тому числі організовує закупівлю послуг із завантаження, вивезення та складування вантажів, здійснює їх супроводження до місця призначення та передачу отримувачам гуманітарної допомоги;

38) затверджує перелік центрів медико-психологічної реабілітації, порядок проходження медико-психологічної реабілітації, положення про медико-психологічну реабілітацію та відповідність санаторно-курортних установ вимогам медико-психологічної реабілітації;

39) забезпечує формування та реалізує державну політику у сфері промислової безпеки, гігієни праці та виробничого середовища;

40) забезпечує формування та реалізує державну політику у сфері гідрометеорологічної діяльності;

41) забезпечує формування державної політики у сфері профілактики травматизму невиробничого характеру, здійснює моніторинг стану травматизму невиробничого характеру, його причин та наслідків;

42) визначає основні напрями розвитку відомчої науки, виступає замовником наукових робіт, бере участь у проведенні прикладних науково-дослідних робіт щодо всебічного розвитку напрямів своєї відповідальності, розробляє та затверджує галузеві стандарти з питань цивільного захисту, рятувальної справи та гідрометеорологічної діяльності;

43) організовує та визначає порядок проведення професійної підготовки, підвищення кваліфікації та перепідготовки осіб рядового і начальницького складу служби цивільного захисту;

44) організовує навчання з питань цивільного захисту посадових осіб центральних і місцевих органів виконавчої влади та органів місцевого самоврядування і суб'єктів господарювання, організовує розроблення, розглядає та затверджує програми з навчання населення діям у надзвичайних ситуаціях, організовує та контролює їх виконання;

45) встановлює порядок підготовки, перепідготовки та підвищення кваліфікації осіб рядового і начальницького складу служби цивільного захисту;

46) здійснює функції з організації та навчально-методичного забезпечення навчання (підвищення кваліфікації за цільовим призначенням) керівних кадрів і фахівців центральних та місцевих органів виконавчої влади, органів місцевого самоврядування, підприємств, установ та організацій, на яких поширюється дія законів у сфері цивільного захисту, затверджує навчальні плани і програми післядипломної професійної освіти;

47) затверджує навчальні програми перепідготовки та підвищення кваліфікації робітничих кадрів сфери цивільного захисту;

48) затверджує типові положення про територіальні курси, навчально-методичні центри цивільного захисту та безпеки життєдіяльності;

49) затверджує освітньо-професійні програми підготовки магістрів для професійної діяльності на державній службі у сфері цивільного захисту в межах напряму підготовки "Державне управління";

50) бере участь у формуванні державного оборонного замовлення;

51) здійснює реалізацію державної політики стосовно державної таємниці, контроль за її збереженням в апараті центрального органу виконавчої влади, який забезпечує формування та реалізує державну політику у сфері цивільного захисту, територіальних органах, спеціальних формуваннях і підрозділах, на підприємствах, в установах та організаціях, що належать до сфери його управління;

52) здійснює міжнародне співробітництво у сфері цивільного захисту;

53) створює та веде Державний реєстр потенційно небезпечних об'єктів;

54) здійснює інші повноваження відповідно до Конституції та законів України.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ ДО ДОДАТКУ В

В1. Пістун І. П., Стець Р. Є., Трунова І. О. Охорона праці в галузі машинобудування: Навч. посіб. – Суми: Університетська книга, 2011. 557 с.

В2. Юдин, Е.Я. Охрана труда в машиностроении [Текст]: учебник для машиностроительных вузов / С.В. Белов, С.К. Баланцев и др.; под общ. ред. Е.Я. Юдина, С.В. Белова – Изд. 2-е, перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1983.- 432 с.

В3. Люманов, Е.М. Безпека технологічних процесів та обладнання на машинобудівних підприємствах [Текст]: навчальний посібник. – Сімферополь: ВАТ «Сімферопольська міська друкарня» (СГТ), 2008. – 128 с.

В4. Долин П.А. Основы техники безопасности в электроустановках.-М.: Энергоатомиздат, 1985.-376с.

В5. НПАОП 0.00-4.12-05. Типове положення про порядок проведення навчання і перевірки знань з питань охорони праці. [На заміну ДНАОП 0.00-4.12-99, ДНАОП 0.00-8.01-93]. К. : Держнаглядохоронпраці, 2005. 26с.- (Нормативно-правовий акт охорони праці).

В6. Технічний регламент безпеки машин [Електронний ресурс] – Чинний від 2013-08-12. : станом на 11.07.2018 р. – К. : КМ України, 2013. – 76 с. – URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/62-2013-п> – (Постанова)

В7. ДСТУ EN 894-3:2017 «Безпечність машин. Ергономічні вимоги до проектування індикаторів і органів керування. Частина 3. Органи керування».

В8. НПАОП 0.00-1.71-13 «Правила охорони праці під час роботи з інструментом та пристроями» Наказ Міністерства енергетики та вугільної промисловості України 19.12.2013 року № 966 .

В9. ДСТУ EN ISO 14120:2017 «Безпечність машин. Захисні огорожі. Загальні вимоги до проектування та будівництва стаціонарних і знімних захисних огорож».

В10. ДБН В.2.2-28:2010 Будинки і споруди. Будинки адміністративного та побутового призначення . [На заміну СНиП 2.09.04-87 ; чинний від 2011-10-01]. К. : Міненбуд України, 2011. 31 с.

В11. Гігієнічна класифікація праці за показниками шкідливості та небезпечності факторів виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу. [На заміну ГН 3.3.5-8.6.6.1-2002 ; чинний від 2014-05-30]. К. : МОЗ України, 2014. 37 с. URL: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/z0472-14>. (Державні санітарні норми та правила)

В12. ДСН 3.3.6.042-99. Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень [Електронний ресурс]:– Чинний від 1999-12-01. К. : МОЗ України, 1999. URL: <http://zakon2.rada.gov.ua/rada/show/va042282-99>.

В13 . Жидацький В. Ц. Основи охорони праці : підручник вид. 5-те, доп. К. : Знання, 2014. 373 с. + 1 ел. опт. диск (CD-ROM). ISBN 978-617-07-0134-3

В14. Правила експлуатації та типових норм належності вогнегасників. [На заміну НАПБ Б.03.001-2004 ; чинний від 2018-02-23]. К. : МВС України, 2018. 23 с. (Правила)

В15. ДСТУ Б В.1.1-36:2016. Визначення категорій приміщень, будинків та зовнішніх установок за вибухопожежною та пожежною безпекою. [На заміну НАПБ Б.03.002-2007 ; чинний від 2017-01-01]. К. : Мінрегіонбуд України, 2016. 66 с. (Державний Стандарт України)

В16. Класифікація пожеж (EN 2:1992; EN 2:1992/A1:2004, IDT) [Текст] : ДСТУ EN 2:2014. – На заміну ГОСТ 27331-87; чинний з 01.01.2016 / Мінекономрозвитку України, 2014. – 7 с. (Державний Стандарт України)

В17. Кодекс цивільного захисту України : Закон України від 02.10.2012 р. № 5403-VI. Редакція від: 01.01.2018. URL: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/5403-17>.