

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний університет «Запорізька політехніка»

Машинобудівний інститут, машинобудівний факультет

(повне найменування інституту, факультету)

Кафедра «Технологія машинобудування»

(повне найменування кафедри)

Пояснювальна записка

до дипломного проєкту (роботи)

другий (магістерський)

(ступінь вищої освіти)

на тему

Підвищення несучої здатності деталей типу «Кільце»

технологічними методами

Виконав: студент(ка) II курсу, групи Мз-119м

Спеціальності Прикладна механіка

(код і найменування спеціальності)

Освітня програма (спеціалізація)

«Технологія машинобудування»

Перець Д.Р.

(прізвище та ініціали)

Керівник Вишнепольський Е.В.

(прізвище та ініціали)

Рецензент Обдул В.Д.

(прізвище та ініціали)

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний університет «Запорізька політехніка»
(повно кваліфікаційний заклад вищої освіти)

Інститут, факультет Машинобудівний
 Кафедра Технологія машинобудування
 Ступінь вищої освіти другий (магістерський)
 Спеціальність 131 «Прикладна механіка»
(код і найменування)
 Освітня програма (спеціалізація) «Технологія машинобудування»
(назва освітньої програми (спеціалізації))

ЗАТВЕРДЖУЮ
 Завідувач кафедри С.І.Дядя
 « _____ » _____ 20__ року

ЗАВДАННЯ
НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ (РОБОТУ) СТУДЕНТА(КИ)

Перец Дар'ї Романівни
(прізвище, ім'я, по батькові)

- Тема проєкту (роботи) Підвищення несучої здатності деталей типу «Кільце» технологічними методами
 керівник проєкту (роботи) Вишнепольський Е.В., старший викладач
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)
 затверджені наказом закладу вищої освіти від «03» 12 2020 року № 369
- Строк подання студентом проєкту (роботи) _____
- Вихідні дані до проєкту (роботи) робоче креслення деталі «Кільце»
річна програма випуску № 5000 деталей на рік
- Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) 1 Технологічна частина; 2 Конструкторська частина; 3 Автоматизація контролю технічного; 4 Розрахунок деталі на міцність за допомогою пакету NX; 5 Спеціальне завдання. Підвищення зносостійкості тонкостінних деталей , які виготовляються з алюмінію; 6 Оцінка очікуваної економічної ефективності розробки або заходів;
7 Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях
- Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)
Креслення деталі, заготовки; графічне зображення 3D-моделей деталі та заготовок; маршрут виготовлення деталі; графічне зображення етапів підготовки УП для верстатів з ЧПУ ; лист автоматизації; креслення робочого та контрольного пристосувань; графічне зображення результатів розрахунку деталі на міцність; графічна частина до спецзавдання

6. Консультанти розділів проєкту (роботи)

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	прийняв виконане завдання
1-6	старший викладач Вишнепольський Е.В.		
7	Доцент Шмирко В.І.		
нормо-контроль	Доцент Логомінов В.О.		

7. Дата видачі завдання «_05_» _____ вересня _____ 2020 року.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проєкту (роботи)	Строк виконання етапів проєкту (роботи)	Примітка
1	Технологічна частина	20.09.2020	
2	Конструкторська частина	29.09.2020	
3	Автоматизація технологічного контролю	05.10.2020	
4	Розрахунок деталі на міцність за допомогою NX	10.10.2020	
5	Спеціальне завдання. Підвищення зносостійкості тонкостінних деталей, які виготовляються з алюмінію	15.11.2020	
6	Оцінка очікуваної економічної ефективності заходів	20.11.2020	
7	Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях	23.11.2020	
8	Оформлення пояснювальної записки	25.11.2020	
9	Нормоконтроль і рецензія	05.12.2020	
10	Захист дипломного проєкту	17.12.2020	

Студент(ка)

_____ Перег Д.Р.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник проєкту (роботи)

_____ Вишнепольський Е.В.
(підпис) (прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

ПЗ: 103 с., 9 табл., 38 рис., 2 дод., 28 джерел.

АВТОМАТИЗАЦІЯ, ЗАГОТОВКА, КЕРУЮЧА ПРОГРАМА, МАРШРУТ ОБРОБКИ, МІЦНІСТЬ, ОСНАСТКА, РЕЖИМИ РІЗАННЯ, ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ПРОЦЕС.

Об'єкт дослідження – деталь «Кільце» першого ступеню двигуна, високого тиску.

Мета дослідження – розробка заходів, щодо підвищення несучої здатності типу Кільце технологічними методами.

Методи дослідження – розрахунково-аналітичний; комп'ютерне моделювання деталі; процес механічної обробки деталі.

В магістерській роботі розроблено технологічний процес обробки деталі «Кільце», підібрано обладнання, ріжучий інструмент, також визначені режими різання, розраховані норми часу, спроектоване робоче та контрольне пристосування, проведено розрахунок деталі на міцність за допомогою комп'ютерного моделювання, проаналізовані методи точності, зроблені рекомендації щодо автоматизації та механізації процесу, передбачені методи та заходи для безпечної роботи персоналу. Виконано та проаналізоване спеціальне завдання на тему підвищення зносостійкості тонкостінної деталі яка виготовляється з алюмінію.

ЗМІСТ

Скорочення та умовні позначки	7
Вступ	8
1 Технологічна частина	9
1.1 Опис конструкції та службового призначення деталі	9
1.2 Вибір типу та виробництва і форми організаційної роботи	10
1.3 Вибір виду та способу отримання заготовки з економічним обґрунтуванням	11
1.4 Проектування технологічного маршруту для обробки деталі	15
1.4.1 Аналіз і вид конструкції деталі на технологічність	15
1.4.2 Проектування маршруту для обробки поверхонь	17
1.4.3 Маршрут на виготовлення деталі	25
1.5 Розрахунок припусків та технологічних розмірів	25
1.6 Розрахунок режимів різання	30
1.7 Технічне нормування операцій	44
1.8 Розробка трьох технологічних операцій на високопродуктивних верстатах з ЧПК	50
1.8.1 Розробка токарної операції	51
1.8.2 Розробка свердлильної операції	51
1.8.3 Розробка фрезерної операції	52
2 Конструкторська частина	54
2.1 Проектування робочого пристосування	54
2.1.1 Конструкція і принцип роботи пристосування	54
2.1.2 Визначення похибки базування та закріплення	55
2.1.3 Визначення необхідної сили затиску. Вибір приводу	56
2.2 Проектування контрольного пристосування	58
2.2.1 Конструкція і принцип і принцип роботи контрольного пристосування	58
2.2.2 Розрахунок на точність	59

3 Автоматизація виробництва	62
4 Розрахунок деталі на міцність	65
5 Спеціальне завдання. Підвищення зносостійкості тонкостінної деталі яка виготовляється з алюмінію.	68
6 Оцінка очікуваної економічної ефективності розробки або заходів	74
7 Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях	76
Висновки	82
Перелік джерел посилання	83
Додаток А. Специфікація робочого пристосування	85
Додаток Б. Специфікація контрольного пристосування	87
Додаток В Теоретична частина охорони праці	89

СКОРОЧЕННЯ ТА УМОВНІ ПОЗНАКИ

ЕК	– екзаменаційна комісія
ЗНТУ	– Запорізький національний технічний університет (в 2019 р. перейменовано в Національний університет «Запорізька Політехніка»)
МВД	– маршрут виготовлення деталі
ПЗ	– пояснювальна записка
ТЕП	– техніко-економічні показники
ТП	– технологічний процес
СТП	– стандарт підприємства

ВСТУП

Технологічний процес може складатися з десятків, сотен технологічних операцій, які можуть бути різними, кожний технологічний процес залежить від різних умов.

Зменшення трудових і матеріальних витрат для виконання технологічного процесу.

Тому важливо вірно скласти послідовність обробки заготовки.

У магістерській роботі виконано технологічний процес обробки деталі «Кільце» в умовах серійного виробництва.

Мета цього проектування є впровадження заходів щодо впровадження несучої здатності кільця технологічними методами.

1 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

1.1 Описання конструкції та службового призначення деталі

Деталь - «Кільце» входить у вузол системи автофлюгування по негативній тязі, показаний на рисунку 1.1. Кільце є ступінчастим фланцем, по зовнішніх діаметрах якого є три кільцеві канавки для розміщення поршневих кілець ущільнювачів. Торець 1 хромується, так, як цим торцем поршень упирається в зовнішню обойму підшипника валу гвинта. На фланці є 15 глухих отворів $\varnothing 15$ для розміщення в них пружин. У трьох з цих 15 отворів є додаткові глухі отвори $\varnothing 8,5$ для розміщення в одному з них упору для золотника циліндра. Окрім цих отворів є ще 3 отвори $\varnothing 7$, які служать як ті, що направляють і фіксують поршень в певному положенні.

Робота поршня заключається у тому, що при заклинюванні валу гвинта, виникає негативна тяга, в слідстві чого обойма підшипника валу гвинта давить на торець поршня і поршень, стискаючи пружини переміщає золотник циліндра внаслідок чого відкриваються мастильні канали які дають команду на флюгування гвинта. Гвинт стає у флюгерне положення і чинить мінімальний опір, що запобігає аварії.

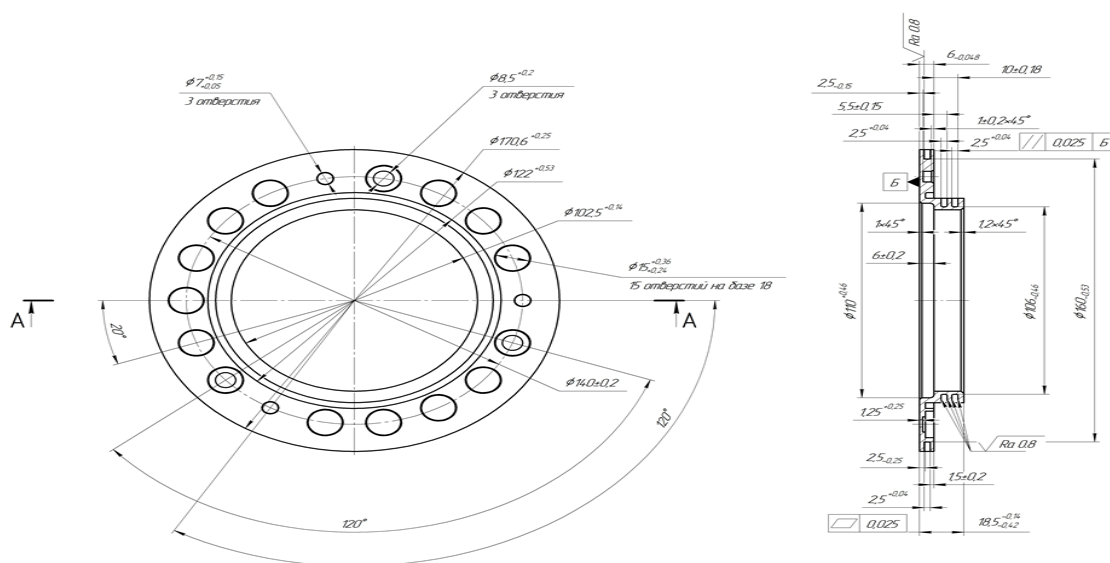


Рисунок 1.1 - Креслення деталі «Кільце»

Хімічний склад та технічність матеріалу:

Хімічний склад матеріалу алюмінієвого сплаву у таблиці 1.1

Таблиця 1.1 - Хімічний склад матеріалу алюмінієвого сплаву ДІТ ГОСТ 4784-97

Масові частки, %			не більше				
С	Cr	Mn	P	Si	S	Ni	Cu
вуглець	Хром	марганець	Фосфор	кремній	сірка	нікель	мідь
0,35-0,42	0,80-1,10	0,50-0,80	0,025	0,17-0,37	0,025	0,3	0,3

Механічна властивість:

Невисока чутливість до кількості домішок із збільшенням як кількості механічні властивості алюмінію підвищуються та пластичність знижується.

Механічні властивості показані у таблиці 1.2.

Таблиця 1.2 - Механічна властивість для алюмінієвого сплаву ДІТ ГОСТ 21488-76

σ_T	σ_B	σ_s	φ	α_H	НВ	
					гарячекатаний	отоженої
$\frac{кгс}{мм^2}$	$\frac{кгс}{мм^2}$	%	%	$\frac{кгс*м}{см^2}$		
не менше					не більш	
25	80..100	15	45	0,540	240	280

1.2 Вибір типу виробництва і форми організації робіт

У магістерській роботі треба сконструювати технологічний процес виготовлення деталі в умовах серійного виробництва.

Серійне виробництво значно економічніше, ніж одиничне, завдяки застосуванню устаткування, підвищення труду праці.

Усе це забезпечує зменшення витрату на виробництво.

1.3 Вибір виду і способу отримання заготовки з економічним обґрунтуванням

Заготовка буде виготовитись методом штампування на пресах, молотах або ГKM. Виходячи з конфігурації деталі, її матеріалу і маси беремо для порівняння 2 методи отримання заготовки: штампуванням на молотах(М) і штампуванням на пресах(П). Клас точності штампування - 2.

Призначаємо припуски на обробку по [1, с.12, таблиця.1.3] - при найбільшому діаметрі до 250 мм і довжині до 50 мм, і масі заготовки від 1,6 до 2,5 по 2 класу точності заготовки :

Штампування на пресах $z = 2,3$ мм - на сторону, а по довжині $z = 1,9$ мм

Штампування на молотах $z = 2,4$ мм - на сторону, по довжині $z = 2$ мм

Для діаметрів до 120 мм і довжині до 50 мм, і масі заготовки від 1,6 до 2,5 по 2 класу точності штампування :

Штампування на пресах $z = 2$ мм - на сторону, а по довжині $z = 1,9$ мм

Штампування на молотах $z = 2,1$ мм - на сторону, по довжині $z = 2$ мм

Використовуючи програму САПР «Компас 3D - V17» розрахуємо масу і об'єм заготовки для штампування на пресах(рисунок 1.2). і штампування на молотах (рисунок 1.3).

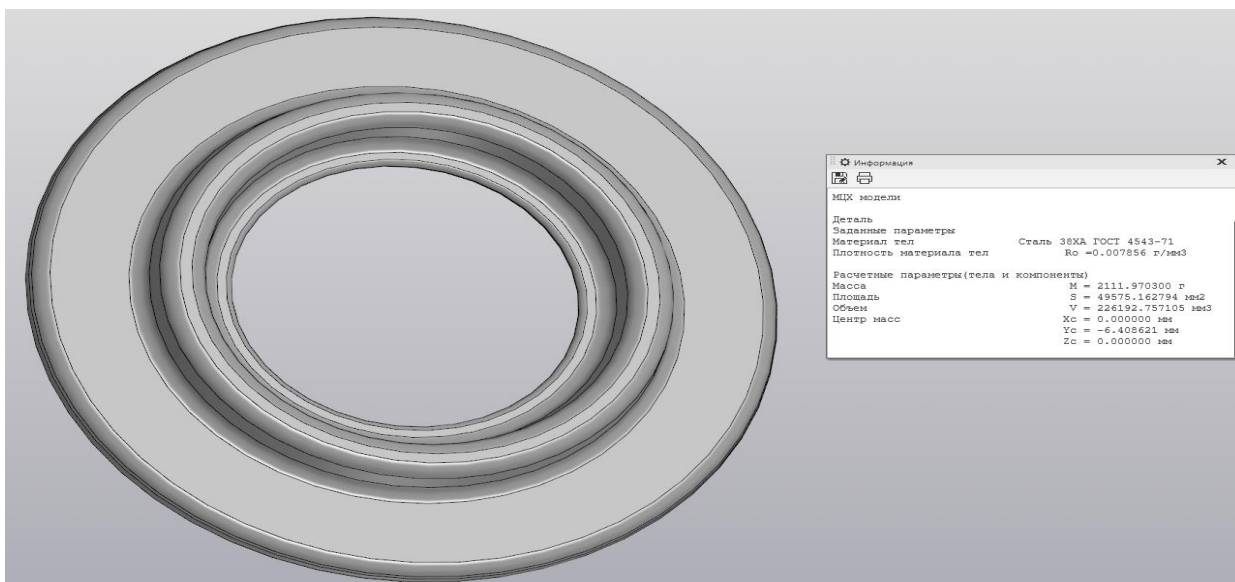


Рисунок 1.2 - Модель штампованой заготовки на пресах

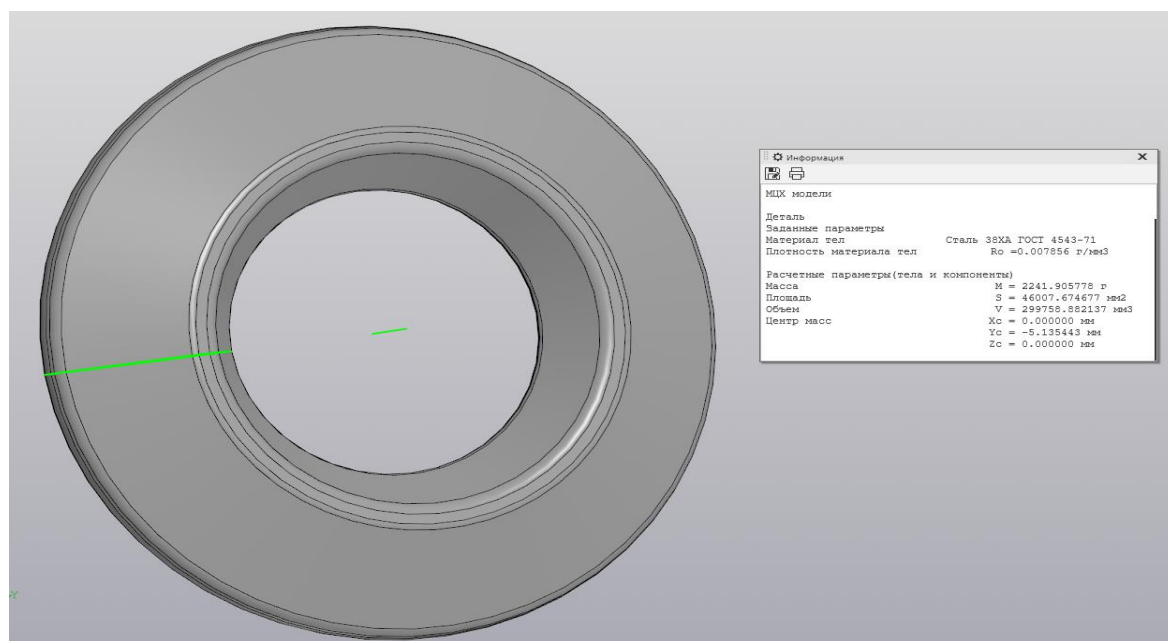


Рисунок 1.3 - Модель штампованой заготовки на молотах

Для штампування на пресах: $m = 2,111$ кг, $V = 269972,4$ мм³

Для штампування на молотах: $m = 2,241$ кг, $V = 286581,2$ мм³

Розрахуємо коефіцієнт використаність матеріала заготовки за формулою (1.1):

$$K_{\text{иш}} = \frac{m_{\text{дет}}}{m_{\text{заг}}} \quad (1.1)$$

$$K_{\text{и.мП}} = \frac{0,575}{2,111} = 0,272$$

$$K_{\text{и.мМ}} = \frac{0,575}{2,241} = 0,256$$

Визначаємо вартість заготовки за формулою (1.2):

$$B = \frac{B_{\text{б}}}{1000} \cdot m_{\text{заг}} \cdot K_{\text{т}} \cdot K_{\text{с}} \cdot K_{\text{в}} \cdot K_{\text{м}} \cdot K_{\text{п}} - (m_{\text{заг}} - m_{\text{дет}}) \cdot \frac{B_{\text{отх}}}{1000} \quad (1.2)$$

де $B_{\text{б}}$ - базова вартість 1 тонни заготовки,

$B_{\text{б}} = 35000$ грн [1, с. 13, таблиця., 1.4;]

$K_{\text{т}}$ - коефіцієнт, залежний від класу точності;

$K_{\text{с}}$ - коефіцієнт, залежний від групи складності;

$K_{\text{в}}$ - коефіцієнт, залежний від маси;

$K_{\text{м}}$ - коефіцієнт, залежний від матеріалу;

$K_{\text{п}}$ - коефіцієнт, залежний від обсягу виробництва заготовок;

$B_{\text{отх}}$ - вартість 1 тонни стружки, $B_{\text{отх}} = 1400$ грн

$$B_1 = \frac{35000}{1000} \cdot 2,111 \cdot 1,0 \cdot 1,22 \cdot 0,87 \cdot 1,14 \cdot 1,0 - (2,111 - 0,575) \cdot \frac{1400}{1000} = 87,25 \text{ грн}$$

$$B_1 = \frac{35000}{1000} \cdot 2,241 \cdot 1,0 \cdot 1,22 \cdot 0,87 \cdot 1,14 \cdot 1,0 - (2,241 - 0,575) \cdot \frac{1400}{1000} = 92,57 \text{ грн}$$

Згідно розрахунків можна зробити висновок, що заготовка на пресах економічна.

Отримані дані заносимо в таблиці 1.3.

Таблиця 1.3 - Результати розрахунку собівартості заготовок

Показники	Обозн.	Ед. ізм.	Варіанти	
			Штампування на пресах	Штампування на молотах
Маса деталі	$m_{дет}$	кг	0,575	0,575
Маса заготовки	$m_{заг}$	кг	2,111	2,241
КИМ	КИМ		0,272	0,256
Базова ціна заготовки	$B_б$	грн	35000	35000
Коефіцієнти	K_T		1,0	1,0
	K_M		1,22	1,22
	K_C		0,87	0,87
	K_B		1,14	1,14
	$K_{П}$		1,0	1,0
Ціна за тону стружки	$B_{отх}$	грн	1400	1400
Вартість однієї заготовки	B	грн	87,25	92,57

Розраховуємо річну економію за вартістю виготовлення за формулою (1.3):

$$E_B = (B_2 - B_1) \cdot N \quad (1.3)$$

$$E_B = (92,57 - 87,25) \cdot 3500 = 18620 \text{ грн}$$

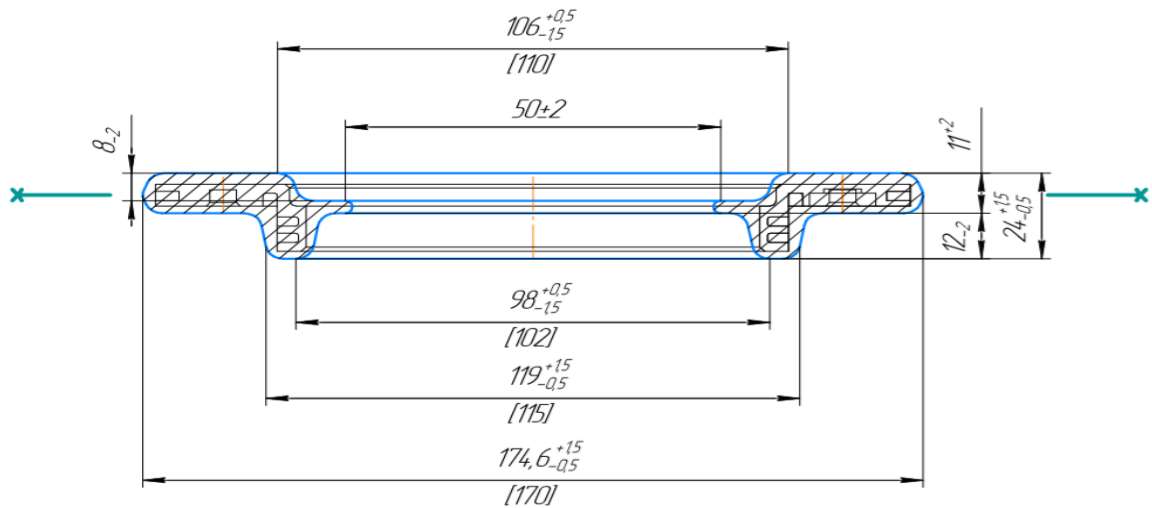


Рисунок 1.4 – Креслення заводської заготовки

1.4 Проектування технологічного маршруту обробки деталі

1.4.1 Аналіз конструкції деталі на технологічність

Технологічність деталі (за ГОСТ 14.201-83) на основі визначення

Забезпечення потрібної шорсткості можливо стандартними режимами обробки й уніфікованим інструментом.

Обробка деталі проводиться поширеними методами обробки різанням.

Задана на кресленні точність обробки не викликає особливих труднощій при обробці.

Найбільш точні розміри легко обробляються на токарних та шліфувальних верстатах.

Использование приладів з ЧПК дозволяє обробляти декілька поверхонь деталі дуже точно та за одну установку.

Кількісна оцінка проводиться на основі параметрів уніфікованих елементів конструкції, точності розміру, шорсткості поверхні.

Кількісну оцінку визначимо за формулою (1.4):

$$K_{mex} = \frac{K_{y.e.} + K_m + K_{iu}}{3} \quad (1.4)$$

$$K_{mex} = \frac{0,18 + 0,92 + 0,8}{3} = 0,63 > 0,6$$

Рівень уніфікації визначимо за рівнянням (1.5):

$$K_{y.e.} = \frac{Q_{y.e.}}{Q_3} > 0,6, \quad (1.5)$$

$$K_{y.e.} = \frac{4}{22} = 0,18 > 0,6$$

Коефіцієнт точності визначимо за формулою (1.6):

$$K_m = 1 - \frac{1}{A_{сep}} \quad (1.6)$$

$$K_m = 1 - \frac{1}{13,3} = 0,92 > 0,6$$

$A_{сep}$ – середній квалітет точності визначимо за формулою (1.7):

$$A_{сep} = \frac{15 \cdot n_1 + 14 \cdot n_2 + \dots + 6 \cdot n_n}{\sum n} \quad (1.7)$$

$$A_{сep} = \frac{14 \cdot 4 + 13 \cdot 3 + 11 \cdot 3 + 10 \cdot 1 + 15 \cdot 1}{22} = 13,3$$

Коефіцієнт шорсткості визначимо за формулою (1.8):

$$K_{ui} = 1 - \frac{1}{B_{сер}} > 0,6 \quad (1.8)$$

$$K_{ui} = 1 - \frac{1}{5,09} = 0,8 > 0,6$$

$B_{сер}$ – середній квалітет шорсткості визначимо за формулою (1.9):

$$B_{сер} = \frac{K_4 \cdot n_1 + K_5 \cdot n_2 + \dots + K_7 \cdot n_n}{\sum n} \quad (1.9)$$

$$B_{сер} = \frac{5 \cdot 12 + 6 \cdot 4 + 7 \cdot 4}{22} = 5,09$$

Аналізуючи отримані значення загалом можна зробити висновок що деталь технологічна.

1.4.2 Проектування маршрута обробки поверхоні

Загальне уточнення розраховуємо за формулою (1.10):

- загальне уточнення:

$$\varepsilon_{oi} = \frac{T_{i_{заг}}}{T_{i_{дет}}} \quad (1.10)$$

де $T_{i_{заг}}$ – допуск на і-й параметр заготовки;

$T_{i_{дет}}$ - допуск на і-й параметр деталі за робочим кресленням.

- кількість переходів за лімітуючим показником за формулою (1.11):

$$k_{Ti} = 2lg\varepsilon_{T_{oi}} \quad (1.11)$$

- уточнення на кожному j -тому переході за формулою (1.12)

$$\varepsilon_{ij} = \frac{T_{i(j-1)}}{T_{ij}} \quad (1.12)$$

де $T_{i(j-1)}$ и T_{ij} – відповідно технологічні допуски, які забезпечуються на попередньому ($j - 1$) і даному j -тому переходах.

Маршрут на обробку поверхні вважається прийнятим, якщо виконується умова по формулі (1.13):

$$\varepsilon_{io} \leq \prod_{i=1}^k \varepsilon_{ij} \quad (1.13)$$

Проектування маршрута обробки зовнішньої циліндричної поверхні
 $\emptyset 170_{-0,025} \text{мм}$

Визначимо дані по деталі та заготовці:

Заготовка:

$T_{dz} = 1200 \text{ мкм};$

$R_{az} = 6,3 \text{ мкм};$

Квалітет - h14;

Деталь:

$T_{dd} = 0,025 \text{ мм} = 25 \text{ мкм};$

$R_{ад} = 1,2 \text{ мкм}$

Квалітет - h6.

Визначаємо загальні уточнення за формулою (1.14):

$$\varepsilon_{0 Td} = \frac{1200}{25} = 48 \quad (1.14)$$

$$\varepsilon_{0 Ra} = \frac{6,3}{1,2} = 5.25$$

Кількість переходів визначаємо за формулою (1.15):

$$k_{\text{розр}} = 2lg_{\varepsilon_0} \cdot 48 = 3.5 \quad (1.15)$$

Кількість переходів $K=3$.

Різниця квалітетів:

$$\Delta = IT_{\text{заг}} - IT_{\text{дет}} = 14 - 6 = 8 = 4 + 3 + 1$$

Складаємо послідовність показників точності конструкції (ПТК):

$$\begin{aligned} & h14 \rightarrow h10 \rightarrow h7 \rightarrow T/O \rightarrow h6 \\ & Ra\ 12,5 \rightarrow Ra\ 6,3 \rightarrow Ra\ 3,2 \rightarrow T/O \rightarrow Ra\ 1,2 \end{aligned}$$

Визначаємо частні уточнення за формулою (1.10):

Точіння чорнове

$$\varepsilon_{Td1} = \frac{1200}{250} = 4.8$$

$$\varepsilon_{Ra1} = \frac{12,5}{6,3} = 1,98$$

Точіння чистове

$$\varepsilon_{Td2} = \frac{Td_1}{Td_2} = \frac{250}{63} = 2.5$$

$$\varepsilon_{Ra2} = \frac{Ra_1}{Ra_2} = \frac{63}{3,2} = 1.97$$

Термічна обробка

Шліфування чистове

$$\varepsilon_{Td4} = \frac{Td_2}{Td_4} = \frac{63}{25} = 2.5$$

$$\varepsilon_{Ra4} = \frac{Ra_2}{Ra_4} = \frac{3,2}{1,6} = 2$$

Загальне уточнення для перевірки обраного маршруту за формулою (1.16):

$$\varepsilon_{Tdo} = \prod_{i=1}^k \varepsilon_{iTd} = \varepsilon_{1Td} \cdot \varepsilon_{2Td} \cdot \varepsilon_{4Td} = 6 \cdot 4 \cdot 2.5 = 60 \quad (1.16)$$

$$\varepsilon_{Ra0} = \prod_{i=1}^k \varepsilon_{iRa} = \varepsilon_{1Ra} \cdot \varepsilon_{2Ra} \cdot \varepsilon_{4Ra} = 1.98 \cdot 1.97 \cdot 2 = 7.8$$

$$\varepsilon_{Tdo} \leq \prod_{\varepsilon_{iTd}}$$

$$60 \leq 60 \text{—вірно}$$

$$\varepsilon_{0Ra} \leq \prod_{\varepsilon_{iRa}}$$

$$7,8 \leq 7,8 \text{—вірно}$$

Проектування маршрута обробки внутрішньої циліндричної поверхні $\emptyset 130^{+0,01}$

Визначимо дані по деталі та заготовці:

Заготовка:

$Td_3 = 1200$ мкм;

$Ra_3 = 12,5$ мкм;

Квалітет – Н15;

Деталь:

$Td_d = 0,018$ мм = 18 мкм;

$Ra_d = 0,8$ мкм

Квалітет - Н5.

Визначаємо загальні уточнення за формулою (1.10):

$$\varepsilon_{0 Td} = \frac{1200}{18} = 67$$

$$\varepsilon_{0 Ra} = \frac{12.5}{0.8} = 15.6$$

Визначаємо кількість переходів за лімітуючим показником за формулою (1.15):

$$k_{розр} = 2 \lg \varepsilon_0 \cdot Td = 3.2$$

Кількість переходів $K=3$.

Різниця квалітету:

$$\Delta = IT_{заг} - IT_{дет} = 15 - 5 = 10 = 5 + 3 + 2$$

Складаємо послідовність ПТК:

$$H15 \rightarrow H10 \rightarrow H7 \rightarrow T/O \rightarrow H5$$

$$Ra 12,5 \rightarrow Ra 6,3 \rightarrow Ra 1,2 \rightarrow T/O \rightarrow Ra 0,8$$

Визначаємо частні уточнення за формулою (1.10):

Розточування чорнове

$$\varepsilon_{Td1} = \frac{1800}{120} = 15$$

$$\varepsilon_{Ra1} = \frac{12,5}{6,3} = 1,98$$

Розточування чистове

$$\varepsilon_{Td2} = \frac{120}{40} = 3$$

$$\varepsilon_{Ra2} = \frac{6,3}{1,6} = 3,94$$

т/о

Шліфування чистове

$$\varepsilon_{Td4} = \frac{40}{18} = 2,2$$

$$\varepsilon_{Ra4} = \frac{1,6}{0,8} = 2$$

Загальне уточнення для перевірки обраного маршруту за формулою (1.16):

$$\varepsilon_{Tdo} = \prod_{i=1}^k \varepsilon_{iTd} = \varepsilon_{1Td} \cdot \varepsilon_{2Td} \cdot \varepsilon_{4Td} = 10 \cdot 4 \cdot 1,6 = 68$$

$$\varepsilon_{Rao} = \prod_{i=1}^k \varepsilon_{iRa} = \varepsilon_{1Ra} \cdot \varepsilon_{2Ra} \cdot \varepsilon_{4Ra} = 1,98 \cdot 3,94 \cdot 2 = 15,63$$

$$\varepsilon_{Tdo} \leq \prod_{\varepsilon_{iTd}}$$

$$66,8 \leq 68 \text{—вірно}$$

$$\varepsilon_{Rao} \leq \prod_{\varepsilon_{iRa}}$$

$$15,63 \leq 15,63 \text{—вірно}$$

Дані заносимо в таблицю 1.4

Таблиця 1.4 - План обробки поверхонь

	Показник	Уточнення	Кількість переходів	Різниця показн. ППТК	i	Метод обробки	Td, мкм	Ra, мкм	$\epsilon_i Td$	$\epsilon_i Ra$
Зовнішня поверхня $\emptyset 170_{-0,025}$ h14	Td	48	3	$14 - 6 = 8$ $= 4 + 3$ $+ 1$	1	Заготівка	1200	12,5	-	-
	Ra	5,25			2	Ч.точіння H14	250	6,3	6	2,2
					3	Ч.точіння H10	60	3,2	3	2,1
					4	Т/О -	-	-	-	-
					5	Шліфування H8	25	2,2	2,5	2
					Уточнення					
Внутрішня поверхня $\emptyset 130_{+0,01}$ H5	Td	67	3	$15 - 5$ $= 10$ $= 5 + 3$ $+ 2$	1	Заготівельна IT15	1200	12,5	-	-
	Ra	15,6			2	Розточ.чорн. H10	130	6,3	8	1,98
					3	Розточ.чист. H8	40	1,8	4	4,2
					4	Т/О	-	-	-	-
					5	Шліф.чист. H5	20	1,2	1,8	3
					Уточнення					

Результати розрахунку МОП за іншими поверхнями наведені в таблиці 1.5

Таблиця 1.5 – Зведена таблиця МОП

№	Розмір, мм	Вид пов.	Заготовка			Деталь			$\varepsilon_0 T$ d	$\varepsilon_0 R$ a	k	Δ
			Кв.	Td, мкм	Ra, мкм	Кв.	Td, мкм	Ra, мкм				
1	$\varnothing 152_{-0,53}$	Внутр.	IT15	1200	12,5	H14	20	0,8	66,7	15,3	3	8
2	$\varnothing 130^{+0,53}$	Внутр.	IT15	-	12,5	H14	30	0,8	-	-	3	-
3	$\varnothing 110^{+0,46}$	Зовн-я	IT14	-	12,5	H14	360	3,2	-	-	2	2
4	$\varnothing 102_{-0,70}^{+0,46}$	Зовн-я	IT14	-	12,5	H13	25	1,6	60	3,9	1	3
5	$\varnothing 106_{-0,46}$	Торц-а	IT14	900	12,5	H14	50	1,6	15,2	4,2	1	3
6	$\varnothing 115_{-0,053}$	Торц-а	IT15	700	12,5	H13	72	1,6	25	2,2	2	-
7	$\varnothing 122^{+0,53}$	Внутр.	IT15	950	12,5	H14	180	3,2	-	-	2	-
8	$\varnothing 170_{-0,80}$	Зовн-я	IT15	650	12,5	h14	180	3,2	-	-	1	5
9	6 $_{-0,2}$	Внутр.	-	-	-	H11	320	1,2	-	-	3	9
10	6 $_{-0,08}$	Зовн-я	-	-	-	h11	100	1,2	17,5	3,9	3	4
11	1 $_{-0,5}$	Внутр.	IT15	-	-	H11	180	1,6	20	4,2	2	-
12	0,5 $_{-0,3}$	Внутр.	-	800	-	H14	50	0,8	-	7,8	2	-
13	1 $_{-0,5}$	Зовн-я	-	-	-	h14	30	0,8	-	-	1	3
14	1,2 $^{+0,4}$	Внутр.	-	-	-	H12	30	1,2	-	-	1	1
15	1,25 $^{+0,25}$	Торц-а	IT14	-	-	h14	40	0,8	6,3	-	3	1
16	2,5 $^{-0,2}$	Торц-а	IT15	700	-	h14	40	0,8	4,2	-	3	8
17	0,5 $_{-0,1}$	Зовн-я	-	-	-	H14	30	3,2	-	3	3	4
18	0,5 $_{-0,1}$	Торц-а	-	800	-	H14	25	1,6	-	2,5	2	-
19	1 $_{-0,5}$	Внутр.	IT14	700	-	H10	20	1,8	-	7,8	2	-
20	1 $_{-0,3}$	Внутр.	-	-	-	H15	18	1,2	-	-	1	4
21	$\varnothing 160_{-0,53}$	Зовн-я	IT14	1200	12,5	H14	160	6,3	-	-	1	2
22	18,5 $_{-0,42}^{-0,14}$	Зовн-я	IT15	1800	12,5	H14	250	6,	20,5	3,9	3	-

1.4.3 Маршрут для виготовлення деталі

При виконанні магістерської роботи була встановлена наступна структура технологічного процесу:

- 1.Заготівельні операції
- 2.Операції чорнової обробки
- 3.Операції чистової обробки
- 4.Спеціальні операції

Маршрут показано на кресленні А1. НУЗП 752003.009

1.5 Розрахунок припуску і технологічного розміру

Розраховуємо припуск аналітично на розмір $\varnothing 102_{-0,14} h10$

Маршрут обробки: [1, с.8-12, табл.4-5]

Заготівка – штампування. $h16$ ($T_d = 1302$ мкм). [1, с.8-12, табл.4-5]

Точіння чорнове $h13$ ($T_d=540$ мкм). [1, с.8-12, табл.4-5]

Точіння чистове $h10$ ($T_d=140$ мкм). [1, с.8-12, табл.4-5]

$$Rz_{заг} = 400 \text{ мкм } h_{заг} = 400 \text{ мкм [1, с.8-12, табл.4-5]}$$

$$Rz=5 \text{ мкм } h=5 \text{ мкм [1,с.186,табл.12]}$$

$$Rz'=40 \text{ мкм } h'=40 \text{ мкм [1,с.187,табл.24]}$$

$$Rz''=15 \text{ мкм } h''=15 \text{ мкм [1,с.186,табл.12]}$$

Залишкові просторові відхилення:

$$\Delta_{заг} = \sqrt{(\Delta_k \cdot l)^2 + \Delta_{см}^2} = \sqrt{(1.8 \cdot 12,6)^2 + 160^2} = 180 \text{ мкм, [1,с.186-187,табл.16,18]}$$

де Δ_k - кривизна штампованих заготовок;

$\Delta_{см}$ – відхилення від співвісності.

$$\Delta' = 0,06 \cdot \Delta_{\text{зар}} = 0,06 \cdot 180 = 10,8 \text{ мкм}$$

Визначаємо допуск на розмір заготовки за формулою (1.17):

$$T_{D_{\text{зар}}} = H_{\text{ед}} + I_h + K_y = 0,8 + 0,4 + 0,001 \cdot 102 = 1302 \text{ мкм [табл.1]} \quad (1.17)$$

Визначаємо величину мінімального припуску по переходам за формулою (1.18):

$$2Z'_{\text{min}} = 2 \left[(R_z + h)_{i-1} + \sqrt{\Delta_{\Sigma i-1}^2 + \varepsilon_i^2} \right] = 2 \left[(400 + 400) + \sqrt{622^2 + 120^2} \right] = 2868 \text{ мкм} \quad (1.18)$$

$$2Z''_{\text{min}} = 2 \left[(R_z + h)_{i-1} + \sqrt{\Delta_{\Sigma i-1}^2 + \varepsilon_i^2} \right] = 2 \left[(15 + 15) + \sqrt{37,36^2 + 100^2} \right] = 273 \text{ мкм}$$

Визначаємо граничні проміжні розміри по технологічним переходам та остаточні розміри заготовки за формулою (1.19), (1.20):

$$D_{\text{min } i-1} = D_{\text{min } 1} + 2Z_{\text{min } i} \quad (1.19)$$

$$D_{\text{max } i-1} = D_{\text{min } i-1} + T_{D i} \quad (1.20)$$

$$D'_{\text{min}} = D''_{\text{max}} - T''_D = 102 - 0,140 = 101,86 \text{ мм}$$

$$D'_{\text{min}} = D''_{\text{min}} + 2Z''_{\text{min}} = 102 + 0,14 = 102,14 \text{ мм}$$

$$D'_{\text{max}} = D'_{\text{min}} + T'_D = 220,55 + 0,1 = 220,65 \text{ мм}$$

$$D^{\text{зар}}_{\text{min}} = D'_{\text{min}} + 2Z'_{\text{min}} = 101,867 - 2,868 = 98,999 \text{ мм}$$

$$D^{\text{зар}}_{\text{max}} = D^{\text{зар}}_{\text{min}} + T^{\text{зар}}_D = 223,4 + 3,0 = 226,4 \text{ мм}$$

Визначаємо одержані граничні припуски за формулами (1.21), (1.22):

$$2Z'_{\text{max}} = D^{\text{зар}}_{\text{max}} - D'_{\text{max}} \quad (1.21)$$

$$2Z_{\text{min } i-1} = D_{\text{min } i} - D_{\text{min } i-1} \quad (1.22)$$

$$2Z'_{\min} = D'_{\min}{}^{\text{заг}} - D'_{\min} = 102 - 101,327 = 0,673 \text{ мм}$$

$$2Z'_{\max} = D'_{\max}{}^{\text{заг}} - D'_{\max} = 101,327 - 97,697 = 3,63 \text{ мм}$$

$$2Z''_{\min} = D'_{\min} + D''_{\min} = 0,673 + 3,63 = 4,303 \text{ мм}$$

Знаходимо одержаний загальний припуск:

$$2Z_{\text{заг max}} = \Sigma 2Z'_{\max} = 6,4 \text{ мм}$$

$$2Z_{\text{заг min}} = \Sigma 2Z''_{\min} = 3,45 \text{ мм}$$

Виконуємо перевірку правильності розрахунку по формулі (1.23):

$$T_{(D,1) \text{ заг}} - T_{(D,1) \text{ дет}} = 2Z_{\text{заг max}} - 2Z_{\text{заг min}} \quad (1.23)$$

$$T_{(D,1) \text{ заг}} - T_{(D,1) \text{ дет}} = 1302 - 140 = 1162 \text{ мкм}$$

$$2Z_{\text{заг max}} - 2Z_{\text{заг min}} = 4303 - 3141 = 1162 \text{ мкм}$$

Розрахунок припусків по таблицям на розмір $\varnothing 108^{+0,22} \text{ Н11}$

Призначаємо маршрут обробки. Вибираємо операційні допуски по [1, с.8-12, табл.4-5].

Маршрут обробки: [1, с.186, табл.12]

Заготівка – штампування Н15 ($T_D=1306$ мкм). [1, с.186, табл.12]

Розточування чорнове Н13 ($T_D=540$ мкм). [1, с.186, табл.12]

Розточування чистове Н11 ($T_D=220$ мкм). [1, с.186, табл.12]

$$H_{\text{ед}} = 0,8 \text{ мм}$$

$$U_{\text{ш}} = 0,4 \text{ мм}$$

Визначаємо допуск на розмір заготівки за формулою (1.24):

$$K_y = 0,001 \cdot 102 = 0,108 \text{ мм}$$

$$T_D = 0,8 + 0,4 + 0,108 = 1308 \text{ мкм}$$

Визначаємо мінімальні припуски [табл. 3-9]:

$$D_{\min} = D + T_d = 108 + 220 = 108,22\text{мм}$$

$$D_{\min} = D_{\min} - 2Z_{\min} = 108,22 - 2,0 = 106,22\text{мм}$$

$$D_{\min} = D_{\min} - 2Z_{\min} = 106,22 - 5,5 = 100,72\text{мм}$$

Визначаємо максимальні значення розмірів по операціям [табл. 3-9]:

$$D_{\max} = D_{\min} - T_d = 108,22 - 0,22 = 108\text{мм}$$

$$D_{\max} = D_{\min} - T_d = 106,22 - 0,54 = 105,68\text{мм}$$

$$D_{\max} = D_{\min} - T_d = 100,72 - 1,306 = 99,414\text{мм}$$

Визначаємо одержані граничні припуски [табл. 3-9]:

$$2Z_{\max} = D_{\max} - D_{\max} = 108 - 105,68 = 2,32\text{мм}$$

$$2Z_{\max} = D_{\max} - D_{\max} = 105,68 - 99,414 = 6,266\text{мм}$$

Виконуємо перевірку правильності розрахунків по формулі (1.23):

$$T_{\text{заг}} - T_{\text{дет}} = 1,306 - 0,220 = 1,086 \text{ мкм}$$

$$Z_{\text{заг max}} - Z_{\text{заг min}} = 8,586 - 7,5 = 1,086 \text{ мкм}$$

Результат розрахунку занесемо у таблицю 1.5

Таблиця 1.5 – Визначення припусків табличним методом

Розрахунк.р-р	Технологічний перехід	Табличний пр., мм	Розрахунковий Розмір, min	Допуск, мм	Граничні розміри, мм		Граничні припуски, мм		Виконавчий розмір, мм
					Dmax	Dmin	Zmax	Zmin	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Ø 108 ^{+0,22}	Заготівка штампу- вання h15	7,5	108,22	1,306	99,414	108,22	8,586	7,5	Ø 98,5 ^{+1,8} _{-0,9}
	Розточуванн я чорнове h13	5,5	106,22	540	105,68	106,22	6,266	5,5	Ø105,6 _{-0,05}
	Чистове точіння h11	2,0	100,72	220	108	100,2	2,32	2,0	Ø108 ^{+7,28}
Ø115,2	Заготівка штампу- вання h16	3,3	115,55	1,315	115, 2	115,55	4,265	3,3	110 ^{+0,8 7 7} _{+0,4 3 8}
	Точіння чорнове h14	3,0	115,25	870	114,38	115,25	3,445	3,0	114,3 ^{+0,8 7 0}
	Точіння чистове h12	0,3	112,25	350	110,935	112,25	0,82	0,3	115,2 _{+0,3 5}

Таблиця 1.6 – Визначення припусків аналітично

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Ø102	Заготівка штампування	240	240	918	0	105,3	1302	97,6	105,3	1126	3141	96,8 ^{+0,868} +0,434
	Точіння чистове	140	140	7,2	110	101,8	140	102	101,8	763	273	97,6 _{-0,5 4}
	Точіння чорнове	15	15	10,8	120	102,1	540	101,3	102,1	363	2868	102 _{+0,1 4}
Ø130 ^{+0,01}	Заготівка штампу- вання	260	260	6	0	102,3	1302	97,6	102,3	1126	3141	100 ^{+0,868} +0,434
	Точіння чистове	120	120	6,5	110	101,8	140	102	101,8	763	273	108 _{-0,5 4}
	Точіння чорнове	10	10	10,8	20	102,0	540	101,3	102,0	363	2868	130 _{+0,1 4}

1.6 Розрахунок режиму різанням

Визначення режиму різання і основного часу аналітичним способом на операцію 035 – фрезерну з ЧПУ – рисунок 1.6, верстат з ЧПУ мод. МА-655С630

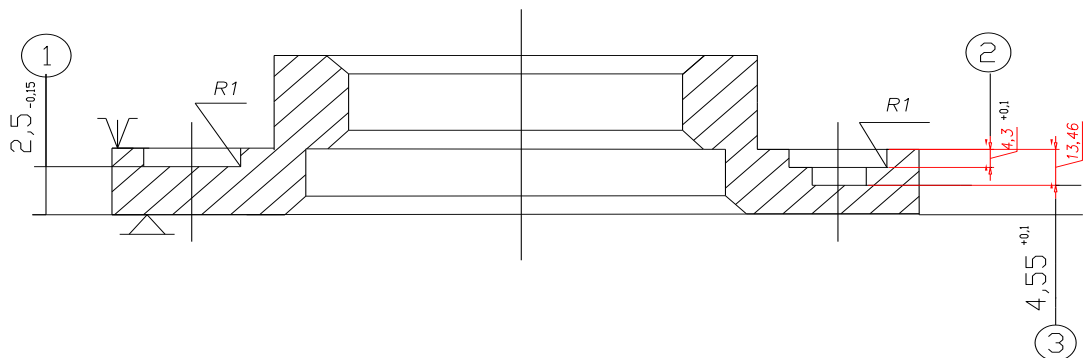


Рисунок 1.6 - Ескіз обробки деталі «Кільце» на фрезерну операцію з ЧПУ

Перехід 1

Згідно даних обираємо інструмент: матеріал різальної частини фрези, геометричні параметри фрези з [2, с.174-178].

Фреза концева з конічним хвостовиком ГОСТ 17026-71; $D=14$, $z=4$,
- матеріал ріжучої частини P9M4K8-МП

Глибина різання $t=0,1$ мм

Вибираємо подачу з [2, с.283-285, табл.33-37]:

-на зуб фрези $S_z = 0,08$ мм/зуб

-на один оберт $S_o = 0,32$ мм/об

Визначимо швидкість різання, що допускається ріжучим інструментом в м/хв за формулою (1.26):

$$V = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot Z^p} \cdot K_v, \quad (1.26)$$

де $T=90$ хв - стійкість інструменту [2, с.290, табл.40];

C_v, q, m, x, y, u, p вибираємо з [2, с.286-290, табл.39];

$K_v = K_m \cdot K_{mv} \cdot K_{lv}$ - загальний поправочний коефіцієнт на швидкість різання, який враховує фактичні умови різання,

K_{mv} - поправочний коефіцієнт, який враховує якість оброблюваного матеріалу [2, с.261-263, табл.1-4];

K_{lv} - поправочний коефіцієнт, який враховує вплив стану поверхні заготовки на швидкість різання [2, с.263, табл.5];

K_{uv} - поправочний коефіцієнт, який враховує вплив інструментального матеріалу на швидкість різання [2, с.263, табл.6];

$$V = \frac{46.7 \cdot 14^{0.45}}{60 \cdot 0.1^{0.5} \cdot 0.08^{0.5} \cdot 1.25^{0.1} \cdot 4^{0.1}} \cdot 0.85 = 25,99 \text{ м/хв}$$

Визначимо частоту обертів деталі відповідно знайдений швидкості різання за формулою (1.27):

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D_{\max}}, \quad (1.27)$$

$$n = \frac{1000 \cdot 25,99}{3,14 \cdot 14} = 591,2 \text{ хв}^{-1}$$

Визначимо швидкість різання за формулою (1.28):

$$V_{\delta} = \frac{\pi \cdot D_{\max} \cdot n_{em}}{1000}, \quad (1.28)$$

$$V_{\delta} = \frac{3,14 \cdot 14 \cdot 500}{1000} = 21,98 \text{ м/хв}$$

Визначимо хвилинну подачу за формулою (1.29):

$$S_{x\delta} = S_z \cdot z \cdot n_{em}, \text{ мм/хв} \quad (1.29)$$

$$S_{x\delta} = 0,08 \cdot 4 \cdot 500 = 160 \text{ мм/хв}$$

Визначимо значення подачі на зуб фрези по формулі (1.30):

$$S_{z\delta} = \frac{S_{x\delta}}{z \cdot n_{em}}, \text{ мм/зуб} \quad (1.30)$$

$$S_{z\delta} = \frac{160}{4 \cdot 500} = 0,08, \text{ мм/зуб}$$

Визначимо окружну силу різання по формулі (1.31):

$$P_z = \frac{10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S_{z\delta}^y \cdot B^u \cdot z}{D^q \cdot n_{em}^w} \cdot K_{Mz}, \quad (1.31)$$

де C_p , x , y , u , q , w вибираємо з [2, с. 291];

K_{Mz} – коефіцієнт, що враховує вплив матеріалу заготовки на силові залежності [2, с.264-265, табл. 9-10];

$$P_z = \frac{10 \cdot 68,2 \cdot 0,1^{0,86} \cdot 0,08^{0,72} \cdot 1,25^{1,0} \cdot 4}{14^{0,16} \cdot 500^0} \cdot 1,0 = 1080 \text{ Н}$$

Визначимо потужність, різання за формулою (1.32):

$$N = \frac{P_z \cdot V_\delta}{1020 \cdot 60}, \quad (1.32)$$

$$N = \frac{1080 \cdot 21,98}{1020 \cdot 60} = 0,35 \text{ кВт}$$

Обробка можлива, якщо $N_{різ} < N_{шп}$, визначаємо по формулі (1.33)

$$N_{шп} = N_{дв} \cdot \eta \quad (1.33)$$

$$N_{шп} = 33,7 \cdot 0,8 = 27 \text{ кВт}$$

де $N_{дв}$ – потужність електродвигуна верстату, кВт;

η – к.к.д верстату [3,с.421].

Визначимо машинний час по формулі (1.34):

$$T_o = \frac{L}{S_{сх.д}} \cdot i, \quad (1.34)$$

де L – шлях інструменту в напрямку подачі в мм;

$S_{сх.д}$ – подача в мм/об;

i – кількість робочих ходів,

$$L = l + y + \Delta, \quad (1.35)$$

де l – розмір поверхні, що обробляється в напрямку подачі в мм;

y – величина врізання, мм;

Δ – $1 \div 5$ мм – вихід ріжучого інструменту (перебіг).

$$L = 48 + 13 + 3 = 64 \text{ мм}$$

$$T_o = \frac{64}{66,6} * 3 = 2,88 \text{ хв}$$

Розрахунок режиму різання та основного часу табличним способом на операцію 010 – токарну – рисунок 1.7, верстат токарний мод.16K20

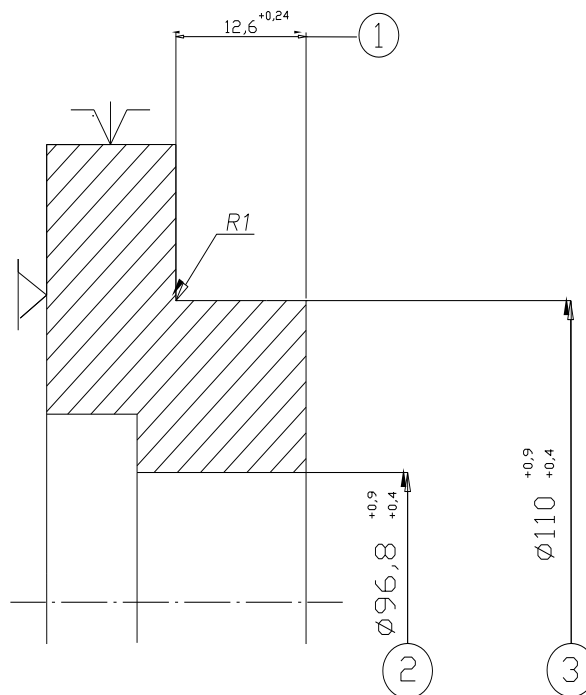


Рисунок 1.7 – Ескіз обробки на операцію 010

Глибина різання $t=1$ мм;

Подача:

$S_{om} = 0,19$ [3, с.238 таблиця.28] -(для радіусу при вершині 0,5мм, і шорсткості Ra 3,2).

Розраховуємо подачу, враховуючи поправочний коефіцієнт, по формулі (1.42) :

$$S_o = S_{om} \cdot K_{so}, \quad (1.42)$$

$$S_o = 0,19 \cdot 0,57 = 0,108 \text{ мм/об}$$

Розраховуємо коефіцієнт на подачу обробки за формулою (1.43)

$$K_{so} = K_{sn} \cdot K_{su} \cdot K_{sf} \cdot K_{sz} \cdot K_{sj} \cdot K_{sm} \quad (1.43)$$

$$K_{so} = 1 \cdot 1 \cdot 0,7 \cdot 0,8 \cdot 0,95 \cdot 1,07 = 0,57$$

де K_{so} - коефіцієнт на подачу для умов обробки знаходяться в [3, с.239 табл. 30].

K_{sn} - коефіцієнт, що враховує стан оброблюваної поверхні, $K_{sn}=1$;

K_{su} - коефіцієнт, що враховує матеріал інструменту, $K_{su}=1$;

K_{sf} - коефіцієнт, що враховує форму оброблюваної поверхні, $K_{sf}=0,7$;

K_{sz} - коефіцієнт, що враховує вплив загартування, $K_{sz}=0,8$;

K_{sj} - коефіцієнт, що враховує жорсткість технологічної системи, $K_{sj}=0,95$;

K_{sm} - коефіцієнт, що враховує матеріал оброблюваної деталі, $K_{sm}=1,07$.

Коригуємо подачу по паспорту верстата $S_o=0.1$ мм/об.

Розрахуємо швидкість різання по формулі (1.44) :

$$V = V_m \cdot K_v \quad (1.44)$$

$$V = 304 \cdot 1,1 = 355 \text{ м/хв}$$

де V_m - табличне значення швидкості різання

$V_m = 304$ м/хв [3, с.243 таблиця. 36].

Поправочний коефіцієнт різання розрахуємо по формулі (1.45) :

$$K_v = K_{vm} \cdot K_{vH} \cdot K_{V\phi} \cdot K_{Vn} \cdot K_{Vж} \cdot K_{Vi} \cdot K_{Vo} \quad (1.45)$$

$$K_v = 1,61 \cdot 1 \cdot 0,92 \cdot 0,8 \cdot 0,93 \cdot 1 \cdot 1 = 1,1$$

де K_{vm} - коефіцієнт, оброблюваності матеріалу, $K_{vm} = 1,61$ [3,с.22табл.1];

K_{Vi} - коефіцієнт, який враховує властивості матеріалу інструменту, $K_{Vi} = 1$ [3, с.244 таблиця.37];

$K_{V\phi}$ - коефіцієнт, який враховує вплив кута в плані, $K_{V\phi} = 0,92(\phi=60^\circ)$ [3, с.244 таблиця.37];

K_{Vn} - коефіцієнт, який враховує вид обробки, $K_{Vn} = 0,8$ (для розточування отвору діаметром до 150), [3, с.244 таблиця.37];

$K_{Vж}$ - коефіцієнт, який враховує жорсткість технологічної системи, $K_{Vж} = 0,93$;

K_{Vo} - коефіцієнт, який враховує стан оброблюваної поверхні, $K_{Vo} = 1$;

K_{Vo} - коефіцієнт, який враховує вплив СОЖ, $K_{Vo} = 1$.

Розрахуємо частоту обертання шпинделя n по формулі (1.27):

$$n = \frac{1000 \cdot 335}{3,14 \cdot 110} = 770 \text{ об/хв}$$

Знайдемо дійсну швидкість різання по формулі (1.28) :

$$V = \frac{3,14 \cdot 110 \cdot 600}{1000} = 207,2 \text{ м/хв}$$

Визначимо силу різання P_z , Н по формулі (1.46) :

$$P_z = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot s^y \cdot V^n \cdot K_p \quad (1.46)$$

де C_p , x , y , n - постійна і показники міри [4, с.273 таблиця.22]

$C_p=300, x=1, y=0,75, n=-0, 15$

$$P_z = 10 \cdot 300 \cdot 1^0 \cdot 0.1^{0.75} \cdot 307,4^{-0.15} \cdot 0,58 = 131H$$

Поправочний коефіцієнт знайдемо по формулі (1.47) :

$$K_p = K_{\lambda p} \cdot K_{\gamma p} \cdot K_{\varphi p} \cdot K_{y p} \cdot K_{\lambda p} \quad (1.47)$$

$$K_p = 0,62 \cdot 0,94 \cdot 1 \cdot 1 = 0,58$$

Коефіцієнт, враховуючий якість обробки матеріалу [4, с.264 таблиця.9] визначимо по формулі (1.48) :

$$K_{\lambda p} = \left(\frac{\sigma_s}{750} \right)^n \quad (1.48)$$

$$K_{\lambda p} = \left(\frac{400}{750} \right)^{0.75} = 0,62$$

де n - показник міри, $n=0,75$ [4, с.264 таблиця.9].

$Do_{\varphi p}$ - коефіцієнт, що враховує вплив кута в плані, $K_{\varphi p}=0,94(\varphi=60^\circ)$ [4, с.275 таблиця.23];

$Do_{\gamma p}$ - коефіцієнт, що враховує вплив переднього кута, $K_{\gamma p}=1$ [4, с.275 таблиця.23];

$Do_{\lambda p}$ - коефіцієнт, що враховує кут нахилу леза, $Do_{\lambda p}=1$ [4, с.275 таблиця.23];

Розрахуємо потужність різання $N_{рез}$, кВт, по формулі (1.32) :

$$N_{рез} = \frac{131 \cdot 307,4}{1020 \cdot 60} = 0,66кВт$$

Визначення режиму різання і основного часу аналітичним способом на операцію 020-шліфувальна, верстат моделі ЗЕ-756

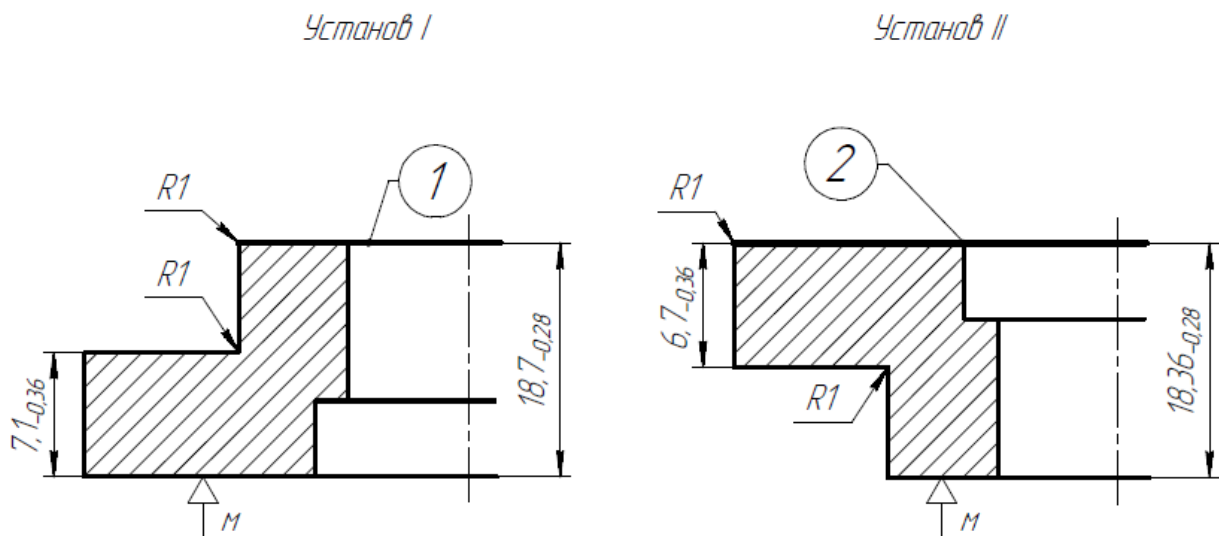


Рисунок 1.8 – Ескіз обробки на операцію

Перехід 1

Шліфувальні сегменти 5с100х40х150; 1 300х50х305 25А F120 С2 7 К1А 35
м/с А 1 кл.

Визначаємо глибину шліфування в мм по формулі (1.25): $t=0,1$ мм
на круг $S_0 = 0,06$ мм/об [2, с.283-285, табл..33-37]:

Визначимо швидкість різання інструменту в м/хв по формулі (1.26):

$$V = \frac{46.7 \cdot 14^{0.45}}{30 \cdot 0.1^{0.5} \cdot 0.06^{0.5} \cdot 1.25^{0.1} \cdot 1^{0.1}} \cdot 0.85 = 18,99 \text{ м/хв}$$

де $T=90$ хв - стійкість матеріалу

Визначимо частоту обертів оброблюваної деталі відповідно знайдений швидкості різання за формулою (1.27):

$$n = \frac{1000 \cdot 18,99}{3,14 \cdot 14} = 489,2 \text{ хв}^{-1}$$

Визначимо дійсну швидкість різання по формулі (1.28):

$$V_{\partial} = \frac{3,14 \cdot 14 \cdot 489}{1000} = 19,98 \text{ м/хв}$$

Визначимо дійсне значення подачі за формулою (1.30):

$$S_{\partial} = \frac{121}{1 \cdot 489} = 0,05, \text{ мм/зуб}$$

Визначимо окружну силу різання за формулою (1.31):

$$P_z = \frac{10 \cdot 68,2 \cdot 0,1^{0,86} \cdot 0,06^{0,72} \cdot 1,25^{1,0} \cdot 1}{14^{0,16} \cdot 489^0} \cdot 1,0 = 965 \text{ Н}$$

Визначаємо $N_{\text{шп}}$ по формулі (1.33)

$$N_{\text{шп}} = 33,7 \cdot 0,6 = 22 \text{ кВт}$$

де $N_{\text{дв}}$ – потужність електродвигуна верстату, кВт;

Визначимо машинний час по формулі (1.34) (1.35):

$$T_o = \frac{64}{66,6} \cdot 3 = 2,88 \text{ хв}$$

$$L = 48 + 13 + 3 = 64 \text{ мм}$$

Перехід 2

Круг шліфувальний ГОСТ 2424-83; 1 300x50x305 25А 10-П С2 7 К1А 35
м/с А 1 кл. Визначимо глибину шліфування t в мм по формулі (1.25):

$$t = \frac{6,0}{2} = 3,0 \text{ мм}$$

Визначимо швидкість різання за формулою (1.26):

$$V = \frac{16,2 \cdot 6,0^{0,4}}{60^{0,3} \cdot 0,14^{0,5}} \cdot 1,0 = 28,56 \text{ м/хв}$$

Визначимо частоту обертів деталі відповідно знайденої швидкості різання по формулі (1.27) :

$$n = \frac{1000 \cdot 28,56}{3,14 \cdot 6,0} = 1024,7 \text{ хв}^{-1}$$

Визначимо дійсну швидкість різання по формулі (1.28):

$$V_o = \frac{3,14 \cdot 6,0 \cdot 1000}{1000} = 22,69 \text{ м/хв}$$

Визначимо осьову силу різання P_o в Н по формулі (1.43) :

$$P_o = 10 \cdot 68 \cdot 6,0^1 \cdot 0,14^{0,7} \cdot 1,0 = 1359,5 \text{ Н}$$

Визначимо величину крутильного моменту M_k в Н/м за формулою (1.44):

$$M_k = 10 \cdot 0,0345 \cdot 6,0^2 \cdot 0,14^{0,8} \cdot 1,0 = 5,11 \text{ Н/м}$$

Визначимо потужність, яка витрачається на різання в кВт по формулі (1.45):

$$N = \frac{5,11 \cdot 1000}{9750} = 0,44 \text{ кВт}$$

$N_{\text{шт}}$ визначимо за формулою (1.33):

$$N_{\text{шт}} = 33,7 \cdot 0,6 = 21 \text{ кВт}$$

Визначимо машинний час за формулі (1.34) (1.35):

$$T_o = \frac{32,5}{800 \cdot 0,15} \cdot 1 = 0,27 \text{ хв}$$

$$L = 175 + 13 + 2 = 325 \text{ мм}$$

Розрахунок режиму різання табличним способом на операцію 040 мод.МА655С630 з ЧПК

Початкові дані:

деталь - Кільце;

Заготовка - штампування

устаткування - свердлувальний з ЧПУ

Інструмент - свердло спіральне $D=7$ мм ГОСТ 10903-71;

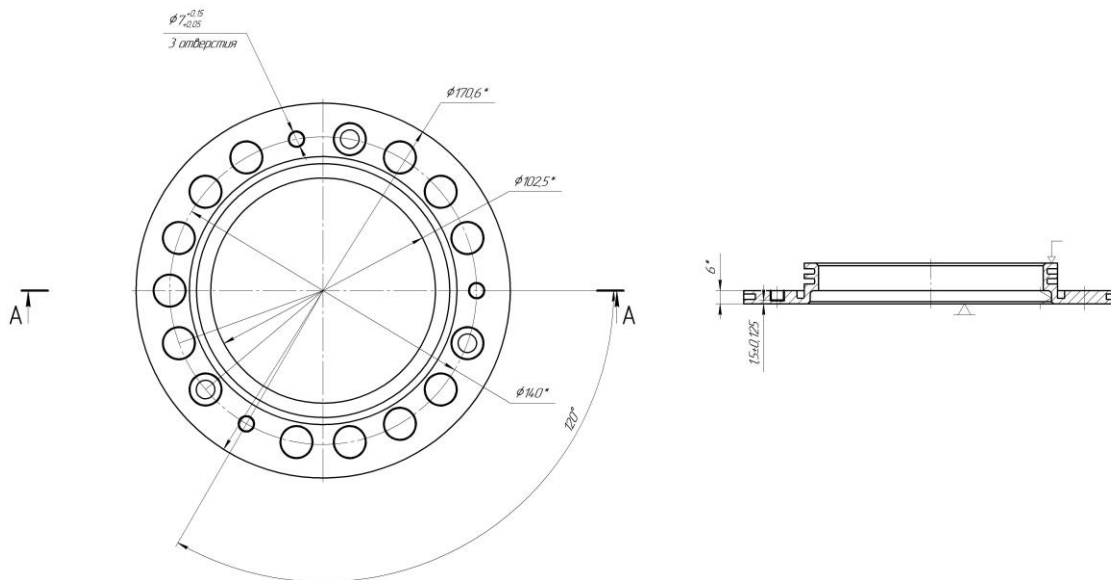


Рисунок 1.9 - Операційний ескіз на свердлувальну операцію

Режими різання для переходу

Діаметр свердла 7 мм

Визначимо подача по формулі (1.43): [3, т.64, стор. 267];

$$K_{S_o} = 1,0 \times 1,0 \times 1,0 \times 1,0 \times 0,75 = 0,75$$

де K_{S1} - коефіцієнт враховує глибину свердління, $K_{S1}=1,0$;

K_{SII} - коефіцієнт матеріал інструменту, що враховує, $K_{SII}=1,0$;

K_{Sd} - коефіцієнт тип оброблюваного отвору, що враховує, $K_{Sd}=1,0$;

$K_{SЖ}$ - коефіцієнт враховує жорсткість технологічної системи, $K_{SЖ}=1,0$;

K_{SM} - коефіцієнт матеріал оброблюваної поверхні, що враховує, $K_{SM}=0,75$.

$$S = 0,2 \times 0,75 = 0,15 \text{ мм/об}$$

Визначимо швидкість різання по формулі (1.45):

$$k_v = 0,8 \cdot 0,91 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 0,73$$

$$V = 22 \times 0,73 = 16,06 \text{ м/хв}$$

Визначимо частоту обертання шпинделя по формулі (1.27) :

$$n = \frac{1000 \times 16,06}{3,14 \times 7} = 730,66 \text{ хв}^{-1}$$

За паспортом верстату прийємо $n=600 \text{ хв}^{-1}$

Розрахунки занесемо у таблицю 1.6

Таблиця 1.6 – Розрахунок режиму різання по операціях

№ оп	Найменування переходу	№ i	t, мм				T _о , хв
				S мм/хв	n _{вт} , хв ⁻¹	V _д , м/хв	
010	Токарна	1	3,19	0,9	315	168,3	1,54
		2	3,02	0,9	315	173,1	1,68
015	Токарна	1	1,75	0,35	1500	26,84	0,64
		2	1,25	0,29	1500	25,11	0,66
020	Шліфувальна	1	0,76	0,01	2200	35	0,08
		2	0,68	0,01	2200	39	0,06
025	Токарна	1	1,52	1,2	315	24,65	3,65
		2	1,65	1,0	250	20,11	2,82
030	Токарна	1	1,75	0,35	1500	28,26	2,62
035	Фрезерна з ЧПК	1	2,75	1,35	1500	26,12	2,22
		2	1,83	1,2	800	24,02	3,10

Продовження таблиці 1.6

040	Свердлильна з ЧПК	1	1,75	0,35	1500	26,84	2,12
		2	1,83	1,2	500	24,35	3,18
045	Токарна	1	0,1	0,08	315	21,22	1,15
		2	1,1	1,3	500	20,11	1,32
050	Токарна	1	1,2	1,25	315	22,12	1,28
		2	1,18	1,3	800	20,11	1,65
055	Токарна	1	1,12	1,6	315	24,65	1,05
		2	1,35	1,3	500	18,25	1,32
070	Шліфувальна	1	0,76	1,01	800	22,16	1,65
		2	0,68	1,08	1200	18,21	1,72

1.7 Технічне нормування операцій

Нормування операції 035 .

Норма часу на технологічну операцію з ЧПУ розрахуємо за формулою (1.49):

$$T_{ум} = (T_a + T_{дн}) \left(1 + \frac{a_{обсл} + a_{відп}}{100} \right), \quad (1.49)$$

де $a_{обсл} = 6\%$ - відсоток основного часу на обслуговування робочого місця

$a_{відп} = 4\%$ - відсоток основного часу на відпочинок та особисті потреби

$$T_{ум} = (1,27 + 0,94) \left(1 + \frac{6+4}{100} \right) = 2,4 \text{ хв}$$

T_a - час автоматичної роботи верстату за програмою визначаємо за формулою (1.50).

$$T_a = T_{o.a} + T_{\text{дон}.a}, \quad (1.50)$$

$$T_a = 0,3 + 0,97 = 1,27 \text{ хВ}$$

Час основної автоматичної роботи визначаємо по формулі (1.51):

$$T_{o.a} = t_{o.a1} + t_{o.a2} + \dots + t_{o.an}, \quad (1.51)$$

$$T_{o.a} = 0,88 + 0,47 + 1,9 + 0,01 = 3,26 \text{ хВ}$$

$$T_{\text{дон}.a} \approx 0,3 \cdot T_{o.a}, \quad (1.52)$$

$$T_{\text{дон}.a} \approx 0,3 \cdot 0,97 = 0,3 \text{ хВ}$$

$$T_{\text{дон}} = T_{\text{вст}} + T_{\text{вик}} + T_{\text{вим}}, \quad (1.53)$$

$$T_{\text{дон}} = 0,27 + 0,32 + 0,35 = 0,94 \text{ хВ}$$

$T_{\text{вим}}$ – час, пов'язано з вимірами.

$$T_{\text{вим}} = 0,14 + 0,08 + 0,06 + 0,07 = 0,35 \text{ хВ}$$

Нормування операції 010 .

Норма часу на технологічну операцію розраховуємо за формулою (1.49):

$$T_{\text{ум}} = (T_a + T_{\text{дон}}) \left(1 + \frac{a_{\text{ощл}} + a_{\text{вдн}}}{100} \right),$$

$$T_{\text{ум}} = (1,27 + 0,94) \left(1 + \frac{6+4}{100} \right) = 2,4 \text{ хВ}$$

T_a - час автоматичної роботи верстату визначаємо за формулою (1.50).

$$T_a = T_{o.a} + T_{\text{дон.}a},$$

$$T_a = 0,3 + 0,97 = 1,27 \text{ хв}$$

Час основної автоматичної роботи визначаємо по формулі (1.51):

$$T_{o.a} = t_{o.a1} + t_{o.a2} + \dots + t_{o.an},$$

$$T_{o.a} = 0,88 + 0,47 + 1,9 + 0,01 = 3,26 \text{ хв}$$

$$T_{\text{дон.}a} \approx 0,3 \cdot T_{o.a},$$

$$T_{\text{дон.}a} \approx 0,3 \cdot 0,97 = 0,3 \text{ хв}$$

$$T_{\text{дон}} = T_{\text{вст}} + T_{\text{вук}} + T_{\text{вим}},$$

$$T_{\text{дон}} = 0,27 + 0,32 + 0,35 = 0,94 \text{ хв}$$

$T_{\text{вим}}$ – час, пов'язано з вимірами (на верстаті виконується 30% контроль).

$$T_{\text{вим}} = 0,14 + 0,08 + 0,06 + 0,07 = 0,35 \text{ хв}$$

Нормування операції 015 .

Норма часу на технологічну операцію зростають за формулою (1.49):

$$T_{\text{ум}} = (T_a + T_{\text{дон}}) \left(1 + \frac{a_{\text{осл}} + a_{\text{вдн}}}{100} \right)$$

$$T_{\text{ум}} = (1,27 + 0,94) \left(1 + \frac{6+4}{100} \right) = 2,4 \text{ хв}$$

T_a - час автоматичної роботи верстату визначаємо за формулою (1.50).

$$T_a = T_{o.a} + T_{\text{дон.}a},$$

$$T_a = 0,3 + 0,97 = 1,27 \text{ хв}$$

Час основної автоматичної роботи визначаємо по формулі (1.51):

$$T_{o.a} = t_{o.a1} + t_{o.a2} + \dots + t_{o.an},$$

$$T_{o.a} = 0,88 + 0,47 + 1,9 + 0,01 = 3,26 \text{ хв}$$

$$T_{\text{дон.а}} \approx 0,3 \cdot T_{o.a},$$

$$T_{\text{дон.а}} \approx 0,3 \cdot 0,97 = 0,3 \text{ хв}$$

$$T_{\text{дон}} = T_{\text{вст}} + T_{\text{вик}} + T_{\text{вим}},$$

$$T_{\text{дон}} = 0,27 + 0,32 + 0,35 = 0,94 \text{ хв}$$

$T_{\text{вим}}$ – час, пов'язаний з вимірами (на верстаті виконується 30% контроль).

$$T_{\text{вим}} = 0,14 + 0,08 + 0,06 + 0,07 = 0,35 \text{ хв}$$

Нормування операції 020

Норма часу на технологічну операцію розраховується за формулою (1.49):

$$T_{\text{ум}} = (T_a + T_{\text{дон}}) \left(1 + \frac{a_{\text{вкл}} + a_{\text{вкл}}}{100} \right),$$

$$T_{\text{ум}} = (1,27 + 0,94) \left(1 + \frac{6+4}{100} \right) = 2,4 \text{ хв}$$

T_a - час автоматичної роботи верстату визначаємо за формулою (1.50).

$$T_a = T_{o.a} + T_{\text{дон.а}},$$

$$T_a = 0,3 + 0,97 = 1,27 \text{ хв}$$

Час основної автоматичної роботи визначаємо по формулі (1.51):

$$T_{o.a} = t_{o.a1} + t_{o.a2} + \dots + t_{o.an},$$

$$T_{o.a} = 0,88 + 0,47 + 1,9 + 0,01 = 3,26 \text{ хв}$$

$$T_{\text{дон.а}} \approx 0,3 \cdot T_{o.a},$$

$$T_{\text{дон.а}} \approx 0,3 \cdot 0,97 = 0,3 \text{ хв}$$

$$T_{\text{дон}} = T_{\text{ест}} + T_{\text{вик}} + T_{\text{вим}},$$

$$T_{\text{дон}} = 0,27 + 0,32 + 0,35 = 0,94 \text{ хв}$$

$T_{\text{вим}}$ – час, пов'язаний з вимірами (на верстаті виконується 30% контроль).

$$T_{\text{вим}} = 0,14 + 0,08 + 0,06 + 0,07 = 0,35 \text{ хв}$$

Таблиця 1.7 – Норма часу по операціям

№	Найменування операції	Найменування верстату і модель	Норма часу			
			$T_{\text{осн}}$, хв	$T_{\text{доп}}$, хв	$T_{\text{шт}}$, хв	$T_{\text{п.з.}}$, хв
1	2	3	4	5	6	7
010	Токарна	Токарний верстат мод. 16К20	3,19	0,52	4,0	21
015	Токарна	Токарний верстат мод. 16К20	3,05	0,45	3,0	19
020	Шліфувальна	Плоско- шліфувальний верстат 3Е 756.	0,081	0,18	0,9	16
035	Фрезерна з ЧПУ	Фрезерний з ЧПУ.мод.МА-655С 630	2,97	0,69	4,026	22
040	Свердлильна	Свердл.верстат мод. АМ158G	1,75	0,94	2,9	21

1.8 Розробка трьох технологічних операцій на високопродуктивних верстатах з ЧПК

Розробка операції за допомогою модуля NX CAM показано на рис. 1.10-1.12.

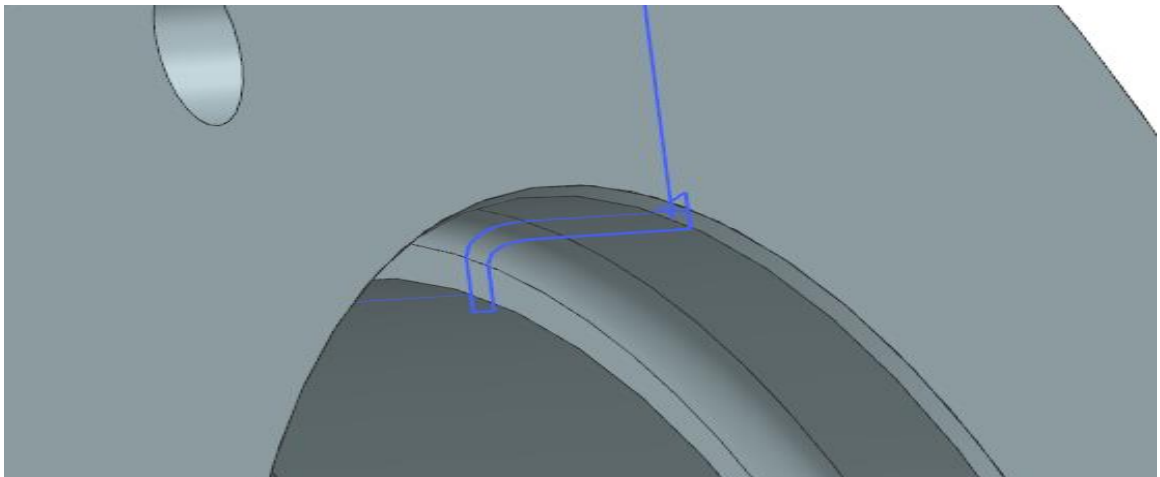


Рисунок 1.10 – Операційний ескіз

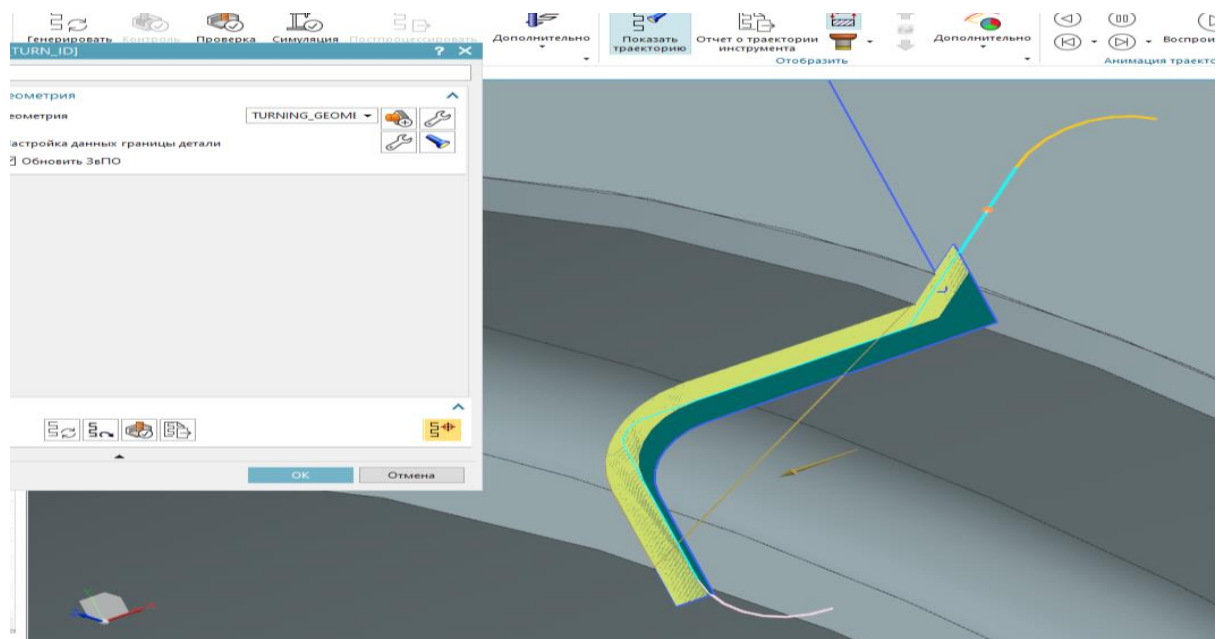


Рисунок 1.11 - Токарна траєкторія в NX CAM

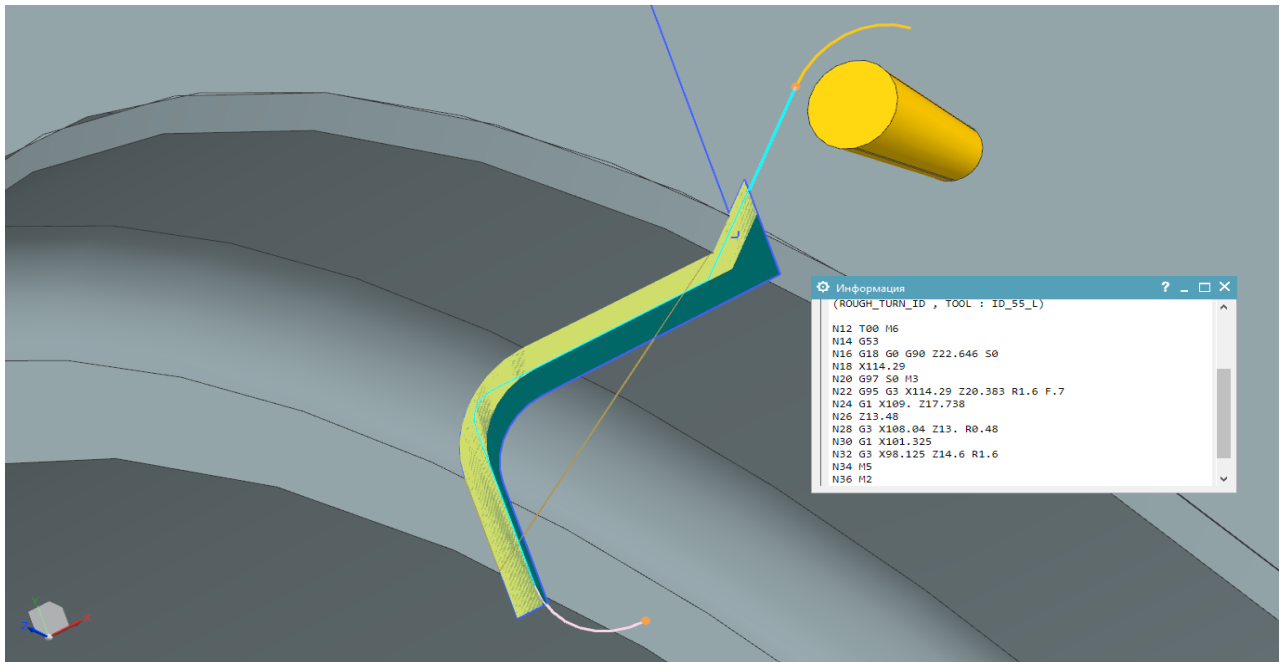


Рисунок 1.12 - Програма на токарну траєкторію в NX CAM

Розробка свердлувальної операції за допомогою модуля NX CAM показано на рис. 1.13-1.14.

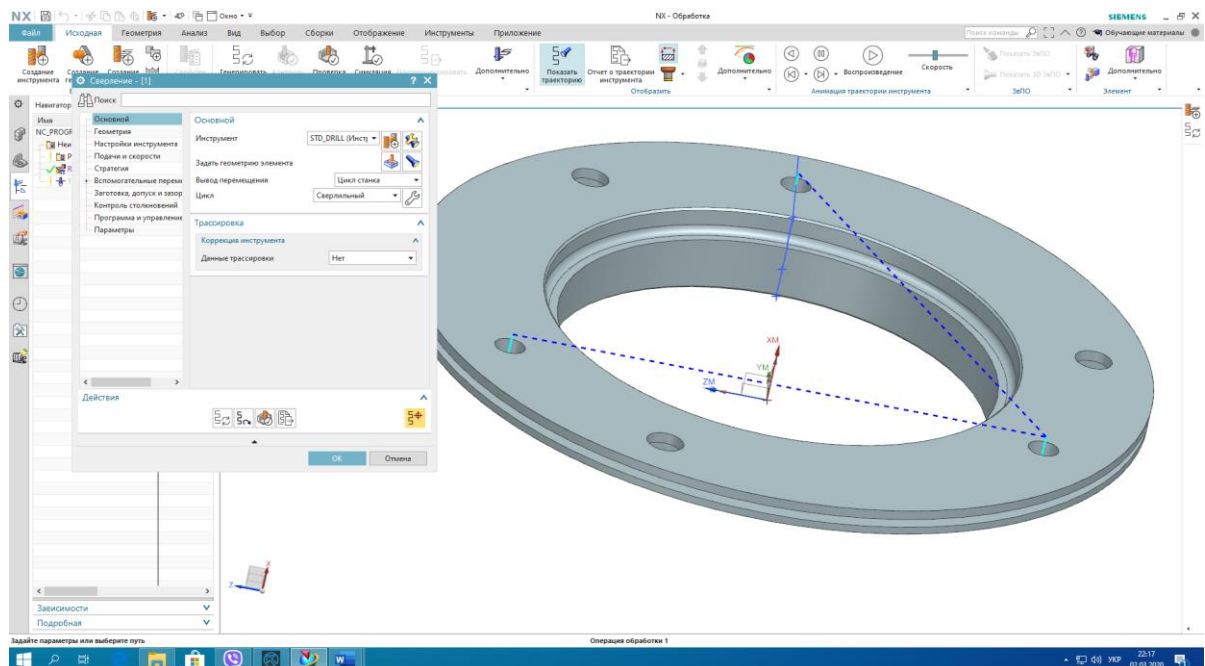


Рисунок 1.13 - Траєкторія свердлувальної операції в NXCAM

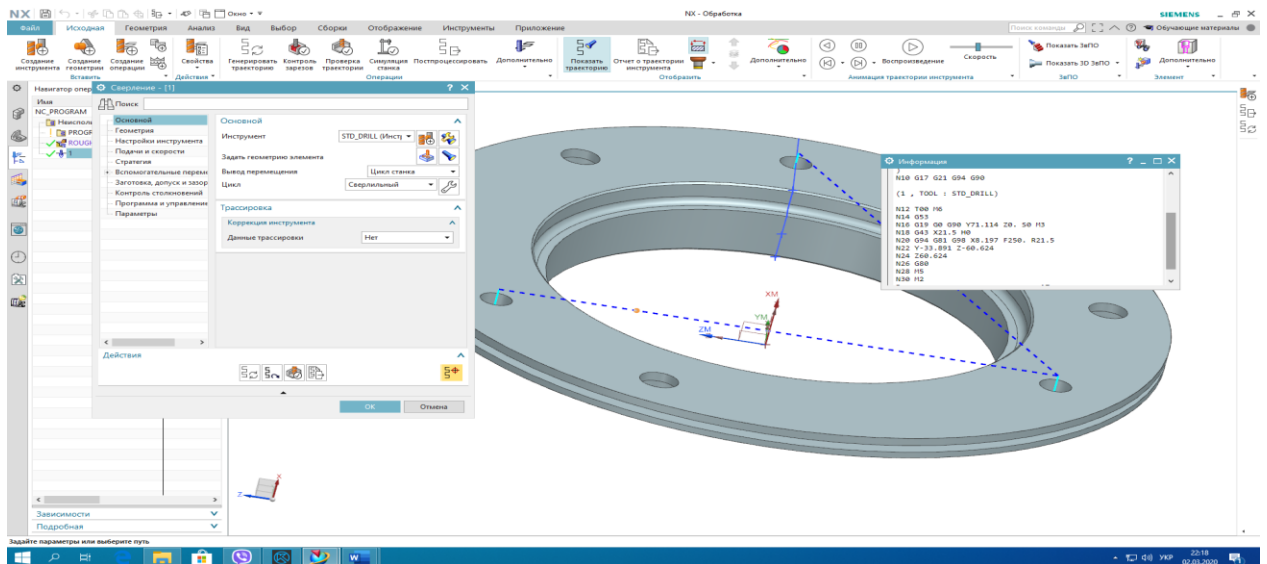


Рисунок 1.14 - Програма свердлувальної операції в NXCAM

Розробка фрезерувальної операції в системі unigraphіks ведеться згідно розробленої раніше РТК з використанням 3D моделі деталі на розрахованих режимах різання.

Програма, що управляє, згенерована з урахуванням особливостей цього постпроцесора і вильотів інструменту показано на рис. 1.15-1.16.

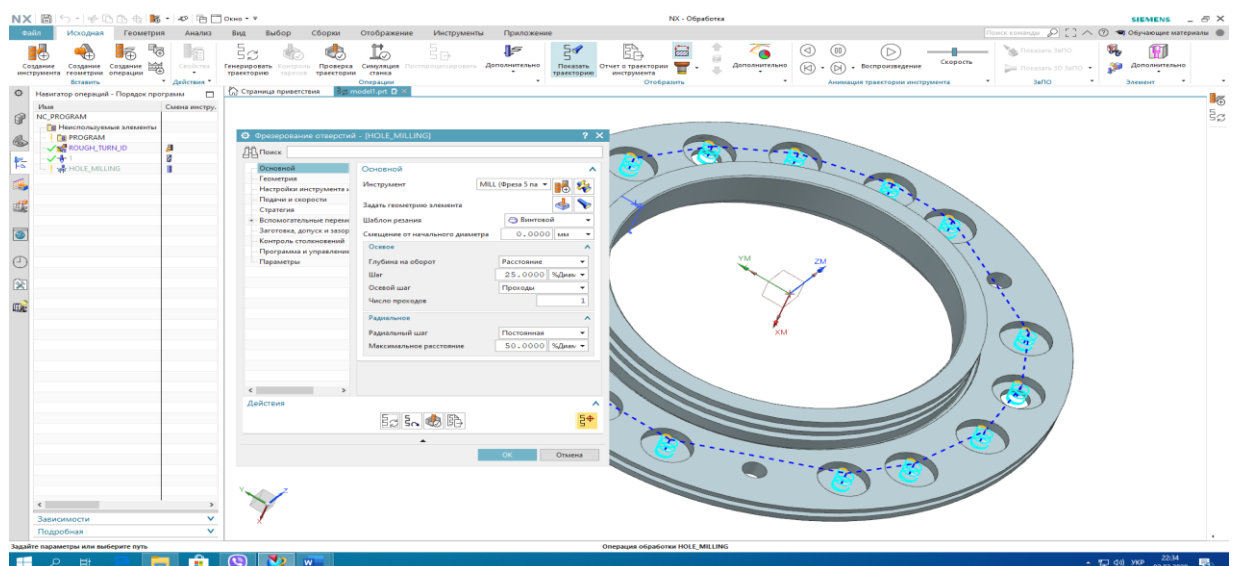


Рисунок 1.15 - Моделювання обробки в програмі NX

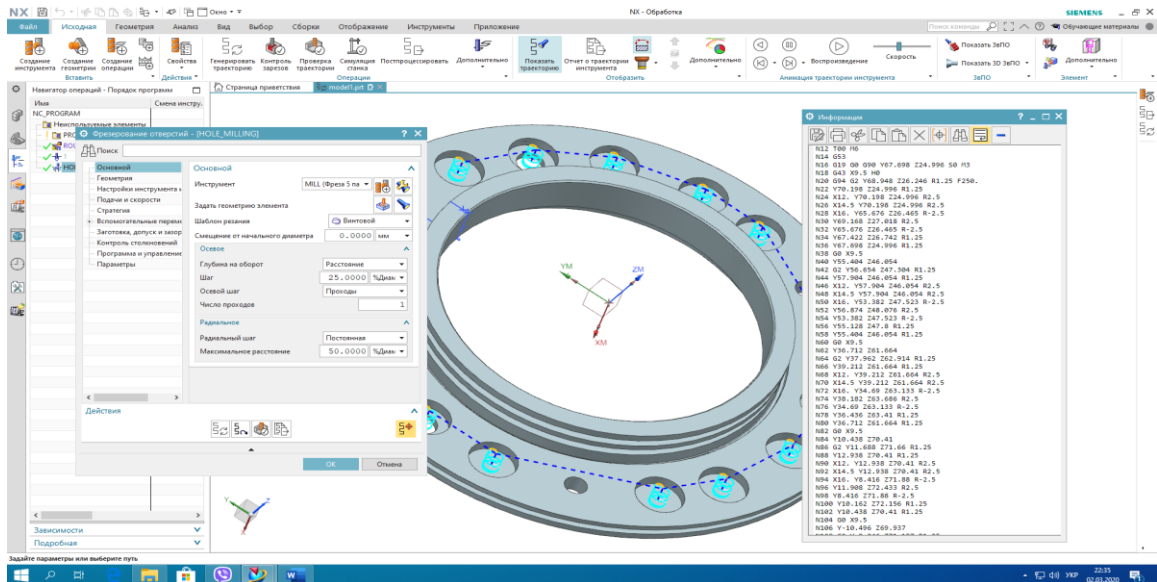


Рисунок 1.16 - Програма фрезерної обробки в програмі NX

2 КОСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА

2.1 Проектування робочого приладу

2.1.1 Конструкція і принцип роботи прилада

Вибір та розрахунок зусиль затиску прилада, та його робота:

В проекті для встановлення деталі на фрезерний верстат мод. МА-655С630 використовується спеціальний пристрій, який приводиться в зворотно-поступальний рух приводом верстата - пневмоциліндром.

Заготовка встановлюється на два циліндричні пальця

Закріплення деталі проводиться за допомогою пристрою з горизонтальною затискною планкою з пневматичним приводом двосторонньої дії.

При подачі стисненого повітря у верхню частину пневмокамери поршень опускається вниз. Вісь, закріплена в штоку пневмоциліндра, опускає прихват. Прихвати затискають заготовку.

Робоче пристосування показано на малюнку 2.1 .

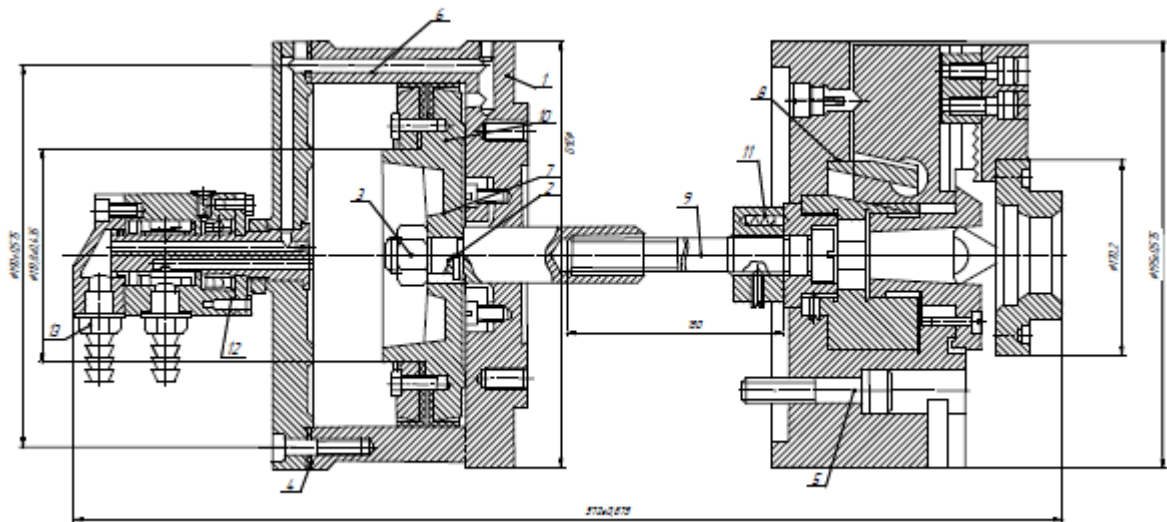


Рисунок 2.1 – Робоче пристосування

2.1.2 Визначаємо похибку базування та закріплення.

Похибка базування – це різниця відстані від бази заготовки до встановленого розміру для вимірювального інструменту.

1) викреслити схему установки заготовки в пристосуванні. вказати становище опорних точок і визначити призначення поверхонь заготовки, відповідне класифікації баз (настановної, направляючої, опорної);

2) поставити розмір обробки з допуском і позначити положення вимірювальної бази;

3) визначити положення настроювальної бази відповідно до конструкції настановних елементів і розмірами;

4) визначити похибка базування на розмір обробки.

Схема базування показана на рисунку 2.2

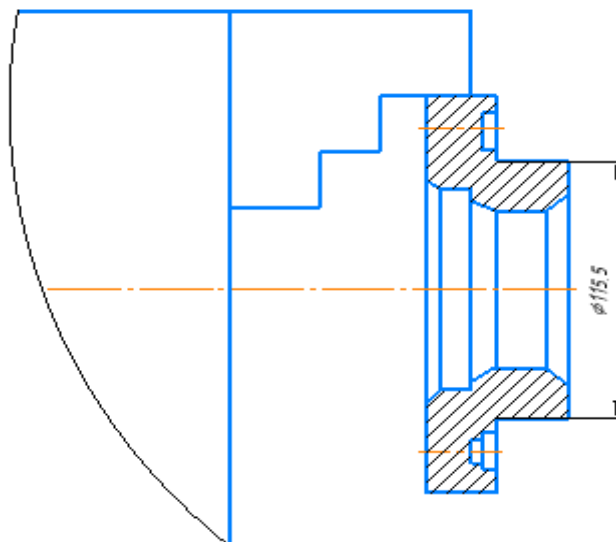


Рисунок 2.2 – Схема базування

Похибка установки визначається за формулою (2.1):

$$\varepsilon_{\text{уст}} = \varepsilon_6 + \varepsilon_3 \quad (2.1)$$

де ε_6 – похибка базування;

ε_3 – похибка закріплення.

$$\varepsilon_3 = 0,01$$

Для забезпечення точності обробки умови (2.2):

$$\varepsilon_6 = 0$$

де похибка базування = 0

Похибка установки:

$$\varepsilon_{\text{уст}} = \varepsilon_6 + \varepsilon_3 = 0$$

Похибка вимірювальної та технологічної баз співпадають.

2.1.3 Визначимо необхідну силу затиску. Вибір приводу

У даній магістерській роботі застосовуємо пристрій для закріплення по зовнішній поверхні за допомогою трьох прихватів. Затиск відбувається при подачі повітря в штокову порожнину пневмоциліндра.

Пристрій складається з плити 1 на яку встановлюється опора 2 за допомогою болтів 4, та трьох прихватів.

Затиск відбувається за допомогою пневмопривода. При подачі стислого повітря у верхню над штокову порожнину, поршень зі штоком переміщується

вниз, відбувається затиск деталі. При подачі стислого повітря у нижню порожнину пневмокамери, поршень зі штоком переміщується вгору, розкріплюючи деталь.

Щоб уникнути провороту деталі у час обробки, деталь центрується за допомогою пальця.

Додаткова фіксація деталі відбувається за рахунок трьох прихватів.

Розрахуємо силу різання за формулою (2.3):

$$P_z = \frac{10 C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot B^u Z}{D^q \cdot n_{\text{обр}}^w} K_{\text{mr}} \text{ Н} \quad (2.3)$$

де C_p , x , n , q , w вибираємо з [2, с.291.]

K_{mr} – коефіцієнт, що враховує вплив фізико-механічних властивостей обробляемого матеріалу на силові залежності [2, с.264-265, табл. 9-10]

$$P_z = \frac{10 \cdot 68,2 \cdot 7,5^{0,86} \cdot 0,07^{0,72} \cdot 7,5^{1,0}}{24^{0,86} \cdot 200^0} \cdot 0,82 = 1080 \text{ Н}$$

Силу затиску визначимо за формулою (2.4):

$$Q = K \cdot P_z \text{ Н} \quad (2.4)$$

$$Q = 1,6 \cdot 1080 = 1728 \text{ Н}$$

де $K=1,5-2$ – коефіцієнт запасу;

Визначмо діаметр циліндра за формулою (2.5):

$$D = \sqrt{\frac{4Q}{\rho \pi \eta}}, \quad (2.5)$$

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot 1728}{0,5 \cdot 10^6 \cdot 3,14 \cdot 0,9}} = 70 \text{ мм}$$

де, $\eta=0,9$ – коефіцієнт корисної дії;

$p=0,4-0,6$ МПа – тиск повітря в системі.

Приймаємо діаметр циліндра $D=80$ мм діаметр штока $d=25$ мм [2, с.90].

Дійсна сила на штоку визначається за формулою (2.6):

$$Q = p \frac{\pi D^2}{4} \eta \quad (2.6)$$

де, p – тиск повітря;

$$Q = 0,5 \cdot 10^6 \frac{3,14 \cdot (0,08^2 - 0,025^2)}{4} 0,9 = 2040 \text{ Н}$$

Розрахований привід дозволяє дію сили 2040Н, можна прийти до висновка, що розрахунки виконано вірно.

2.2 Проектування контрольного пристосування

2.2.1 Конструкція та принцип роботи контрольного пристосування.

Даний пристрій служить для контролю радіального биття поверхні.

Пристрій (рис. 2.3) складається з корпусу 1, на який встановлюється стійка 2. До стійки 2 приєднується корпус 6 з індикаторним годинником для вимірювання биття.

Індикаторний годинник може переміщуватися вгору і вниз по стійці 2. При обертанні рукоятки будуть переміщуватися ролики по гвинтовій канавці, тим самим переміщуючи корпус 6 з індикаторним годинником. Також він може переміщуватися вліво та вправо відносно контролюємої деталі. Виставивши індикатор у необхідному положенні корпус 6 фіксується на стійці 2 за допомогою штифта 44 та вилки 45.

Деталь встановлюється по наружній базі у фіксатор, який може переміщуватися вліво і вправо відносно валу 14 за допомогою шариків 47. При проведенні контролю необхідно обертати деталь (вона обертається вручну), та підводити до її зовнішньої поверхні індикаторний годинник. Якщо на поверхні є дефекти (відхилення від допуску), то стрілка годинника коливається і показує відхилення від допуску. Контрольне пристосування показано на рисунку 2.3 .

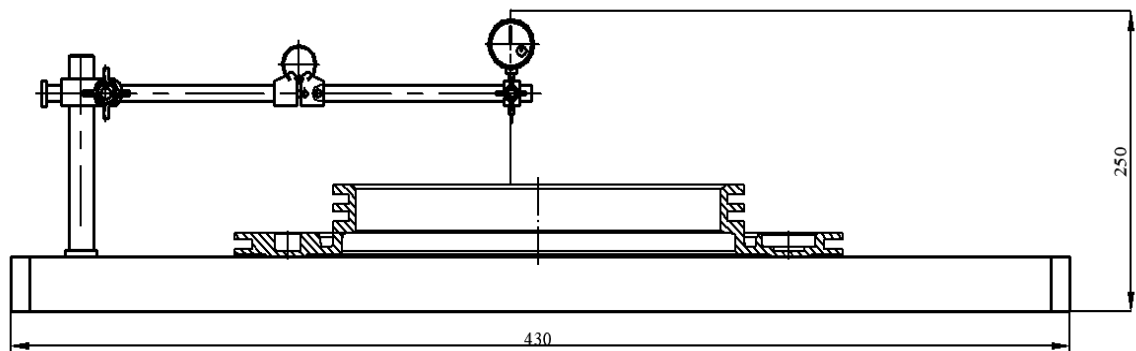


Рисунок 2.3 – Ескіз контрольного пристосування

2.2.2 Розраховуємо на точність

Якщо припустити, що ε_b , ε_z і $\varepsilon_{пр}$ представляють поля розсіювання випадкових величин, то ε_y може бути розрахована як (2.7):

$$\varepsilon_y = \varepsilon_b^2 + \varepsilon_z^2 + \varepsilon_{пр}^2 \quad (2.7)$$

Так як установка здійснюється на жорсткий палець з зазором, то похибка базування ε_b розраховується за формулою (2.8):

$$\varepsilon_b = 2 \cdot e - \delta_1 + \delta_2 + 2 \cdot \Delta \quad (2.8)$$

де e - ексцентриситет зовнішньої поверхні щодо отвори;

δ_1 - допуск на діаметр отвору; δ_2 - допуск на діаметр пальця;

Δ - мінімальний радіальний зазор при посадці заготовки на палець.

У нашому випадку $e = 0.01$ мм, $\delta_1 = 0.021$ мм, $\delta_2 = 0.061$ мм, $\Delta = 0.040$ мм.

$$\varepsilon_6 = 2 \cdot 0,01 - 0,021 + 0,061 + 2 \cdot 0,040 = 0,14\text{мм}$$

Похибка закріплення ε_3 може бути розрахована за формулою (2.9):

$$\varepsilon_3 = (Y_{max} - Y_{min}) \cdot \cos\alpha \quad (2.9)$$

де Y_{max} и Y_{min} - відповідно максимальне і мінімальне відхилення положення заготовки під дією сили затиску;

α - кут між фіксованим розміром і напрямом дії сили.

Похибка положення об'єкта $E_{пр}$ залежить від точності виготовлення і ступеня зносу базуючих і настановних елементів.

$$\varepsilon_{пр} = T - K_T(K_{T1} \cdot \varepsilon_6)^2 + \varepsilon_y^2 + \varepsilon_3^2 + \varepsilon_{и}^2 + (K_{T2} \cdot w)^2 \quad (2.10)$$

де $T = 0.2$ - допуск операційного розміру; $K_T = 1.1$;

$K_{T1} = 0.85$ -коефіцієнт, залежить від якості настройки верстата;

ε_6 - похибка базування в напрямку операційного розміру;

ε_3 - похибка закріплення в напрямку операційного розміру;

$\varepsilon_y = 0.02$ мм - похибка установки пристосування на робочому столі.

Визначається величиною зазору в сполученні шпонка - паз столу;

$\varepsilon_{и}$ - похибка зносу настановних елементів; розраховується за формулою (2.11):

$$\varepsilon_{и} = \frac{U_0 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 + K_4 \cdot K_\phi}{N} \quad (2.11)$$

де $U_0 = 0.05$ мм - середній знос настановних елементів при зусиллі затиску 10 кН і числі установок $N = 100000$;

K_1, K_2, K_3, K_4 - коефіцієнти, що враховують вплив матеріалу заготовки, обладнання, умов обробки і числа установок заготовки. Значення коефіцієнтів вибираємо з таблиці - $K_1 = 0.95, K_2 = 1.25, K_3 = 1, K_4 = 2.4, K_\phi = 1.5$.

$$\varepsilon_{\text{и}} = \frac{0,05 \cdot 0,95 \cdot 1,25 \cdot 1 \cdot 2,4 \cdot 1,5}{100000} \text{ мм}$$

$$K_{T2} = 0.7;$$

$w = 0.15$ мм - економічна точність обробки (під час свердління по кондуктору w відповідає 12 квалітету по діаметру).

$$\begin{aligned} \varepsilon_{\text{пр}} &= 0,2 - 1,1(0,85 \cdot 0,14)^2 + 0,02^2 + 0^2 + 0,000002^2 + (0,7 \cdot 0,15)^2 \\ &= 0,083 \text{ мм} \end{aligned}$$

Отже, пристосування, сконструйоване з даними елементами, забезпечить задану точність установки заготовки.

3 АВТОМАТИЗАЦІЯ ВИРОБНИЦТВА

СИСТЕМА АКТИВНОГО КОНТРОЛЮ АВТОМАТИЗАЦІЇ

Введення автоматизації на виробництві дозволяє підвищити продуктивність праці, забезпечує стабільну якість продукції, яка випускається (рис. 3.1).

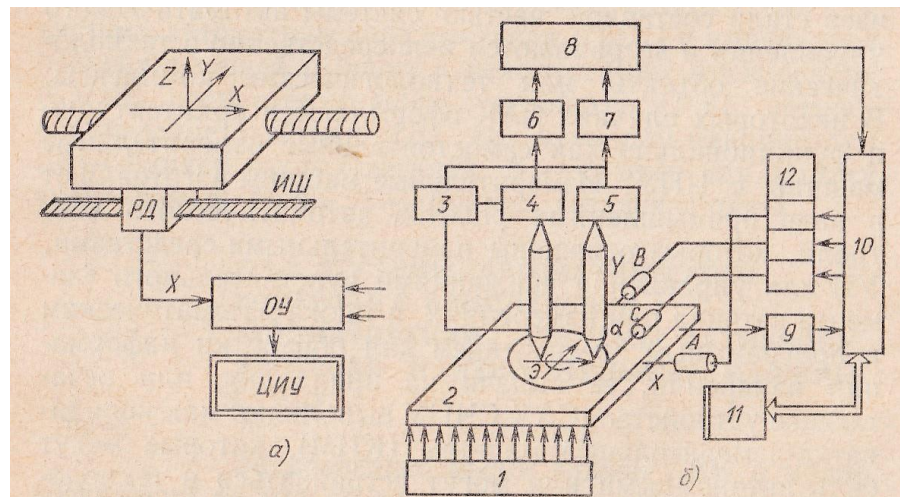


Рисунок 3.1 - Вимірювальні машини

Автоматизація контролю є одним із визначних чинників, які дозволяють прискорити швидкість та точність технологічних процесів. [12]

Роботи у цьому напрямку необхідно виконувати з метою досягнення більш високої точності при міжопераційному контролі і технічному контролі.

Основним напрямком який дозволяє значно покращити точність та швидкість контрольних операцій є активізація контролю. [12]

Пристрої які використовують при контролі впливають на хід його виконання. [12]

Приклад може служити контрольно-сортувальні автомати, вони будуть розглянуті далі в цій темі. [12]

При контролі пристрої впливають на хід технологічного процесу, тобто активно втручаються в технологічний процес. [12]

Активним контролем є метод контролю, який вручну (рис. 3.2) або автоматично здійснює вплив на хід технологічного процесу, за допомогою спеціальних датчиків або пристосувань. [12]

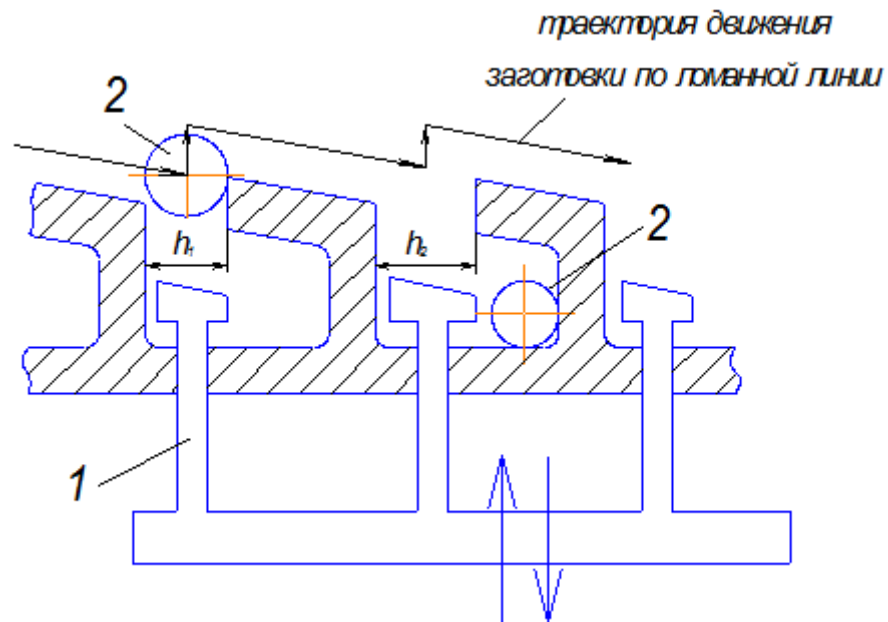


Рисунок 3.2 – Траекторія руху

До даного типу контролю відноситься: [12]

Серед поширених систем автоматичного контролю поширені системи компенсації зносу його правки перед чистовими проходами, це контроль в процесі обробки, регулювання розмірів за допомогою подналагодочних систем. [12]

Таким чином, будь-яке вимірювання, в результаті якого здійснюється певним чином впливати на той чи іний процес, можна віднести до активного контролю. [12]

При прямому методі контролюється безпосередньо розмір продукції. [12]

При застосування непрямого метода автоматичного контролю перевірки підлягає не розмір деталі , а положення її поверхонь, або розташування ріжучого інструменту. [12]

Точність обробки у випадку залежить від теплових деформацій оброблюваної деталі, похибка самого приладу і товщина шару метала, що знімається з деталі за один прохід. [12]

По виконуваних функцій кошти активного контролю розмірів можуть бути поділені на 4 групи: [12]

- 1) пристрої, що контролюють деталі безпосередньо в процесі обробки (прилади керуючого контролю);
- 2) подналадчікі;
- 3) блокуючі пристрої (вимірювальні «заслони»);
- 4) пристрої контролю заготовок до обробки.

При проектуванні систем автоматизації користуються наступною схемою (рис. 3.3).



Рисунок 3.3 – Проектування систем автоматизації

4 РОЗРАХУНОК ДЕТАЛІ НА МІЦНІСТЬ

Розрахуємо деталь на міцність за допомогою програми NX SIMULATION ADVANTAGE

Розрахунок напружено-деформованого стану виконуємо у NX ADVANTAGE SIMULATION. Тривимірний модель показана на рисунку 4.1.

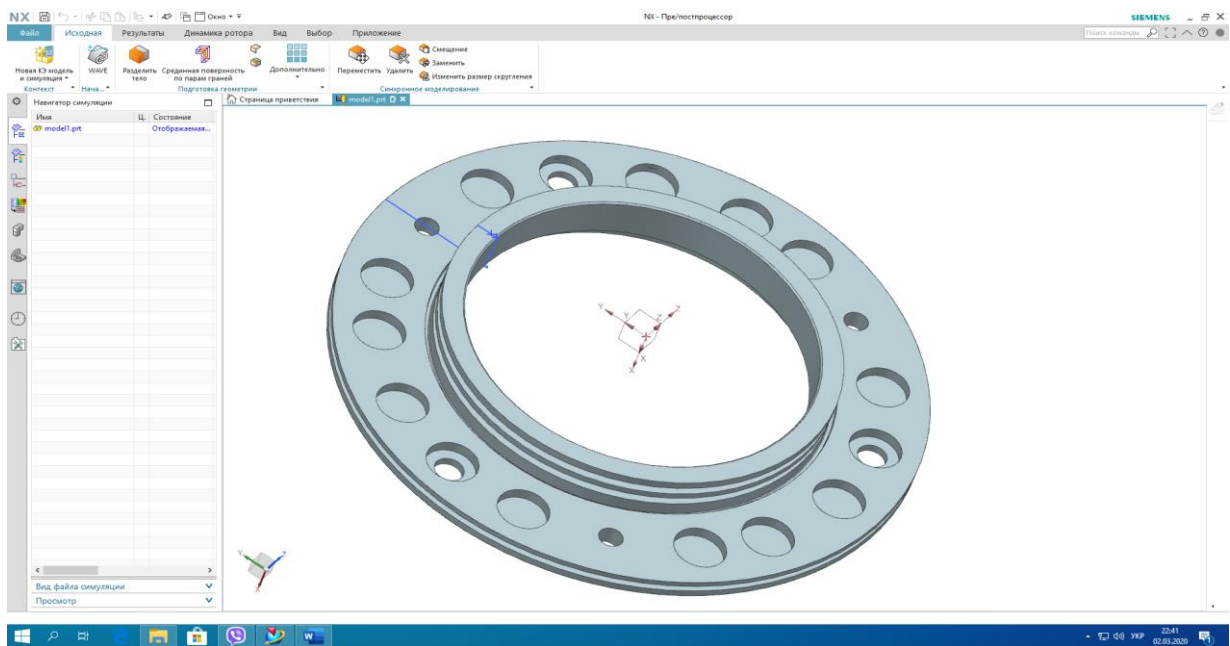


Рисунок 4.1 – Тривимірний модель поршня

На першому етапі розрахунку виконуємо розбивку моделі сіткою кінцевих елементів, результат показано на рисунку 4.2.

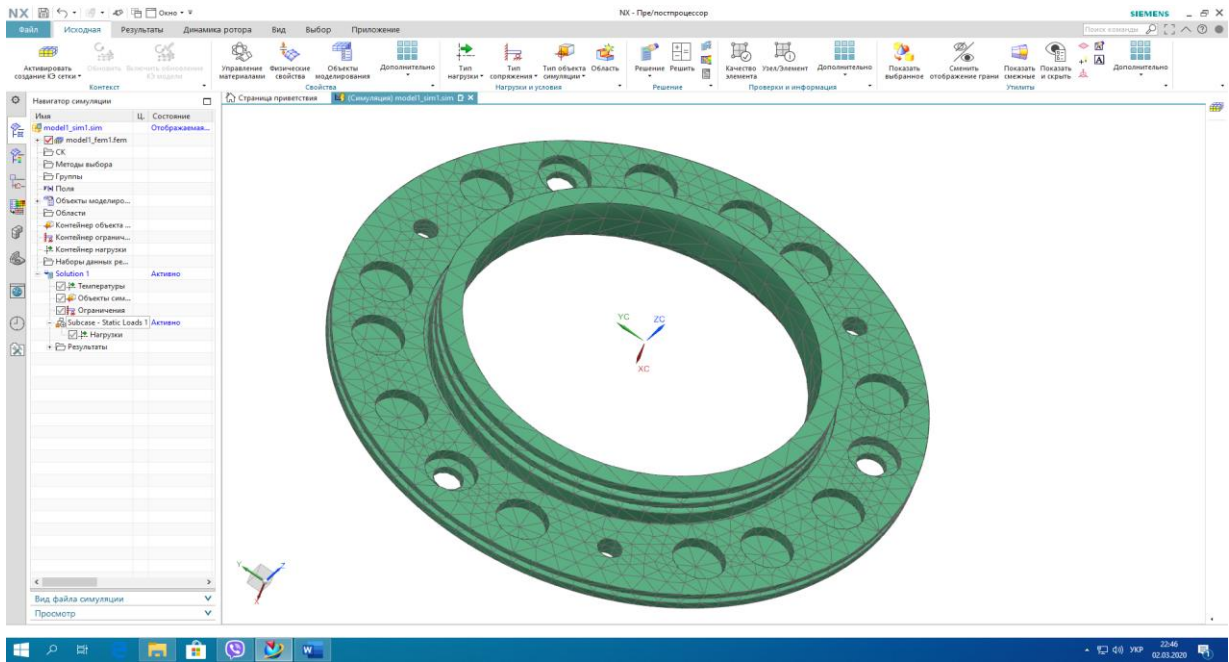


Рисунок 4.2 – Модель розділена на сітку кінцевих елементів

Другий етап виконуємо прикладення обмежень, що унеможливляють переміщення деталі у окремих напрямках (рисунок 4.3).

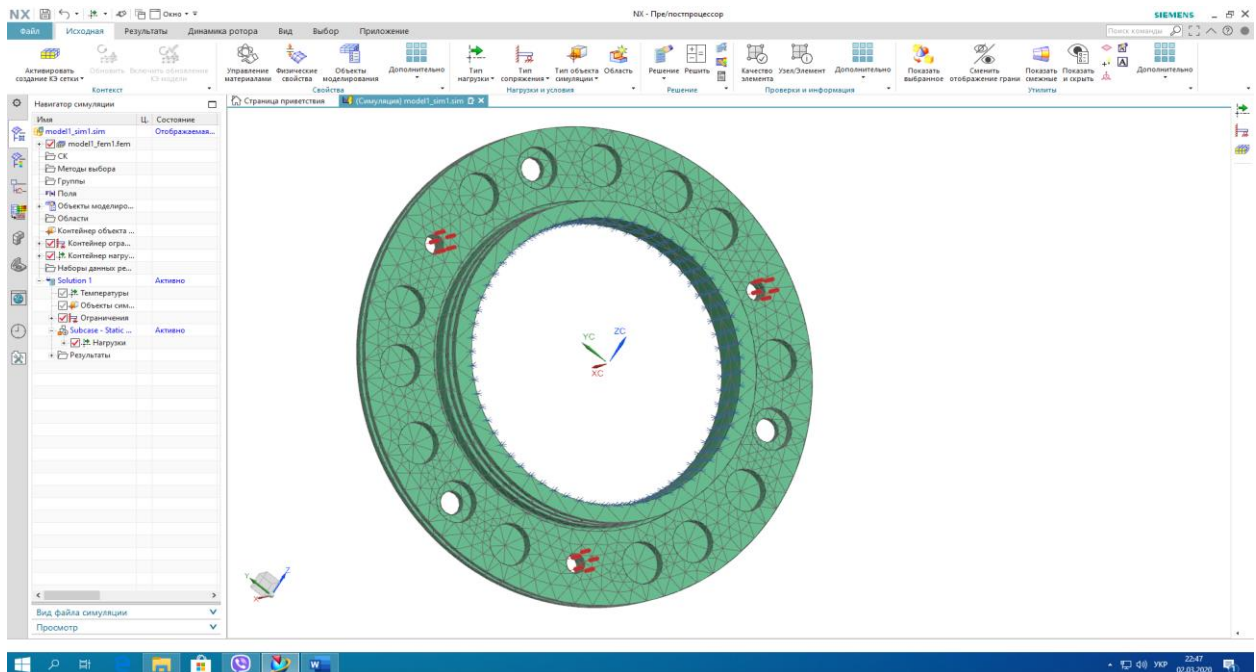


Рисунок 4.3 – Схема прикладення обмежень та навантажень

Наступним етапом виконуємо розрахунок напружено-деформованого стану (рисунок 4.4).

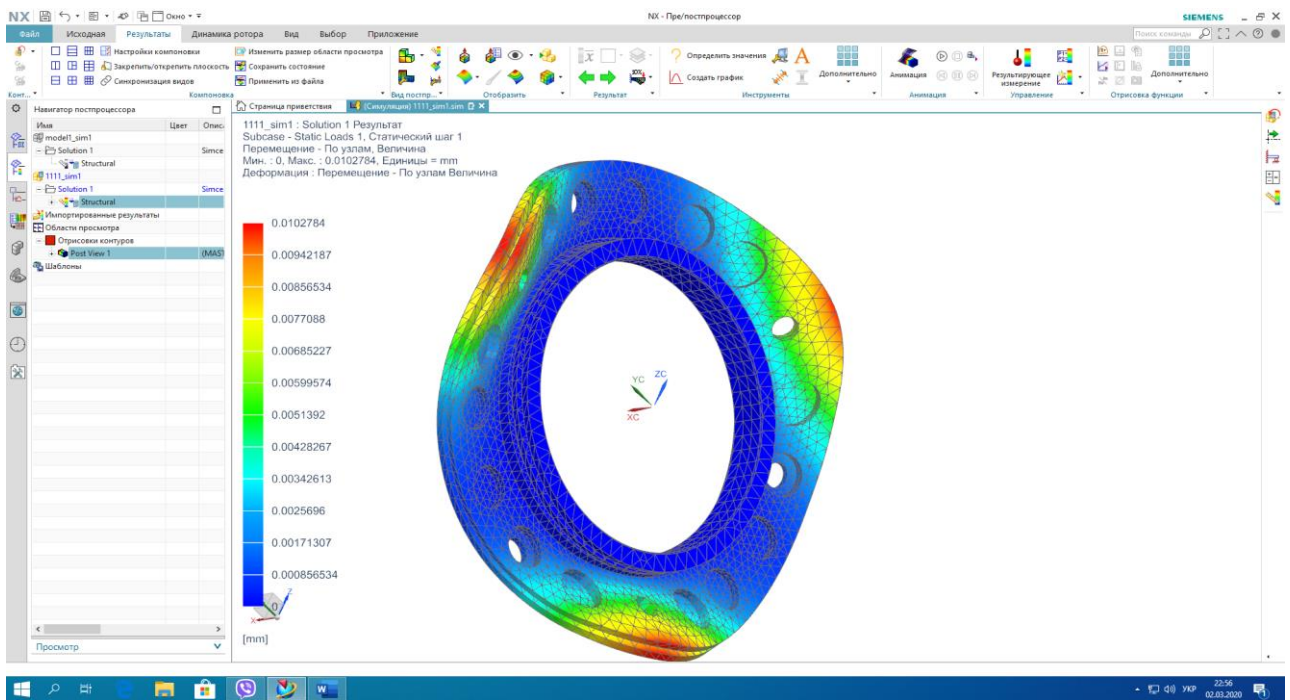


Рисунок 4.4 – Результат розрахунку напружено деформованого стану поршня

У результаті розрахунку можемо зробити висновок, що самим небезпечним перерізом будуть отвори.

5 СПЕЦІАЛЬНЕ ЗАВДАННЯ

ПІДВИЩЕННЯ ЗНОСОСТІЙКОСТІ ТОНКОСТІННОЇ ДЕТАЛІ ЯКА ВИГОТОВЛЯЄТЬСЯ З АЛЮМІНІЮ

У сучасному авіаційному машинобудуванні широкого розповсюдження набули сплави на основі алюмінію, який характеризується малою густиною ($\gamma=2,72 \text{ г/см}^3$) значно менше ніж сталь та низькою температурою плавлення.[13]

Алюміній має високу корозійну стійкість завдяки утворенню оксидної плівки. Він стійкий до агресивного середовища. Його стійкість до атмосферної корозії значно більше ніж сталі. [13]

Він має високу пластичність та гарно оброблюється тиском, добре зварюється, але його обробка різанням ускладнена, має значну ливарну усадку. Після деформування і відпалу алюміній має однорідну зернисту структуру (рис.5.1).

Домішки у сплавах алюмінію утворюють з ним з'єднання на границях зерен та всередині них (рис.5.1.) це значно впливає на його механічні та фізичні властивості.

Керуючи цими домішками можна впливати на його властивості. Останні наукові досягнення ґрунтуються на поширенні відсотку використання сплавів на основі алюмінію.

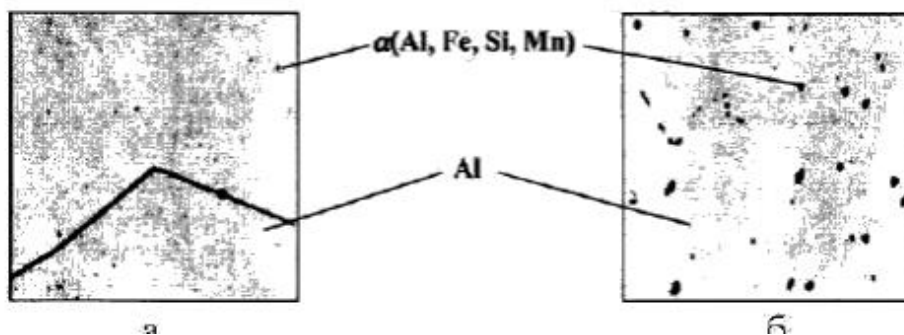


Рисунок 5.1 – Мікроструктура алюмінію

Одним з поширених способів підвищення властивостей данного матеріалу є його термічна обробка.

З якої основного поширення набули наступні види термічної обробки алюмінієвих сплавів: відпал; загартування; старіння.

Відпал виливків та штампованих заготовок використовують у тих випадках, коли стан сплаву обумовлює появу зниженої пластичності.

В цих сплавах можливі 3 види нерівноважних станів:

- 1) властивий литим сплавам;
- 2) властивий пластично деформованим сплавам;
- 3) який виникає від попередньої обробки.

Усі ці види структур структур можна усунути відпалом, при цьому підвищується пластичність.

Розрізняють 3 види відпалу:

- 1) гомогенізаційний відпал;
- 2) рекристалізаційний відпал;
- 3) гетерогенізаційний відпал.

Гомогенізація – відпал який використовується для заготовок отриманих деформуванням.

Гетерогенізаційний відпал проводять при температурі, що забезпечує його швидкий розпад матеріалу. Після такої обробки заготовка зберігає свій структурний стан, що визначає підвищення її властивостей при пресуванні.

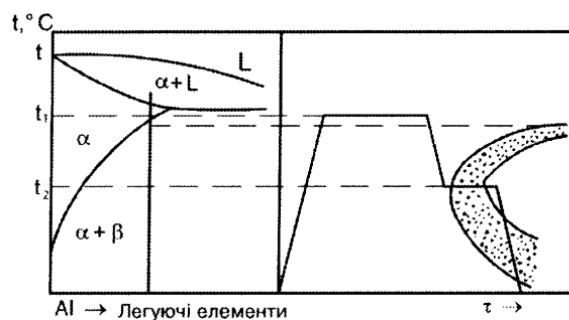


Рисунок 5.2 – Схема термічної обробки

Структура зерен залежать від наступних факторів:

- 1) ступінь деформації;
- 2) температура нагріву;
- 3) швидкість нагріву;
- 4) час виконання.

На температуру відпалу впливають наступні чинники:

- 1) невисокий вміст легуючих елементів;
- 2) дифузійні процеси мають проходити при температурі 350– 420 °С.

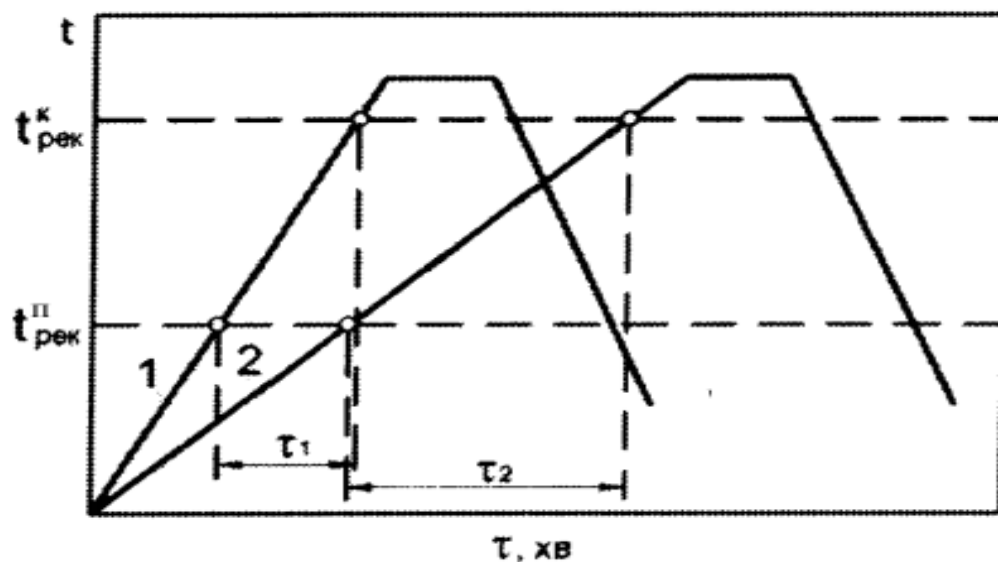


Рисунок 5.3 – Вплив швидкості нагріву на температуру рекристалізації; 1- швидкісне нагрівання; 2-звичайне нагрівання

Загартування здійснюють з метою отримання в сплаві гранично нерівноважної структури і застосовують для сплавів, де відбуваються перетворення у твердому стані. Для цих сплавів характерне перетворення під час якого при нагріві інтерметаліди розчиняються в алюмінії, а при охолодженні повторно виділяються з твердого розчину. [13]

Загартування цих сплавів полягає в нагріві сплаву до температури, за якої надлишкові фази повністю або переважно розчиняються в основному матеріалі, та у витримці при цій температурі та швидкому охолодженні до 20 °С для одержання твердого розчину.

У процесі нагріву я сплавів, що містять до 5,6% Cu, надлишкова фаза CuAl_2 розчиняється повністю, і при наступному швидкому охолодженні фіксується пересичений α -твердий розчин, який містить міді, відповідно до її концентрації у твердому сплаві (рис. 5.4). [13]

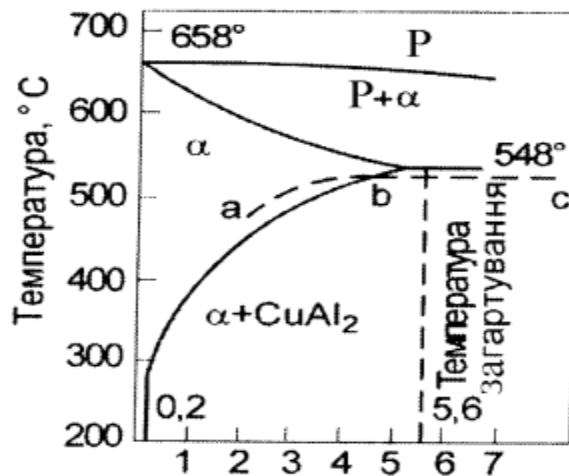


Рисунок 5.4 – Діаграма стану Al-Cu

При вмісті міді понад 5,6% у сплаві після загартування будуть наявні α -тверді розчини, які відповідають точці b на діаграмі стану (рис. 5.4), і не розчинені в ході нагріву кристали сполуки CuAl_2 . Час витримки при гартуванні, необхідний для розчинення фаз, залежить від стану сплаву, типу печі, товщини виробу. [13]

Охолодження деформованих сплавів при загартуванні виконують у рідині, а фасонних виливків – у підігретій воді (температура 50 – 100°C), для уникнення утворення тріщин. Після загартування сплави, набувають високої пластичності. Старіння відповідних сплавів полягає у витримці за температури 20 °С протягом кількох діб або протягом доби за підвищеної температури (штучне старіння).

При процесі старіння відбувається розпад твердого розчину, що супроводжується зміцненням сплаву. Розпад розчину, у решітках відбувається за кілька стадій залежно від температури та тривалості процесу. [13]

У випадку старіння за температури 20°C або старіння нижче $100\text{--}150^{\circ}\text{C}$ розпад твердого розчину не спостерігається; за цих температур атоми міді переміщуються тільки всередині кристалічних решіток, формуючи двовимірні пластинчасті утворення або диски які більш-менш рівномірно розподілені в межах кожного кристала. [13]

Знеміцнення при поверненні пов'язано з тим, що зони ГП1 при температурі дослідження виявляються нестабільними та розчиняються у твердому розчині, а атоми міді рівномірно розташовуються по об'єму кожного кристала, як і після загартування. Під час наступної витримки сплаву за температури 20°C знову відбувається утворення зон ГП-1 і зміцнення сплаву.

Однак після подальшого старіння погіршуються корозійні властивості сплаву. Тривала витримка за температури 100°C або витримка за температури 150°C призводить до утворення зон з упорядкованою структурою, відмінної від α -твердого розчину. Концентрація міді в них відповідає вмісту її в CuAl_2 .

Витримка протягом кількох годин за температури $150\text{--}200^{\circ}\text{C}$ обумовлює утворення в місцях розташування зон ГП-2 тонкопластинчастих частинок проміжної θ' -фази (рис.10, в). Яка відрізняється за складом від стабільної зони θ (CuAl_2) і має відмінну від наявної в останньої кристалічну решітку.

Підвищення температури до $200\text{--}250^{\circ}\text{C}$ приводить до коагуляції й утворення стабільної θ -фази.

У випадку природного старіння утворюються лише зони ГП-1.

У разі штучного старіння послідовність структурних змін така: ГП-1 \rightarrow ГП-2 \rightarrow θ' \rightarrow θ (CuAl_2). Ця загальна схема розпаду твердого розчину притаманна й для інших сплавів.

Розходження зводиться лише до наявності у різних сплавах неоднакового складу, а також фаз, які утворюються. [13]

Під час вибору режиму старіння, виходять з умов забезпечення міцності.

Температура старіння для досягнення максимальної міцності для різних сплавів коливається від 20 до 200 °С. [13]

Існують умовні позначення режимів термічної обробки: – Т1 – нагрів до температури 175 ± 5 °С 5–17 год. Для деталей середньої навантаженості; – Т2 – нагрів до 300 ± 10 °С 2–4 год; – Т4 – нагрів під загартування до 535 ± 5 °С, витримка 2–6 год, охолодження у воді з температурою 20-100 °С. [13]

Застосовують, коли необхідно досягти високої пластичності; – Т5 – нагрів під загартування до температури 535 ± 5 °С, витримка 2–6 год, охолодження у воді та штучне старіння за температури 150 ± 5 °С протягом 1–3 год.

Режим ефективний для одержання деталей із підвищеними значеннями межі текучості й твердості; – Т6 – нагрівання під загартування до 535 ± 5 °С, витримка 2–6 год, охолодження у воді та штучне старіння за температури 200 ± 5 °С протягом 2– 5 год. [13]

Застосовують, щоб одержати деталі з підвищеною міцністю; – Т7 – нагрів під загартування до 535 ± 5 °С, витримка 2–6 год, охолодження у воді та штучне старіння при 200 ± 5 °С, 3–5 год. [13]

Режим дозволяє одержати деталі з високою міцністю й високою стабільністю геометричних параметрів; – Т8 – нагрівання під загартування до 535 ± 5 °С, витримка 2–6 год, охолодження у воді та відпал за температури 225 ± 10 °С протягом 3–5 год.

Застосовують із метою досягти підвищеної пластичності й сталості розмірів деталей.

6 ОЦІНКА ОЧІКУВАНОЇ ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ РОЗРОБКИ АБО ЗАХОДІВ

Визначаємо годовий економічний ефект від впровадження замість звичайного шліфувального круга збірний шліфувальний круг оптимізованої конструкції, що порівняно з попереднім потребує значно більших витрат на виготовлення, але він є продуктивнішим, має більший термін служби, також потребує менших витрат споживача. Вихідні дані наведено у таблиці 6.1.

Таблиця 6.1 Вихідні данні для економічної ефективності

Показник	Варіант	
	Звичайний шліфувальний круг	Оптимізований
Річний обсяг виробництва деталей,шт.	3000	3000
Собівартість кругу,грн.	100	180
Питомі капітальні вкладення,грн.	70	90
Продуктивність кругу,тис.деталей	450	900
Термін служби,років	3	6
Річні експлуатаційні витрати споживача,грн	16,85	5,21
Супутні витрати споживача,грн.	74,0	63,5
Нормативний коефіцієнт прибутковості інвестицій E	0,15	0,15

Визначимо приведені витрати за обома варіантами за формулою (6.1):

$$Z = C + E \times K \quad (6.1)$$

де C – витрати на одиницю продукції, що виготовляється споживачем при використанні базового і нового предмета праці без урахування їх вартості;

E – нормативний коефіцієнт прибутковості інвестицій;

K – капіталовкладення i -го варіанта

$$Z_1 = 100 + 0,15 \times 70 = 110,50 \text{ грн}$$

$$Z_2 = 180 + 0,15 \times 90 = 193,50 \text{ грн}$$

Розрахуємо річний економічний ефект за формулою (6.2):

$$E = (Z_1 \cdot \frac{\Pi_2 \cdot (T_2 + E)}{\Pi_1 \cdot (T_1 + E)} + \frac{B_1 - B_2 - E \cdot (K_1 - K_2)}{T_2 + E} - Z_2) \cdot N \quad (6.2)$$

де Z – приведені витрати у розрахунку на одиницю відповідно базової нової конструкції;

Π_1, Π_2 – річний обсяг продукції, виготовленої при використанні відповідно базової нової конструкції;

T_1, T_2 – коефіцієнт реновації (розраховуються як величини, оберені до терміну служби) ;

B_1, B_2 – річні експлуатаційні витрати у споживача при використанні відповідно базової і нової конструкції ;

K_1, K_2 – супутні капіталовкладення споживача при використанні базової і нової конструкції у розрахунку на весь обсяг продукції, що виготовляється за допомогою нового варіанта;

N – річний обсяг виробництва засобу праці нової конструкції.

$$E = \left(110,50 \cdot \frac{3000 \cdot (0,2 + 0,15)}{3000 \cdot (0,14 + 0,15)} + \frac{16,85 - 5,21 \cdot (63,5 - 74,0)}{0,14 + 0,15} - 193,0 \right) \cdot 3000 = 84492,14 \text{ грн}$$

Відповідно річний економічний ефект від впровадження нового верстату становить 84492,14 грн

7 ОХОРОНА ПРАЦІ

ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА У НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

Практичне завдання

1) Вибір системи освітлення:

Вибір системи освітлення залежить від зорових робіт і визначається за Державними будівельними нормами України (ДБН В.2.5.-28-2018 “Природне і штучне освітлення”. Розряд зорової роботи IIIа, застосовуємо систему комбінованого освітлення. Приміщення повинні мати природне та 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.

2) Визначення рівня нормованої освітленості (E_n) проводимо за [16, с. 19, дод. А] в залежності від розряду зорових робіт, фону, контрасту об’єкта з фоном та системи освітлення. Приймаємо $E_n = 200$ лк.

3) Вибір джерела світла: використовуємо люмінесцентні лампи ЛБ (білого кольору 2500-2800К), тому що вони рекомендовані для приміщень висотою до 8,6м.

Розміри цеху: довжина $A = 24$ м, ширина $B = 18$ м, висота $H = 8,6$ м.

4) Вибір типу світильника проводимо з урахуванням умов навколишнього середовища, характеристики і освітлювального приміщення за вибухопожежонебезпекою за допомогою [16, с. 23, дод. В]. Для приміщень з пиловиділенням висотою $h \leq 6$ м обираємо тип світильника РПП.

Коефіцієнт світильника $[L/h] = 1,4$.

5) Оцінка коефіцієнта запасу та коефіцієнта нерівномірності (мінімального) освітлення:

Коефіцієнт запасу k_z враховує зниження рівня освітленості з часом результати забруднення та старіння ламп, світильників і поверхонь приміщення, приймається в залежності від виробничих умов за [16, с. 25, дод. Г].

Обираємо $k_z = 1,5$.

Коефіцієнт нерівномірності (мінімального) освітлення $z = 1,15$ – для газорозрядних ламп.

б) Оцінка коефіцієнтів відбиття поверхонь приміщення:

Обирається за [16, с. 25, дод. Г] в залежності від виділення пилу у процесі роботи.

У приміщеннях з незначним пиловиділенням $\rho_c = 50\%$ - відбиття від стелі, $\rho_{ст} = 30\%$ - відбиття від стін, $\rho_{п} = 10\%$ - відбиття від підлоги.

7) Значення індексу приміщення визначаємо за формулою (7.1):

$$i = \frac{A \times B}{h \times (A+B)} \quad (7.1)$$

де A – довжина приміщення, м;

B – ширина приміщення, м;

h – висота розміщення світильників над робочою поверхнею, м за формулою (7.2):

$$h = H - h_p - h_z \quad (7.2)$$

де H – висота виробничого приміщення, м;

h_p – висота робочої поверхні над підлогою, м;

(як правило, висота умовної робочої поверхні $h_p = 0,8$ м)

h_z – висота звисання світильника від стелі, м.

Так як h_z не задана, то розрахунок проводимо за формулами:

а) Розраховуємо кількість рядів світильників у приміщенні за формулою (7.3):

$$N_p = \frac{B}{(H - h_p) \times l \div h} \quad (7.3)$$

де $(L/h) = 1,4$ – числове значення коефіцієнта світильника за [16, с.23, дод. В].

$$Np = \frac{18}{(8,6 - 0,8) \times 1,4} = 2,43 = 3 \text{ ряди}$$

б) визначаємо максимально припустиму відстань між рядами світильників за формулою (7.4):

$$L_{max} = \frac{B}{Np} \quad (7.4)$$

$$L_{max} = \frac{18}{3} = 6$$

в) розраховуємо висоту підвісу світильника над робочою поверхнею за формулою (7.5):

$$h = \frac{L_{max}}{L \div h} \quad (7.5)$$

$$h = \frac{18}{3} = 6$$

г) знаходимо висоту звисання світильника від стелі за формулою (7.6):

$$h_z = H - h_p - h \quad (7.6)$$

$$h_z = 8,6 - 0,8 - 4,28 = 3,52$$

7) Знаходимо чисельне значення індексу приміщення за формулою (7.1):

$$i = \frac{18 \times 24}{4,28 \times (18 + 24)} = 2,4$$

8) Значення коефіцієнта використання світлового потоку η обираємо в

залежності від виду джерела світла, типу обраного світильника, коефіцієнтів відбиття поверхонь приміщення (ρ_c , ρ_{st} , ρ_p) та індексу приміщення за [16, с.

29, дод. Д]. Приймаємо $\eta = 62\%$.

9) Проводимо розрахунок світлового потоку лампи та загальної кількості світильників за схемою:

а) Визначаємо сумарний світловий потік освітлювальної установки у даному виробничому приміщенні за формулою (7.7):

$$\Phi_{\Sigma} = \frac{E_n \times S \times K_3 \times z}{\eta} \quad (7.7)$$

де Φ_{Σ} – розрахункове значення сумарного світлового потоку у приміщенні, лм;

E_n – нормоване значення освітленості, лк;

S – площа освітлювальної поверхні, м²;

k_3 – коефіцієнт запасу;

z – коефіцієнт нерівномірності (мінімальної) освітленості;

η – коефіцієнт використання світлового потоку

$$\Phi_{\Sigma} = \frac{200 \times 320 \times 1,5 \times 1,15}{0,62} = 178064 \text{ лм}$$

б) Визначаємо умовну загальну кількість світильників у приміщенні, виходячи з позиції розташування їх у вершинах квадрата за формулою (7.8):

$$N = \frac{A \times B}{L_{\max}} \quad (7.8)$$

$$N = \frac{18 \times 24}{6} = 7_{\text{св}}$$

в) Розраховуємо світловий потік умовного джерела світла за формулою (7.9):

$$\Phi_{\text{Л}} = \frac{\Phi_{\text{Е}}}{N_{\text{Л}}} \quad (7.9)$$

де $N_{\text{Л}}$ – загальна кількість ламп у приміщенні, шт;

$$N_{\text{Л}} = N^* \times n = 7 \cdot 1 = 7 \text{ шт}$$

де n – кількість ламп у світильнику.

$$\Phi_{\text{Л}} = \frac{178064}{7} = 25437 \text{ лм}$$

г) Обираємо з [16, с. 22, дод. Б] тип стандартної лампи з найближчим значенням фактичного світлового потоку лампи $\Phi_{\text{Л}}$ і розраховуємо коефіцієнт m . Тип лампи – ДРИ, $P_{\text{Л}} = 700 \text{ Вт}$ – потужність лампи, $\Phi_{\text{Л}} = 24000 \text{ лм}$ – світловий потік лампи. ДРЛ $P = 400 \text{ Вт}$

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

$$m = \frac{25437}{24000} = 1,05$$

д) Визначаємо оптимальну кількість світильників у приміщенні:

$$N = N_{\text{Л}} \cdot m = 7 \cdot 1,05 = 7,35 \text{ світильників}$$

Приймаємо фактичну кількість світильників у приміщенні $N_{\text{ф}} = 9 \text{ шт.}$

10) Визначаємо загальну розрахункову освітленість $E_{\text{р}}$ у приміщенні, що створюється при застосуванні стандартних ламп за формулою (7.11):

$$E_{\text{р}} = \frac{\Phi_{\text{Л}} \times N_{\text{Л}} \times n}{S \times R_{\text{з}} \times z} \quad (7.11)$$

$$E_{\text{р}} = \frac{24000 \times 9 \times 0,62}{320 \times 1,5 \times 1,15} = 363 \text{ лк}$$

При правильному виборі типу і кількості стандартних ламп повинна виконуватися умова:

$$E_p = (-10\% \dots +20\%) \cdot E_n, \text{ лк}$$

$$E_p = 360 \dots 480 \text{ лк}$$

Розрахункове значення освітленості E_p складає 363 лк, отже необхідна умова виконується.

11) Розраховуємо загальну потужність освітлювальної установки за формулою (7.12):

$$P_{\Sigma} = N_{Л} \times P_{Л} \quad (7.12)$$

$$P_{\Sigma} = 9 \cdot 400 = 3600 \text{ Вт}$$

12) Виконаємо ескіз розташування світильників на плані приміщення, враховуючи розмір світильників. Ескіз розташування див. рисунок 7.2

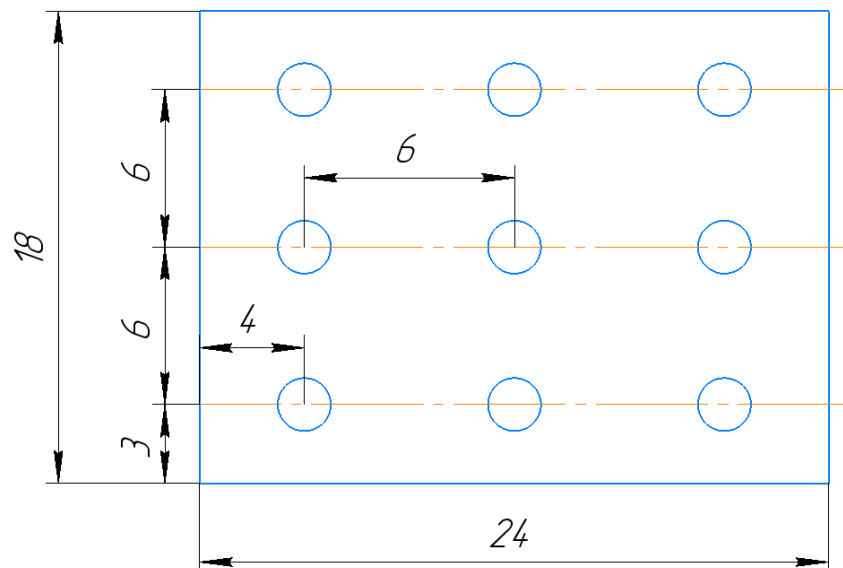


Рисунок 7.2 – Схема розміщення світильників у виробничому приміщенні

ВИСНОВКИ

Результатом виконання магістерської роботи є технологічний процес виготовлення деталі "Кільце".

Були розроблені технологічні операції.

Спроектоване робоче та контрольне пристосування.

В роботі розглянуті основні переваги цих систем та проаналізовано деякі із них:

1) Проаналізовані потенційні небезпеки, які можуть виникати при роботі за фрезерним верстатом.

2) Розроблені та запропоновані заходи з охорони праці, спрямовані на забезпечення комфортних та безпечних умов при проведенні робіт.

3) Розрахована кількість світильників, яка необхідна для освітлення цеху.

4) Розроблений технологічний процес виготовлення деталі «Кільце», був створений на основі заводського технологічного процесу.

Основна технологічна частина проекту являє собою розробку технологічного процесу обробки деталі «Кільце» в умовах серійного виробництва, комплект документів був виконаний на 5 операцій.

На перших етапах проектування було поставлено завдання вибору найбільш економічної заготовки та вибраний оптимальний спосіб.

Після цього, керуючись економічною раціональністю і наявністю необхідного обладнання, а також конструкторськими вимогами, був складений попередній план обробки деталі, було розраховано необхідне число технологічних переходів і операцій. Після цього був виконаний розрахунок припусків і операційних розмірів поверхонь обертання розрахунково-аналітичним і нормативним (табличним) методами.

Розрахувавши всі необхідні значення припусків, були виконані розрахунки режимів різання трьох операцій: точіння, комплексна обробка, свердління. Спираючись на отримані значення режимів обробки, був заповнений комплект необхідної технологічної документації.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Методичні вказівки до практичних занять з технології машинобудування (розділ – проектування технологічних процесів) для студентів спеціальностей: 8.090205, 8.090203, 8.090214, 7.100102 усіх форм навчання / Укл. В.Д. Хорошков, О.В. Алексеєнко, Д.В. Павленко – Запоріжжя, ЗДТУ, 1999р., - 78с.
2. Технологический процес. : ОАО «Мотор Сич», 1992.-245с.
3. Справочник технолога – машиностроителя. Т.1 / Под ред. А.Г.Косиловой и Р.К. Мещерякова. – М.: Машиностроение, 1985.
4. Металин А.А. и др. Проектирование технологических процессов обработки деталей на станках с числовым программным управлением.-Л., 1977г.
5. Стандарты предприятия: Система качества, Положения о цехе основного производства ОАО «Мотор Сич», 1998.-45с.
6. Должностная инструкция. СТП 549.00.200.1 – 2004 г.
7. Горохов В.А. «Проектирование и расчет приспособлений»: Учебное пособие для студентов вузов. – Минск: «Высшая школа», 1986г. – 273с.
8. Обработка металлов резанием: Справочник технолога/ А.А. Гаков., В.В. Аникин, Н.Г. Бойм и др.; Под общ. ред. А.А. Гакова.- М.: Машиностроение. 1988.- 736с., ил.
9. Стружестрах Е.И. Справочник нормировщика. М.: Машиностроение, 1961.-Т.2.-890с.
10. В.А. Богуслаев , В.А Лиховицев, А.С. Смирнов. Станочные приспособления, монография., - г. Запорожье , изд. ОАО «Мотор Сич». 2000г., 461
11. Справочник инструментальщика / И.А. Ординарцев, Г.В. Филипов, А.Н. Шевченко и др.; Под общ. Ред. И.А. Ординарцева. – Л.: Машиностроение. Ленинград. Отд-ние, 1987.-846с.: ил.
12. 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.-432с.
13. Автоматизація технічного контролю.

<https://scicenter.online/avtomatizatsiya-scicenter/avtomatizatsiya-kontrolya-123014.html>

14. Методичні вказівки до виконання лабораторного практикуму з розділу «Вивчення структури, властивостей та призначення металів і сплавів з високою питомою міцністю (Al, Ti)» для студентів усіх форм навчання з дисципліни «Технологія конструкційних матеріалів і матеріалознавство» / Укл.: В.В. Трофименко, В.І. Овчаренко. – Д.: ДВНЗ УДХТУ, 2017. – 42 с.

15. Методичні вказівки до виконання розділу «Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях» в магістерських дипломних роботах (проектах) зі спеціальності 131 «Прикладна механіка» за освітньою програмою (спеціалізація) «Технологія машинобудування»; 133 «Галузеве машинобудування» за освітньою програмою (спеціалізація) «Металорізальні верстати та системи; 134 «Авіаційна та ракетно-космічна техніка» за освітньою програмою (спеціалізація) «Авіаційні двигуни та енергетичні установки», «Технології виробництва авіаційних двигунів та енергетичних установок» / Укл. : В.І. Шмирко – Запоріжжя: Каф. ОП і НС. НУ «Запорізька політехніка», 2019. – 32 с.

16. Долин П.А. Основы техники безопасности в электроустановках.-М.: Энергоатомиздат, 1985.-376с. Пістун І. П., Стець Р. Є., Трунова І. О. Охорона праці в галузі машинобудування: Навч. посіб. – Суми:Університетська книга, 2011. 557 с. <http://docs.cntd.ru/document/5200224>

Додаток А

Форм.	Зона	Лист.	Позначення	Найменування	Кіл.	Прим.
				<u>Документація</u>		
A1			НУЗП 281003.009 СК	Складальне креслення		
				<u>Деталі</u>		
		1		Планшайба	1	
		2		Винт	6	
		3		Гайка	1	
		4		Сальник	1	
		5		Штифт	1	
		6		Втулка	1	
		7		Опорне кільце	1	
		8		Мембрана	1	
		9		Шпилька	1	
				<u>Стандартні вироби</u>		
		10		Кільце $\varnothing 240$		
				ГОСТ 9833-73	1	
		11		Кільце $\varnothing 170$		
				ГОСТ 9833-73	1	
		12		Штифт $\varnothing 6$		
				ГОСТ 24296-93	2	
		13		Гайка М16		
				ГОСТ 14724-69	2	
				НУЗП 281003.009		
Ім.	Лист	№ доку	Лист.	Дата		
Розроб.	Перець Д.Р.				Лист	Листов
Проб.	Винетальскій Е.				1	2
Начерт.	Логанінов В.О.				НУЗП Гр.Мз-119м	
Чит.	Дядя С.І.					

Додаток Б

Форм.	Зона	Лист	Позначення			Найменування			Кіл.	Прим.
A1						<u>Документація</u>				
			НУЗП 40284.1.009 СК			Складальне креслення				
						<u>Деталі</u>				
		1				Плита			1	
		2				Стійка			1	
		3				Ніжка			1	
		4				Ралик			1	
		5				Планка			1	
		6				Шайба			1	
		7				Сухарик			1	
		8				Гайка спеціальна			1	
		9				Панель			1	
						<u>Стандартні вироби</u>				
		10				Рим-болт М12				
						ГОСТ 14.751-73			3	
		11				Винт М5х10				
						ГОСТ 14.91-72			4	
		12				Винт 5х14				
						ГОСТ 14.91-72			4	
		13				Шайба 5				
						ГОСТ 12218-66			4	
			НУЗП 40284.1.009							
Імн.	Лист	№ вх.	Підп.	Дата	Контрольний пристрій			Лист	Лист	Листов
Розроб.	Перець Д.Р.								1	2
Проб.	Виченгольський Е.									
Начект.	Лозанінов В.О.									
Змб.	Дядя С.І.									
							НУЗП Гр.Мз-119м			

Додаток В

ТЕОРЕТИЧНА ЧАСТИНА ОХОРОНИ ПРАЦІ

В ході виконання магістерської роботи був складений технологічний процес виготовлення деталі "Кільце" з використанням мінімальної кількості верстатів, у тому числі фрезерних. Для усунення ризиків травматизму, нещасних випадків та створення нормованих умов роботи необхідно дотримуватися правил техніки безпеки під час роботи на металорізальному обладнанні та за ПК.

В даному розділі пояснювальної записки наведений аналіз потенційно небезпечних факторів, що характеризують умови роботи, заходи з забезпечення техніки безпеки, виробничої санітарії та гігієни праці, а також пожежної безпеки. Крім вище зазначених питань, розглянуто заходи безпеки у надзвичайних ситуаціях, а саме: прогнозування обстановки у вогнищах ураження.

В.1 Аналіз потенційних небезпек

Згідно ГОСТу 12.0.003-74 " Опасные и вредные производственные факторы" класифікуються фактори середовища за природою дії на організм людини, вони поділяються на фізичні, хімічні, біологічні та психологічні.

Фізичні фактори:

- наявність гострих кромek , шорсткості на деталі при роботі без рукавиць може призвести до пошкодження шкіряного покриву та травмам;
- руйнування ріжучого інструменту при порушенні режимів різання може привести до травм різного ступеня тяжкості;
- відліт стружки при виконанні механічних операцій при відсутності спеціального одягу та захисних щитків для обличчя може призвести до опіків чи порізів;
- робота з ручним інструментом при низькій кваліфікації робочого при зниженні уваги може призвести до травм різного ступеня важкості;

- падіння або ковзання деталей чи людей при неувважності персоналу при роботі без спеціального взуття може призвести до травм.

- під час роботи без захисних окулярів при наявності пилу або стружки можна отримати травми очей;

- через невиконання правил техніки безпеки при користуванні електричним обладнанням у відсутності захисного заземлення виникають травми ураження струмом.

Хімічні фактори:

- при відсутності засобів захисту через підвищену запиленість можуть виникнути захворювання дихальних шляхів.

Біологічні фактори:

- подразнення слизових оболонок верхніх дихальних шляхів викликають мастильноохолоджуючі технічні засоби при порушеннях правил безпеки;

- аерозоль нафтових олій, що входить до їх складу також впливає на зниження імунітету та може викликати алергічні реакції.

Психофізіологічні:

- фізичне перенавантаження при установці, закріпленні великогабаритних деталей може призвести до кістково-м'язових порушень та навантаженням на серцево-судинну систему;

- монотонність праці може призвести до гальмування реакції не тільки під час праці, а і після неї;

- перенапруження органу зору при незадовільному освітленні може призвести до зорової втоми, роздратованості;

- неправильні дії персоналу в умовах надзвичайних ситуацій можуть призвести до травм чи загибелі людей.

В.2 Заходи з забезпечення техніки безпеки

НПАОП 0.00.-1.30-01. «Правила безпечної роботи з інструментом та пристроями». Регламентують безпечну роботу на ділянці. Значення підвищеної

(випробної) напруги повинно становити 85 % значення найнижчої напруги, за якої усі елементи та пристрої випробовувались на підприємстві-виробнику, — за мінімального значення 1500 В змінного струму.

Елементи та пристрої, що не розраховані на таку високу випробну напругу (випрямлячі, конденсатори, електронні пристрої тощо), на час проведення випробувань необхідно вимкнути.

Ця вимога не поширюється на заводозахисні конденсатори, розміщені між частинами, що перебувають під напругою, та незахищеними електропровідними частинами, які повинні витримувати випробну напругу.

У разі введення верстата в експлуатацію та після його капітального ремонту верстат необхідно випробувати в роботі на холостому ходу протягом 1 год., а також під навантаженням, що становить не менше 50 % номінального, — для перевірки правильності та справності роботи всіх частин електрообладнання і дотримання послідовності керування. У цьому разі необхідно звернути увагу на надійність роботи елементів аварійного вимкнення та перевірити справність ланцюга заземлення.

Згідно ДСТУ EN ISO 14120:2017- «Захисні огорожі». [B.1]

Робоча частина різальних інструментів (пилок, фрез, ножових головок тощо) деревообробних верстатів повинна бути закрита автоматично діючим огородженням, яке повинно відкриватись під час проходження оброблюваного матеріалу або інструмента тільки для його пропускання відповідно до габаритів цього матеріалу по висоті та ширині.

Зону обробки універсальних верстатів, призначених для обробки заготовок діаметром до включно, необхідно обгороджувати захисним пристроєм (екраном). З боку, протилежного робочому місцю, у цій зоні також повинен бути екран. Затискні патрони універсальних токарних та токарно-револьверних верстатів повинні мати огородження, яке можна легко відводити убік під час установлювання та знімання заготовок, не обмежуючи технологічні можливості верстатів. У разі установлення патрона або планшайби на шпindel під них на

верстат повинні підкладатись дерев'яні підкладки з виймкою за формою патрона (планшайби).

Допускається закріплювати в кулачковому патроні без підпирання центром задньої бабки тільки короткі, завдовжки не більше двох діаметрів, зрівноважені деталі; в іншому разі для підпирання необхідно використовувати задню бабку. Різці необхідно закріплювати з мінімально можливим вильотом з різцетримача (виліт різця не повинен перевищувати більше ніж у 1,5 раза висоту державки) і не менше ніж двома болтами. Різальна кромка різця повинна виставлятися по осі оброблюваної деталі.

Для правильного установаження різців відносно осі центрів та підвищення надійності закріплення їх у супорті необхідно застосовувати шліфовані прокладки. Прокладки повинні відповідати лінійним опорам частини державки різців.

В універсальних фрезерних верстатах та верстатах з хрестовим столом завширшки і більше, а також в усіх фрезерних верстатах з програмним керуванням операцію закріплення інструмента необхідно механізувати. Органи керування приводом для закріплення інструмента повинні бути зручно розміщені.

В універсальних фрезерних верстатах та верстатах з хрестовим столом завширшки до тривалість зупинення шпинделя (без інструмента) після його вимкнення не повинна перевищувати 6 с. горизонтально-фрезерних та вертикально-фрезерних верстатах заввишки до задня частина шпинделя разом з виступним кінцем гвинта для закріплення інструмента, а також кінець фрезерної оправки, який виступає з підтримки, необхідно відгородити кожухами, які можна швидко зняти.

Згідно вимог ДСТУ EN ISO 23125-2018 «Верстати. Безпечність. Верстати токарні» [B2]

На вертикально-фрезерних верстатах для закріплення фрез необхідно застосовувати спеціальні механічні пристосування (шомполи, штрелелі тощо), і в конструкціях таких верстатів повинні передбачатись пристрої, що забезпечують |

зрівноважені деталі. В інших випадках для підпирання необхідно використовувати задню бабку;

- для обробки в центрах деталей завдовжки 12 діаметрів і більше, а також при швидкісному та силовому різанні деталей завдовжки 8 діаметрів і більше необхідно застосовувати додаткові опори (люнети).

Для уникнення механічних та електричних травм під час роботи за обладнанням 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». [B3]

Робітники повинні дотримуватися правил безпеки при роботі згідно НПАОП 28.5-1.34-90 «Правила безпеки при обробці металів різанням». [B4].

Відповідальність за дотримання справного стану і безпечну експлуатацію металорізального верстату покладається на керівника підрозділу, за яким закріплений верстат.

Для усунення ймовірності ураження електричним струмом передбачаються організаційні та технічні заходи. 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].

Для збереження здоров'я працюючих, запобігання професійних захворювань та підтримки працездатності слід дотримуватись санітарних правил і норм роботи згідно ДСанПіН 3.3.2.007-98 [B6] Державні санітарні правила і норми роботи з візуальними дисплейними терміналами електронно-обчислювальних машин».

В.3 Заходи з забезпечення виробничої санітарії та гігієни праці

струмені теплого повітря або сухий обігрів та мікромасаж на спеціальному обладнанні.

Рівні освітленості робочих місць визначають згідно ДБН В.2.5-28-2018 «Природне і штучне освітлення» в залежності від характеру зорових робіт і стану робочого середовища. При цьому будова світильників (нормальна, вибухозахисна, пиловологонепроникна та інше) повинна відповідати стану робочого середовища. Визначають норми освітленості як робочим, так і аварійним освітленням. Передбачають також евакуаційне освітлення.

При проведенні робіт за металорізальним обладнанням необхідно застосовувати систему комбінованого освітлення. Вимоги природного та штучного освітлення в приміщеннях повинні виконуватись згідно ДБН В.2.5-28-2018 «Природне і штучне освітлення».

Приміщення повинні мати природне та 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.

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.

Штучне освітлення – освітлення будинків, приміщень, споруд та створення зовнішнього освітлення за допомогою спеціальних електроосвітлювальних установок – світильників. Система загального освітлення призначена для освітлення всього приміщення. Для роботи в цеху необхідно розрахувати рівномірне загальне освітлення виробничого приміщення методом світлового потоку.

В.4 Забезпечення пожежної безпеки

Згідно НАПБ А.01.001-14. [В7] « Забезпечення пожежної безпеки в Україні» .Забезпечення протипожежного режиму потребує від керівництва кожної організації та підприємства реалізацію низки організаційних та інших заходів, призначених для запобігання виникненню пожеж у приміщеннях, спорудах, об'єктах підприємств.

Перш за все, протипожежний режим підприємства слід розуміти як комплекс заходів, які повинні бути реалізовані підприємством для забезпечення нормального протипожежного стану підприємства.

Нормативну базу цього питання становлять «Кодексу цивільного захисту України» (глава 13) та Правила пожежної безпеки України, затверджені наказом МВС від 31.12.2014 № 1417.

Згідно з цими правилами, керівник будь-якого підприємства України зобов'язаний встановити протипожежний режим. Нормативне визначення цього поняття наявне в ДСТУ 2272:2006 «Пожежна безпека. Терміни та визначення основних понять», згідно з яким протипожежний режим — це комплекс установлених норм поведінки людей, правил виконання робіт та експлуатування об'єкта, спрямованих на забезпечення пожежної безпеки.

Що включає цей комплекс заходів? Нормативний перелік визначає низку обставин та особливостей, врегулювання яких забезпечує протипожежну безпеку на підприємстві.

Це і визначення порядку утримання шляхів евакуації, спеціальних місць для куріння, правил проїзду та стоянки авто, особливостей застосування відкритого вогню, порядку огляду й зачинення приміщень після закінчення роботи, організації експлуатації та обслуговування засобів протипожежного захисту, проведення планово-попереджувальних ремонтів і оглядів електроустановок, визначення порядку дій у разі виникнення пожежі тощо.

Тобто іншими словами, керівник підприємства зобов'язаний видати спеціальні накази, затвердити положення, порядки та інші документи, у яких

потрібно врегулювати всі питання, які входять до обсягу заходів, які становлять протипожежний режим підприємства.

Як зазначалось вище, оскільки забезпечення пожежної безпеки є складовою виробничої та іншої діяльності посадових осіб і працівників підприємств та об'єктів, то уся відповідальність за забезпечення пожежної безпеки на підприємстві покладається на його власника та керівника (п. 3 ст. 55 Кодексу цивільного захисту України).

Водночас НАПБ А.01.001-14 «Правила пожежної безпеки в Україні» визначають, що керівник підприємства повинен призначити відповідальних за пожежну безпеку окремих будівель, споруд, приміщень, діляниць, технологічного та інженерного устаткування, а також за утримання й експлуатацію засобів протипожежного захисту. Тобто такий відповідальний призначається окремо за кожен із зазначених об'єктів підприємства та загальний — за все підприємство. Відповідальних осіб (особу) призначають наказом по підприємству. Їх в обов'язковому порядку ознайомлюють з даним наказом під підпис. У кожному приміщенні повинна також розіщуватись табличка з прізвищем, ім'ям, по батькові та телефоном відповідального за пожежну безпеку в конкретному приміщенні. Обов'язки щодо забезпечення пожежної безпеки, утримання та експлуатації засобів протипожежного захисту передбачаються у посадових інструкціях, обов'язках, положеннях про підрозділ.

Також, згідно із законодавством, відповідальний з пожежної безпеки підлягає обов'язковому проходженню навчання у навчальному центрі не рідше ніж один раз на три роки.

На кожному підприємстві також повинні бути розроблені та затверджені інструкції з пожежної безпеки, які закріплюють основні положення протипожежного режиму в кожному приміщенні чи на об'єкті підприємства. Право затверджувати дані акти має керівник підприємства або будь-яка інша делегована ним посадова особа.

Правила з пожежної безпеки закріплюють низку вимог до згаданих інструкцій та визначають їх структуру і основні розділи. Так, зокрема, інструкції

повинні містити інформацію про категорію (А) приміщення з вибухопожежної та пожежної небезпеки (для виробничих, складських приміщень та лабораторій), вимоги щодо утримання евакуаційних шляхів та виходів, визначати спеціальні місця для куріння та вимоги до них, порядок утримання та прибирання приміщень, робочих місць, спецодягу, порядок проведення зварювальних та інших вогневих робіт, обов'язки та дії працівників у разі виникнення пожежі тощо.

Інструкції вивчають під час протипожежних інструктажів, навчання за програмою пожежно-технічного мінімуму, виробничого навчання і вивішують на видимих місцях.

Усі працівники при прийнятті на роботу на робочому місці повинні проходити інструктажі з питань пожежної безпеки. Факт проведення інструктажів фіксується у спеціальному журналі, який має бути прошнурований, пронумерований та скріплений печаткою підприємства та підписом керівника.

Види протипожежних інструктажів, а також порядок організації та проведення протипожежних інструктажів, навчання і перевірки знань з пожежно-технічного мінімуму встановлено постановою КМУ «Про затвердження Порядку здійснення навчання населення діям у надзвичайних ситуаціях» від 26.06.2013 № 444. Періодичність проведення інструктажів встановлюється керівником підприємства, однак повинна становити не рідше одного разу в рік. Інструктажі проводяться працівником, який пройшов навчання з пожежної безпеки в навчальному центрі. Особи, яких приймають на роботу, пов'язану з підвищеною пожежною небезпекою, повинні попередньо (до початку самостійного виконання роботи) пройти спеціальне навчання (пожежно-технічний мінімум).

Як повідомив спікер, керівник підприємства своїм розпорядчим документом повинен визначити спеціальні місця для куріння, які необхідно позначити відповідним знаком або написом, і місця, де встановлюють урну або попільницю з негорючих матеріалів. У таких місцях розміщується наочна інформація, яка складається із відповідного графічного знака та тексту такого змісту: «Місце для куріння. Куріння шкодить Вашому здоров'ю!».

Такі спеціальні місця для куріння повинні займати сумарну площу не більше 10% загальної площі відповідної споруди чи приміщення, мають бути обладнані витяжною вентиляцією чи іншими засобами для видалення тютюнового диму.

Куріння за межами спеціально відведених місць забороняється. У місцях та закладах, де куріння заборонено, має бути розміщена наочна інформація, яка складається із графічного знака про заборону куріння та тексту такого змісту: «Куріння заборонено!». Перелік місць, де куріння заборонено взагалі, визначено Законом України «Про заходи щодо попередження та зменшення вживання тютюнових виробів і їх шкідливого впливу на здоров'я населення».

План евакуації розробляється згідно СНиП 85. Додатково до нього на об'єктах з масовим перебуванням людей повинна бути розроблена та затверджена керівником інструкція по евакуації на випадок пожежі, за якою не рідше 1 разу на півроку мають проводитися практичні тренування всіх задіяних працівників.

Спікер зазначив, що згідно із законодавством план евакуації розробляється та має бути вивішений на видних місцях, зокрема, на об'єктах з постійним або тимчасовим перебуванням на них 100 і більше осіб або таких, що мають хоча б одне окреме приміщення із одночасним перебуванням 50 і більше осіб, у будинках та спорудах (крім житлових будинків), котрі мають 2 поверхи і більше, у разі одночасного перебування на поверсі більше 25 осіб, а для одноповерхових — більше 50 осіб.

В.5 Заходи по забезпеченню безпеки у надзвичайних ситуаціях

Прогнозування обстановки у вогнищах ураження

Планування і підготовка до майбутнього проведення РІНР неможливі без прогнозування (передбачення) обстановки, вона може скластися в можливих вогнищах ураження. Безупинний розвиток засобів ураження і поглядів на їхнє застосування вимагає систематичної роботи з удосконалювання методик

прогнозування обстановки і подальшого коректування відповідних розділів планів ЦЗ [В8].

Прогнозування й оцінка обстановки можуть здійснюватися як до нападу, так і за попередніми даними про результати фактичного застосування супротивником ЗМУ із наступним їх уточненням даними розвідки.

До нападу супротивника прогнозування проводиться на основі вихідних даних, які характеризують вражаючі фактори сучасної зброї, місцеві умови і можливості, що впливають на виконання завдань ЦЗ, а саме: фізико-географічні, метеорологічні, санітарно-епідемічні умови; наявність людських і матеріальних ресурсів; стан транспорту, зв'язку; характер забудови міст та інших населених пунктів; стан ЦЗ (забезпеченість захисними спорудами і ЗІЗ, підготовка заміської зони; впровадження «Норм проектування інженерно-технічних заходів ЦЗ», наявні сили і засоби); наявність ОНГ, при ушкодженні чи руйнуванні яких можуть утворитися вторинні вогнища ураження в результаті вибухів, пожеж, затоплення місцевості і поширення на ній СДОР та ін. Особлива увага при прогнозуванні й оцінці обстановки приділяється захисту категорійованих міст і об'єктів народного господарства: визначаються ймовірні вогнища ураження, зони руйнувань, катастрофічних затоплень і РЗ, можливі втрати серед населення, сил і засобів ЦЗ. Також прогноуються ступінь виходу з ладу транспорту, промислових і житлових будинків та споруд, комунально-енергетичних мереж і паливних 350 систем, засобів зв'язку й інших систем, що забезпечують у цілому життєдіяльність міста, району, області, і очікуваний характер та обсяг робіт. На підставі прогнозу здійснюється розрахунок сил і засобів ЦЗ, необхідних для проведення РІНР.

Після нападу супротивника на основі початкових даних про параметри ядерних вибухів, характер і масштаб застосування інших видів ЗМУ також здійснюється прогнозування можливої обстановки, яка проводиться для вживання необхідних заходів захисту, для оцінки можливих втрат о. с. формувань ЦЗ, військ і населення, оцінки обсягу робіт з ліквідації наслідків нападу і для прийняття (уточнення) оптимального рішення на проведення РІНР.

При цьому у вогнищах ядерного ураження (ВЯУ) оцінюється і пожежна обстановка, що необхідно для визначення обсягів і термінів виконання протипожежних заходів при проведенні РІНР, заходів щодо відновлення джерел пожежного водопостачання, а також для уточнення розрахунку сил і засобів та рішення на їх використання.

Вихідними даними для прогнозування й оцінки пожежної обстановки, крім параметрів ядерного вибуху, можуть бути швидкість і напрямок середнього і приземного вітру та інші матеріали попередньої оцінки.

Прогнозування можливої радіаційної обстановки проводиться з метою визначення масштабів і характеру РЗ місцевості, розробки і здійснення заходів, які виключають чи зменшують втрати від нього. Результати прогнозування є орієнтовними і слугують вихідними даними для організації радіаційної розвідки, захисту населення, сільськогосподарських тварин і рослин, використання транспортних магістралей в умовах зараження і т.д.

Радіаційна обстановка після застосування ЯЗ оцінюється за даними прогнозування, розвідки і дозиметричною контролю. При її оцінці визначаються зони РЗ місцевості, розраховуються дози радіації, які можуть одержати люди протягом того чи іншого часу перебування в зонах зараження і при їх проходженні, визначаються час початку роботи і кількість змін для проведення рятувальних робіт у вогнищі ураження, режими роботи ОГ і режими захисту населення в умовах РЗ.

Результати оцінки дозволяють вибрати найбільш прийнятні способи дій сил ЦЗ у вогнищах ураження і намітити заходи щодо їх захисту.

Дані про радіаційну обстановку потім уточнюються за даними повітряної, морської (річкової) розвідки й установ мережі спостереження і лабораторного контролю.

Дії сил ЦЗ у вогнищі ядерного ураження (ВЯУ)

Після нанесення супротивником ядерних ударів чи застосування ним інших засобів нападу начальники, штаби і служби ЦЗ повинні виявити й оцінити обстановку, що склалася на території області. (краю), міст і районів;

ужити заходів до відновлення порушеного управління; забезпечити приведення в готовність до дій сил, які потрапили під вплив зброї, і організувати проведення рятувальних робіт у вогнищах ураження.

Дані про ядерні вибухи чи застосування інших засобів ураження і дані про обстановку, отримані з різних джерел (штабів військ ППО, військових округів, флотів, військових з'єднань, начальників гарнізонів, вищестоящих штабів ЦЗ, уцілілих органів управління ЦЗ міст і районів, які зазнали ударів), надходять на пункти управління відповідних начальників ЦЗ, де вони узагальнюються й аналізуються. На основі аналізу штабами підготовляються висновки і проекти рішень, у яких відбивається таке: якими силами і засобами міст, сільських районів і об'єктів, коли і де можна починати проведення РІНР у вогнищах ураження; припустимі дози опромінення о. с. військових частин і формувань ЦЗ; розрахунок часу початку і тривалості робіт; до якого часу повинне бути завершено відновлення порушеного управління і створені (відновлені) угруповання сил і які необхідно провести для цього заходи; завдання розвідки, загонів забезпечення руху, сил першого, другого ешелонів і резерву; порядок підтримки постійної взаємодії і забезпечення дій сил; організація управління.

Одночасно готуються пропозиції про порядок виконання заходів щодо планів взаємодії сил ЦЗ з військовими підрозділами по взаємному обміну інформацією про обстановку і надання допомоги сусідам.

Своєчасне висування основних сил ЦЗ у вогнища ураження забезпечується швидкими і рішучими діями загонів забезпечення руху (ЗЗР), дорожньо-відбудовних формувань і протипожежних сил. Уведення сил у вогнища ураження здійснюється по заздалегідь установлених або знову призначених маршрутах з урахуванням конкретно сформованої обстановки, особливо рівнів радіації на шляхах руху і на об'єктах робіт.

Першими висуваються розвідувальні підрозділи військових частин і розвідувальні команди міста (міських районів), за ними слідують загони забезпечення руху, протипожежні підрозділи, спеціальна розвідка служб ЦЗ.

До завдання цих сил входить проведення розвідки маршрутів і виявлення обстановки у вогнищах ураження, відновлення зруйнованих і завалених ділянок доріг, локалізація пожеж на маршрутах, прокладання колонних шляхів і проведення інших робіт для забезпечення швидкого і безперешкодного висунання і введення основних сил ЦЗ у вогнища ураження .

Найважливішими заходами в ході проведення РІНР є надання медичної допомоги ураженим і евакуація їх у лікувальні установи. Усі формування і військові підрозділи повинні здійснювати пошук уражених, надавати їм першу медичну допомогу і виносити до місць посадки на транспорт для відправлення в медичні установи; до цих робіт залучається також неушкоджене населення. ЗПМД і медичні підрозділи військових частин ЦЗ розміщуються на незараженій території; вони надають ураженим першу лікарську допомогу і підготовляють їх до евакуації в лікувальні установи заміської лікарняної бази на стаціонарне лікування.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ ДО ДОДАТКУ В

В1. 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. : Держнагляд охорони праці, 2005. 26с.- (Нормативно-правовий акт охорони праці). <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0231-05#Text>

В2. 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 . <https://cryspro.ru/bezopasnost-zhiznedejatelnosti-i-ohrana-truda/npaop-0-00-1-30-01-pravila-bezopasnoj-raboty-s-instrumentom-i-prisposoblenijami/>

В3. ДСТУ EN ISO 14120:2017«Безпечність машин. Захисні огорожі. Загальні вимоги до проектування та будівництва стаціонарних і знімних захисних огорож». http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id_doc=74790

В4. Згідно вимог ДСТУ EN ISO 23125-2018 « Верстати. Безпечність. Верстати токарні »

http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=81040

В5. Технічний регламент безпеки машин [Електронний ресурс] – Чинний від 2013-08-12. : станом на 11.07.2018 р. – К. : КМ України, 2013. – 76 с. – URL:– (Постанова)

В6. 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: (Державні санітарні норми та правила) <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0231-05#Text>

В7. Шоботов В.М. Цивільна оборона: навчальний посібник вид. 2-ге, перероб. Київ : Центр навчальної літератури, 2006.438 с.

В8. Згідно вимог НПАОП 28.5-1.34-90 «Правила безпеки при обробці металів різанням» <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1871-13#Text>

В9. Згідно ДСН 3.3.6.042-99 «Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень» <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/va042282-99#Text>

В10. Згідно ДСН 3.3.6.039-99 «Державні санітарні норми виробничої загальної та локальної вібрацій».

<https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/va039282-99#Text>

В11. Згідно НАПБ А.01.001-14. [24] «Забезпечення пожежної безпеки в Україні» <http://deos-release.com/image/catalog/img/pdf/NAPB%20A.01.001-2014.pdf>

В12. Заходи по забезпеченню безпеки у надзвичайних ситуаціях.

Прогнозування обстановки у вогнищах ураження.

<http://www.wikipage.com.ua/1x8710.html>