

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний університет «Запорізька політехніка»

Машинобудівний інститут, машинобудівний факультет

(повне найменування інституту, факультету)

Кафедра «Технології машинобудування»

(повне найменування кафедри)

Пояснювальна записка

до дипломного проєкту (роботи)

другий (магістерський)

(ступінь вищої освіти)

на тему «Технологічні методи підвищення корозійної
стійкості поверхонь деталі “Корпус”»

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

Спеціальності 131 «Прикладна механіка»
(код і найменування спеціальності)

Освітня програма (спеціалізація)
«Технології машинобудування»

Карцев Я.С.

(прізвище та ініціали)

Керівник Козлова О.Б.

(прізвище та ініціали)

Рецензент Щирокобоков В.В.

(прізвище та ініціали)

2020

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

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

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри С.І. Дядя

« _____ » _____ 2020 року

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

Карцева Ярослава Сергійовича

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проєкту (роботи) Технологічні методи підвищення корозійної стійкості поверхонь деталі «Корпус»

керівник проєкту (роботи) Козлова О.Б., канд. техн. наук

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

затверджені наказом закладу вищої освіти від «03» 12 2020 року №368

2. Строк подання студентом проєкту (роботи) 02.12.2020 р.

3. Вихідні дані до проєкту (роботи) робоче креслення деталі «Корпус»;
річна програма випуску N=2500 дет.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) 1 Технологічна частина; 2 Конструкторська частина; 3 Автоматизація очищення і підготовки поверхонь деталей перед азотуванням;
4 Розрахунок деталі на міцність; 5 Спеціальне завдання. Анодне окислювання алюмінію і алюмінієвих сплавів; 6 Розрахунок економічної ефективності прийнятої конструкції пристосування; 7 Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях

5. 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	доцент Козлова О.Б.		
7	доцент Шмирко В.І.		
нормоконтроль	доцент Логомінов В.О.		

7. Дата видачі завдання « 03 » вересня 2020 року.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проєкту (роботи)	Строк виконання етапів проєкту (роботи)	Примітка
1	Технологічна частина	24.09.2020	
2	Конструкторська частина	08.10.2020	
3	Автоматизація очищення і підготовки поверхонь деталей перед азотуванням	15.10.2020	
4	Розрахунок деталі на міцність	22.10.2020	
5	Спецзавдання. Анодне окиснення алюмінію і алюмінієвих сплавів	05.11.2020	
6	Розрахунок економічної ефективності прийнятої конструкції пристосування	12.11.2020	
7	Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях	19.11.2020	
8	Оформлення пояснювальної записки.	26.11.2020	
9	Нормоконтроль і рецензія.	30.12.2020	
10	Захист дипломного проєкту.	10.12.2020	

Студент(ка)

(підпис)

Карцев Я.С.

(прізвище та ініціали)

Керівник проєкту (роботи)

(підпис)

Козлова О.Б.

(прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

ПЗ: 127 с., 44 рис., 9 табл., 1 додаток, 44 джерела.

ЗАГОТОВКА, ДЕТАЛЬ, НОРМУВАННЯ, ПРИПУСК, РЕЖИМИ
РЫЗАННЯ, ІНСТРУМЕНТ, ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ПРОЦЕС, ОПТИМІЗАЦІЯ,
ВЕРСТАТ, ОБЛАДНАННЯ, ДОПУСК, ПРОСТОСУВАННЯ, ОПЕРАЦІЙНИЙ
ЧАС, ЯКІСТЬ.

Об'єкт дослідження – деталь «Корпус», призначений для розміщення
деталей запорного механізму і виготовлений з алюмінієвого сплаву АК4-1 з
використанням покриттів.

Мета роботи – технологічні методи підвищення корозійної стійкості
поверхонь деталі «Корпус».

Метод дослідження – розрахунково-аналітичний.

Розроблено технологічний процес виготовлення деталі, запропонована
заготовка, виконані всі економічні розрахунки щодо доцільності обраного методу,
спроектовано робоче механізоване пристосування, що дозволяє зменшити час та
собівартість деталі в цілому, спроектовано та проведено розрахунок контрольного
пристосування. Проведені економічні розрахунки та розрахунки на міцність,
заходи з охорони праці.

ЗМІСТ

Скорочення та умовні позначки	7
Вступ	8
1 Технологічна частина	9
1.1 Опис конструкції і службового призначення деталі	9
1.2 Вибір типу виробництва і форми організації робіт	11
1.3 Вибір виду і способу отримання заготовки з економічним обґрунтуванням	12
1.4 Проектування технологічного маршруту обробки деталі	17
1.4.1 Аналіз конструкції деталі на технологічність	17
1.4.2 Проектування маршруту обробки поверхонь	19
1.4.3 Маршрут виготовлення деталі	25
1.5 Розрахунок міжопераційних припусків і технологічних розмірів	26
1.6 Розрахунок режимів різання та нормування операцій	33
1.7 Розробка операцій для верстатів з ЧПУ за допомогою модуля NX CAM	48
1.7.1 Розробка токарної операції 015	48
1.7.2 Розробка фрезерної операції за допомогою модулю NX CAM	50
1.7.3 Розробка свердлильної операції за допомогою модулю NX CAM	51
2 Конструкторська частина	53
2.1 Опис конструкції свердлильного пристосування	53
2.2 Проектування контрольного пристосування	62
2.2.1 Опис контрольного пристосування	62
2.2.3 Вибір і обґрунтування засобу вимірювання	64
2.2.4 Розрахунок сумарної похибки вимірювання	66
3 Автоматизація	69
4 Розрахунок деталі на міцність за допомогою програмного забезпечення SIEMENS NX	75
5 Спецзавдання	83
5.1. Анодне окислювання алюмінію і алюмінієвих сплавів	83
5.1.1 Підготовка поверхонь перед окислюванням	86

6 Розрахунок економічної ефективності прийнятої конструкції пристосування...	93
7 Охорона праці ті безпека в надзвичайних ситуаціях.....	97
Висновок	99
Перелік джерел посилання	100
Додаток А.....	103
Додаток Б.....	106

СКОРОЧЕННЯ ТА УМОВНІ ПОЗНАКИ

ДОСТ	–	Державний стандарт
ЗВ	–	Засіб вимірювання
КГШП	–	Кривошипний горячештамповочний прес
ККД	–	Коефіцієнт корисної дії
МВД	–	Маршрут виготовлення деталі
МОП	–	Маршрут обробки поверхні
ППТЯ	–	Послідовність показників точності і якості
РТК	–	Розрахунково-технологічна карта
ТО	–	Термічна обробка
ЧПК	–	Числове програмне керування
УП	–	Керуюча програма

ВСТУП

Реалізація конструктивних рішень визначається спроектованою технологією. Спроектовані технологічні процеси забезпечують підвищення продуктивності праці і якості виробів при зниженні витрат на їх виготовлення [1]. Вирішення цих надважливих практичних завдань залежить від вірної побудови процесу обробки, устаткування, яке використовується, інструменту та оснастки, а також вірного розрахунку та призначення припусків на обробку і допусків на операційні розміри [1].

Головне техніко-економічне значення вірного вибору припусків і розрахунку операційних розмірів визначається, поперше, місцем цього етапу в загальній послідовності завдань, що вирішуються при проектуванні технологічного процесу [1].

Відповідно до загальних норм та правил розробки технологічних процесів, необхідно виконати наступні найважливіші етапи: вибір виду та методу отримання заготовки, технологічних баз (поверхонь), розробка варіанту технологічного маршруту обробки, а також вибір засобів технологічного оснащення [1].

В даному данному дипломному проекті будуть розглядатися всі ці завдання тому, що вони стоять перед сучасним технологом, а також запропоновано шляхи і методи їх вирішення.

1 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

1.1 Опис конструкції і службового призначення деталі

Корпус (рис. 1.1) призначений для розміщення деталей запорного механізму і виготовлений з алюмінієвого сплаву АК4-1.

Деталь працює в умовах підвищених вібрацій, помірних температур і навантажень в повітряному середовищі і має тонкостінну конструкцію, що дозволяє забезпечити необхідне співвідношення ваги і міцності деталі.

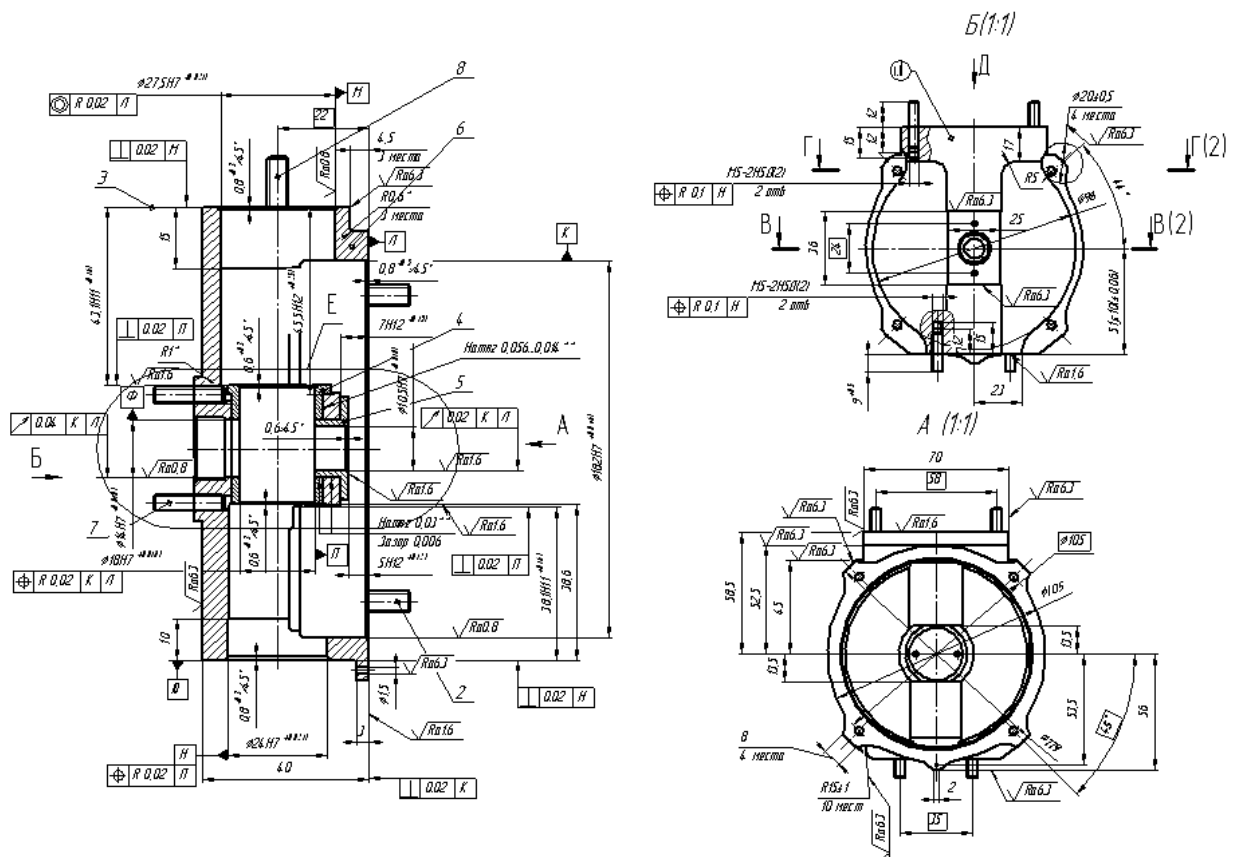


Рисунок 1.1 – Ескіз деталі

На корпусі є поверхні $\varnothing 10.5H7^{(+0,018)}$, $\varnothing 18H7^{(+0,018)}$ під підшипники ковзання, виконані у втулках з бронзи БрАЖН10-4-4, які запресовані в корпус, для розміщення деталей запорного механізму, а також точні посадкові отвори $\varnothing 15H8^{(+)}$

^{0,027} , $\text{Ø}24\text{H}7^{(+0,021)}$, $\text{Ø}27,5\text{H}7^{(+0,021)}$, $\text{Ø}91\text{H}7^{(+0,035)}$, що сполучаються з фланцями які мають шпильки кріплення.

Корпус є складовою частиною авіаційного турбогвинтовентиляторного двигуна (рис. 1.2) який призначено для високоекономічних пасажирських і транспортних літаків, наприклад, таких, як Ан-70.



Рисунок 1.2 – Авіаційний турбовентиляторний двигун Д-127

Матеріал деталі - алюмінієвий сплав АК4-1 [2].

Вибір матеріалу обумовлений забезпеченням технологічності, корозійної стійкості у усе кліматичних умовах, міцності деталей, а саме:

- ваговими характеристиками виробу;
- технологічністю виготовлення виробу;
- корозійностійкістю (при оптимальному виборі покриття);
- кінцевою вартістю виробу.

Хімічний склад алюмінієвого сплаву АК4-1 наведено в табл. 1.1, фізичні властивості наведені в табл. 1.2.

Таблиця 1.1 - Хімічний склад (у відсотках)

<i>Fe</i>	<i>Si</i>	<i>Mn</i>	<i>Al</i>	<i>Cu</i>	<i>Mg</i>	<i>Zn</i>	<i>Ni</i>	Домішок
до 1,3	6-8	до 0,6	87,4-93,8	до 1,5	0,2-0,5	до 0,5	до 0,3	Всього 4,1

Таблиця 1.2 - Фізичні властивості

$t, ^\circ\text{C}$	$E \cdot 10^{-5},$ МПа	$\alpha \cdot 10^6,$ 1/Град	$\lambda, \text{Вт/}$ (м·град)	$P,$ кг/м ³	$C,$ Дж/ (кг·град)	$R \cdot 10^9,$ Ом·м	$\sigma_B,$ МПа	$\sigma_T,$ МПа	δ_5 %
20	0,72	21,4	180	2750	838	41	260	260	3

1.2 Вибір типу виробництва і форми організації робіт

На даному етапі складно визначити тип виробництва і тому проведемо попереднє визначення типу виробництва за виробничою програмою і масою деталі [1].

Тип виробництва вибираємо за таблицею [1] по масі деталі та річній програмі випуску - N [1, с. 22].

Маса деталі $m = 0,5$ кг і річна програму випуску $N = 2500$ штук, тому, тип виробництва можна вважати серійним.

Форма організації виробництва та технологічних процесів згідно з ГОСТ 14312-74 залежать від встановленого порядку виконання операцій ТП, розташування технологічного обладнання, кількості робітників.

В технологічному процесі обробки нашої деталі обираємо змінно-потоккову форму організації ТП.

Партія деталей визначається за формулою (1.1):

$$n = \frac{aN}{250}. \quad (1.1)$$

де $a = 3$ дні – періодичність запуску деталей в виробництво.

$$n = \frac{3 \cdot 2500}{250} = 30 \text{ шт.}$$

1.3 Вибір виду і способу отримання заготовки з економічним обґрунтуванням

Для корпусу виконати економічне обґрунтування пропоновано застосування одного із способів отримання заготовки:

- заготовка, отримана на КГШП;
- заготовка, отримана на молоті.

3-D модель деталі зображено на рис. 1.3. Маса деталі – 0,5 кг.

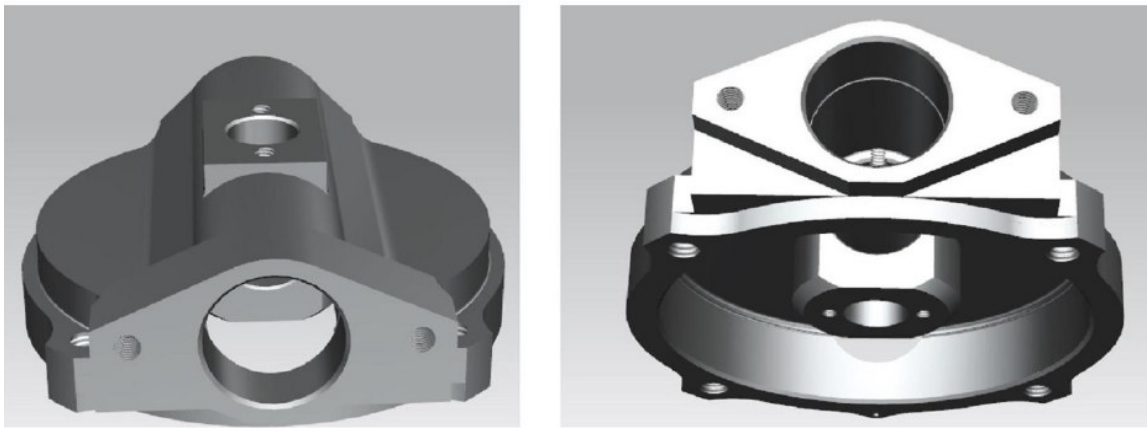


Рисунок 1.3 - 3-D модель деталі Корпус

– заготовка, отримана на КГШП (рис. 1.4).

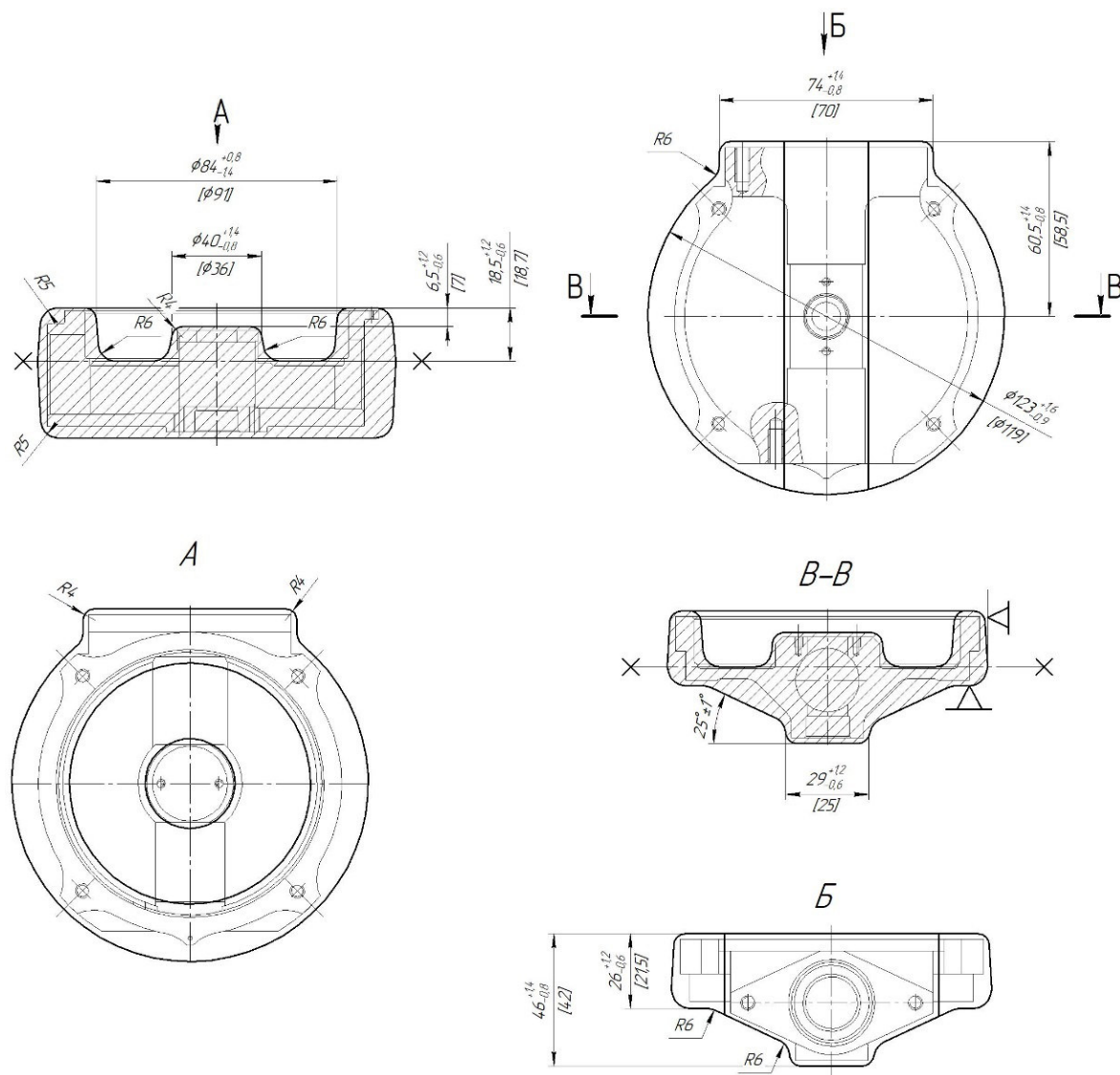


Рисунок 1.4 - Ескіз горячештампованої заготовки

Масу заготовки було визначено за допомогою програмного забезпечення Siemens NX 12.0 (рис. 1.5).

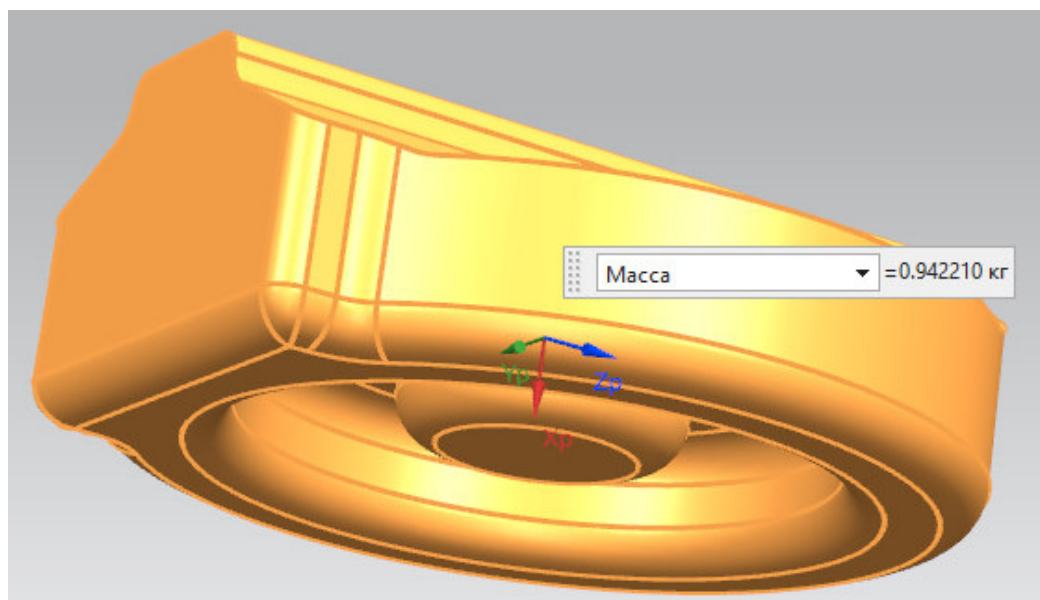


Рисунок 1.5 – Модель горячештампованой заготовки ($m_3 = 0,94$ кг)

Ескіз заготовки, виготовленої на молотах зображено на рис. 1.6.

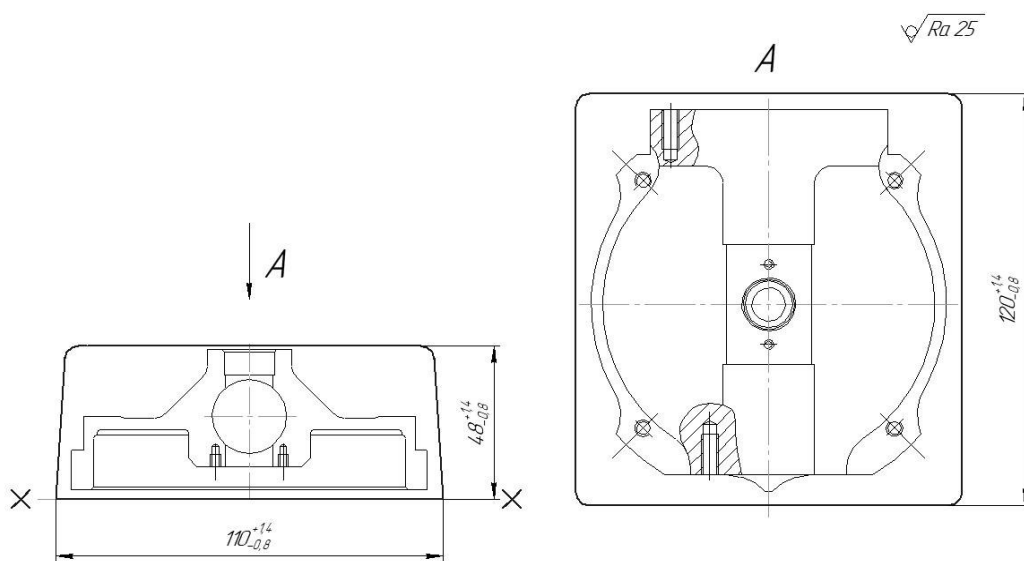


Рисунок 1.6 – Ескіз заготовки, виготовленої на молотах

Масу заготовки було визначено за допомогою програмного забезпечення Siemens NX 12.0 (рис. 1.7).

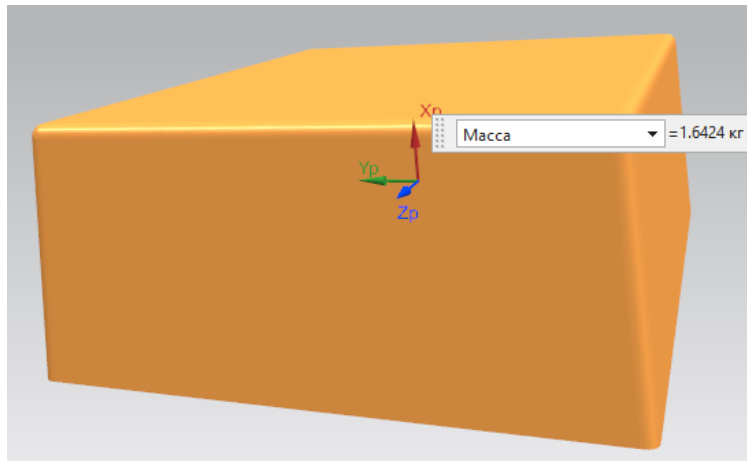


Рисунок 1.7 – Модель заготовки, виготовленої на молотах

Розраховуємо вартість однієї заготовки, отриманої різними способами за формулою (1.2):

$$C = \frac{C_B}{1000} \cdot Q_{заг} \cdot K_m \cdot K_{м} \cdot K_c \cdot K_v \cdot K_n - \frac{(Q - q)}{1000} \cdot S, \quad (1.2)$$

де C_B – базова ціна 1 т заготовок, грн;

$Q_{заг}$ – маса заготовки, кг;

K_m – коефіцієнт, щодо точності заготовки [4, табл. 1.24, с. 18];

$K_{м}$ – коефіцієнт, щодо матеріалу [4, табл. 1.25, с. 18];

K_c – коефіцієнт, щодо складності заготовки [4, табл. 1.26, с. 19];

K_v – коефіцієнт, щодо маси заготовки [4, табл. 1.27, с. 19];

K_n – коефіцієнт, щодо програми випуску [4, табл. 1.28, с. 19];

S – вартість 1 т стружки, грн [4, табл. 1.5, с. 13].

$$C_1 = \frac{3500}{1000} \cdot 0,94 \cdot 0,9 \cdot 1,22 \cdot 0,77 \cdot 1,29 \cdot 1 - (0,94 - 0,5) \cdot \frac{1770}{1000} = 2,81 \text{ грн.}$$

$$C_2 = \frac{3500}{1000} \cdot 1,64 \cdot 0,9 \cdot 1,22 \cdot 0,77 \cdot 1,29 \cdot 1 - (1,64 - 0,5) \cdot \frac{1770}{1000} = 4,24 \text{ грн.}$$

Розраховуємо значення коефіцієнта використання матеріалу за формулою (1.3):

$$\eta = \frac{q}{Q_i} . \quad (1.3)$$

$$\eta_1 = \frac{0,5}{0,94} = 0,53 .$$

$$\eta_2 = \frac{0,5}{1,64} = 0,31 .$$

Результати розрахунків занесено до табл. 1.3.

При порівнянні двох вищенаведених способів отримання заготовок, заготовка, виготовлена штамповкою на КГШП, виявилася дешевшою від виготовленої на молотах, а також коефіцієнт використання матеріалу її був вищий, тому виготовлення заготовки на КГШП є більш доцільним.

Таблиця 1.3 – Результати розрахунку за варіантами

Показник	Визначення	Одиниці вимірювання	Варіанти	
			КГШП	Молот
Маса заготовки	Q	кг	0,94	1,64
Базова ціна 1 т заготовки	C_b	грн	3500	3500
Коефіцієнти	K_m	—	0,9	0,9
	K_{μ}	—	1,22	1,22
	K_g	—	0,77	0,77
	K_c	—	1,29	1,29
	K_n	—	1	1
Вартість 1т стружки	S_{omx}	грн	1770	1770
Вартість заготовки	C	грн	2,81	4,24
Коефіцієнт використання матеріалу	η	—	0,53	0,31

Річна економія матеріалу в цьому випадку складе за формулою (1.4):

$$E_B = (C_2 - C_1) \cdot N . \quad (1.4)$$

$$E_B = (C_2 - C_1) \cdot N = (4,24 - 2,81)2500 = 3582,7 \text{ грн.}$$

1.4 Проектування технологічного маршруту обробки деталі

1.4.1 Аналіз конструкції деталі на технологічність

Розрахунок конструкції деталі, з точки зору технологічності є комплексом заходів щодо забезпечення необхідного рівня за встановленими показниками, спрямована на підвищення продуктивності праці, зниження витрат і скорочення часу на виготовлення виробу [3].

Якісна оцінка технологічності проводиться по виду деталі, класу, складності конфігурації, жорсткості конструкції, можливості обробки деталі універсальним інструментом, наявності особливо точних і чистих поверхонь.

Деталь складається в основному з концентрично розташованих поверхонь. Точність виготовлення, точність розташування поверхонь і якість обробки - середньо-економічні. Обробка деталі проводиться поширеними методами обробки різанням. Задана кресленням точність обробки поверхонь не викликає особливих труднощів при обробці деталі на металорізальних верстатах і розташування більшості поверхонь дозволяє вести обробку на прохід або в упор, крім внутрішніх вибірок і канавок. Найбільш точний діаметр - 91 по 7 квалітету легко обробляється на токарних верстатах. Застосування автоматів і верстатів з ЧПК дозволяє обробляти кілька поверхонь деталі дуже точно і за одне встановлення.

У конструкції деталі немає достатньо простих поверхонь для використання їх в якості чистових базових. З урахуванням вимог креслення на остаточній стадії обробки, при свердлильних та шліфувальних операціях в якості баз використовуються точно оброблені торці деталі і внутрішні отвори [3].

За якісними показниками деталь корпус - технологічна.

Кількісна оцінка технологічності проводиться за показниками застосування уніфікованих елементів конструкції, точності розмірів, шорсткостей поверхні [3].

1. Коефіцієнт використання матеріалу знаходимо за формулою (1.3):
 $\eta = 0,53$.

Так як $\eta = 0,73 > 0,7$ – деталь за даним показником технологічна.

2. Коефіцієнт точності обробки визначаємо за формулами (1.5), (1.6):

$$K_{TЧ} = 1 - \frac{1}{A_{CP}} > 0,8, \quad (1.5)$$

$$A_{CP} = \frac{\kappa_1 n_1 + \kappa_2 n_2 + \dots + \kappa_n n_n}{n_{\text{общ}}}, \quad (1.6)$$

де n – кількість розмірів, які мають відповідний квалітет;

κ - квалітет точності; основні неспряжувані поверхні виконані по 14 квалітету точності і грубіше;

A_{CP} - середній квалітет точності.

$$A_{CP} = \frac{14 \cdot 12 + 12 \cdot 4 + 8 \cdot 1 + 10 \cdot 2 + 7 \cdot 9}{28} = 10,9,$$

$$K_{TЧ} = 1 - \frac{1}{10,9} = 0,90 > 0,8.$$

За даним показником деталь технологічна.

3. Коефіцієнт шорсткості.

Шорсткість неспряжуваних і поверхонь, що сполучаються, загального призначення - Ra 0,8 мкм, поверхонь невідповідального призначення - Ra 3,2 мкм.

Знаходимо коефіцієнт шорсткості за формулами (1.7), (1.8):

$$K_{ш} = \frac{1}{B_{CP}} < 0,32, \quad (1.7)$$

$$B_{CP} = \frac{\kappa_1 n_1 + k_2 n_2 + \dots + k_n n_n}{n_{\text{общ}}}, \quad (1.8)$$

де κ - клас шорсткості;

n - кількість поверхонь, що мають відповідну шорсткість;

B_{CP} - середній клас шорсткості.

$$B_{CP} = \frac{0,8 \cdot 5 + 1,6 \cdot 7 + 6,3 \cdot 6 + 3,2 \cdot 10}{28} = 3,2,$$

$$K_{ш} = \frac{1}{3,2} = 0,31 < 0,32$$

За даним показником деталь технологічна.

Можна зробити висновок, що за якісними і кількісними критеріями оцінки технологічності, деталь є технологічною.

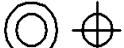
1.4.2 Проектування маршруту обробки поверхонь

Маршрут обробки поверхонь є технологічною основою процесу механічної обробки, тому, що саме в МОП, в технологічних переходах закладаються фізико-механічні, хіміко-термічні процеси впливу на поверхню заготовки [3].

Для проектування маршруту обробки поверхонь необхідно скласти характеристику кожної поверхні, що оброблюється і порівняти її з відповідною поверхнею заготовки. Характеристики основних поверхонь деталі (рис. 1.8) заносимо в табл. 1.4.

При проектуванні МОП зручно використовувати поняття уточнення, тому, що воно дозволяє за дослідно-статистичними даними оцінити показники точності і якості поверхні на різних стадіях обробки. Розрізняють загальне уточнення і уточнення за переходами.

Таблиця 1.4 – Характеристики основних поверхонь деталі

Основні геометричні параметри поверхні		Характер поверхні		Показники											
				Квалітет точності		Допуск на точність і взаємне розташування				Шорсткість, Ra, мкм		Допуск, мм		Твердість	
										заг.	дет.	дет.	заг.	дет.	заг.
						дет.	заг.	дет.	заг.						
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1	$\varnothing 24H7^{+0.021}$	внутр.	цилін.	7	17	-	-	0,02	-	-	0,8	0,021	-	$\geq 109HB$	230... 269HB
2	$\varnothing 23.4H14^{+0.52}$	внутр.	цилін.	14	17	-	-	-	-	-	3,2	0,52	-		
3	$42h10_{-0.1}$	зовніш.	цилін.	10	17	0,02	0,6	-	-	50	1,6	0,1	1,8		
4	$\varnothing 15H8^{+0.027}$	внутр.	цилін.	8	17	-	-	-	-	-	1,6	0,027	-		
5	$\varnothing 22H7^{+0.021}$	внутр.	цилін.	7	17	-	-	0,04	-	-	0,8	0,031	-		
6	$7.5H12^{+0.15}$	внутр.	плоска	12	17	-	-	-	-	-	3,2	0,15	-		
7	$\varnothing 27,5H7^{+0.021}$	внутр.	цилін.	7	17	-	-	0,02	-	-	0,8	0,021	-		
8	$\varnothing 91H7^{+0.035}$	внутр.	цилін.	7	17	0,02	0,6	-	-	50	0,8	0,035	2,2		
9	$\varnothing 14H7^{+0.018}$	внутр.	цилін.	7	17	0,04	-	-	-	-	0,8	0,018	-		
10	$\varnothing 1,5H14^{+0.25}$	внутр.	цилін.	14	17	-	-	-	-	-	6,3	0,25	-		
11	$58,5js10(\pm 0.06)$	зовніш.	плоска	10	17	-	0,6	-	-	50	1,6	0,12	2,2		
12	$45.5H12^{+0.25}$	внутр.	плоска	12	17	0,02	-	-	-	-	1,6	0,25	-		
13	$\varnothing 36h14_{-0.62}$	внутр.	цилін.	14	17	-	-	0,6	-	50	3,2	0,62	1,8		
14	$7H12^{+0.15}$	внутр.	плоска	12	17	0,04	-	0,6	-	50	1,6	0,15	1,8		
15	$51js10(\pm 0.06)$	зовніш.	плоска	10	17	-	-	-	-	-	1,6	0,12	-		

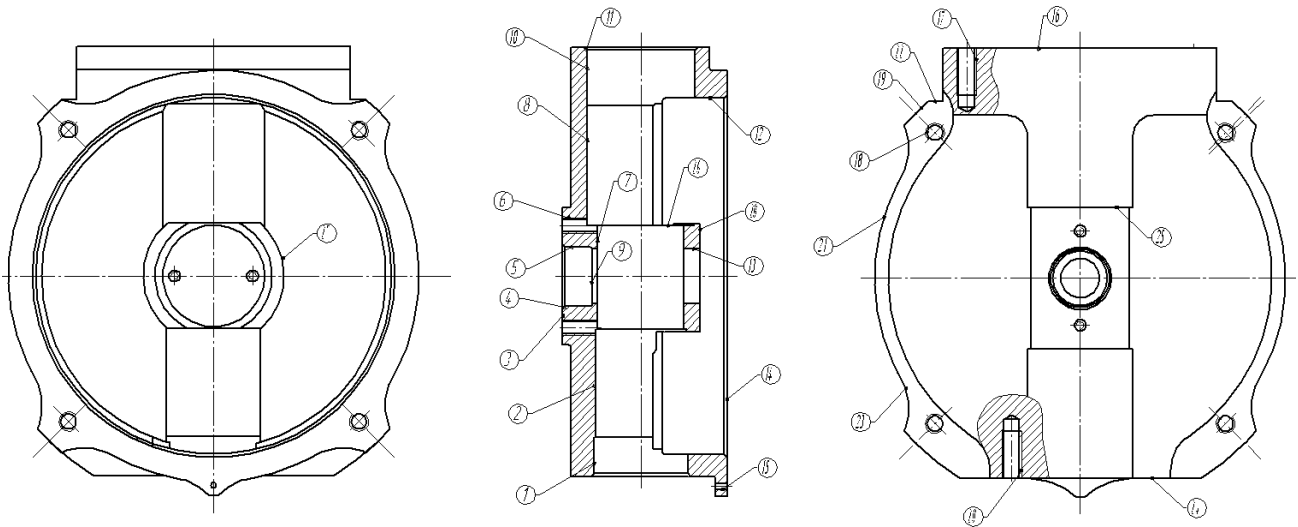


Рисунок 1.8 – Ескіз деталі с технологічною розміткою поверхонь

Поверхность 12 – $\varnothing 91H7^{+0.035}$.

Розраховуємо загальні уточнення за формулами (1.9 – 1.11)):

$$\varepsilon_{d_0} = \frac{Td_{\zeta\grave{a}\grave{a}}}{Td_{\grave{a}\grave{a}\grave{o}}} \quad (1.9)$$

де $Td_{\text{заг}}$, $Td_{\text{дет}}$ – допуск геометричного розміру відповідно заготовки і деталі [1, с. 147, табл. 23];

$$\varepsilon_{d_0} = \frac{2,2}{0,035} = 63.$$

$$\varepsilon_{\Delta_0} = \frac{\Delta_{\zeta\grave{a}\grave{a}}}{\Delta_{\grave{a}\grave{a}\grave{o}}}, \quad (1.10)$$

де $\Delta_{\text{заг}}$, $\Delta_{\text{дет}}$ – похибка форми і взаємного розташування відповідно заготовки і деталі.

$$\varepsilon_{\Delta_0} = \frac{0,6}{0,02} = 30.$$

$$\varepsilon_{Rz_0} = \frac{Ra_{заг}}{Ra_{дет}}, \quad (1.11)$$

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

$$\varepsilon_{Rz_0} = \frac{50}{0,8} = 63.$$

Визначимо загальне уточнення за показниками якості.

Переважаючим показником якості цієї поверхні є показник допуску, який потребує найбільшого уточнення. За цим показником розрахуємо кількість переходів механічної обробки k за формулою (1.12):

$$k \approx 2 \lg \varepsilon_{Rz_0}. \quad (1.12)$$

$$k \approx 2 \lg \varepsilon_{Rz_0} = 2 \lg 63 = 3,4.$$

Приймаємо $k = 3$ перехода. Визначаємо різницю показників якості і розподіляємо цю різницю між $k = 3$ переходами за законом прогресивного зменшення. При цьому слід розглядати кілька альтернативних варіантів розподілу різниці.

Різниця квалитетів точності і її розподіл:

$\Delta_{кв} = IT_{заг} - IT_{дет} = IT17 - H7 = 10 = 5+3+2$, тобто 1-й перехід механічної обробки уточнює поверхню заготовки на 5 квалітетів точності; 2-й перехід - на 3 квалітету; 3-й перехід уточнює поверхню ще на 2 квалітету точності.

Встановлюємо послідовність показників точності і якості (ППТЯ):

$IT17 \rightarrow H12 \rightarrow H10 \rightarrow H7$.

За таблицями економічної точності [1] відповідно до розробленої ППТЯ призначаємо методи обробки по переходах механічної обробки.

Методи обробки записуємо в таблицю МОП, див. табл. 1.6.

Поверхня 3 – 42h10_{-0,1}.

Визначимо загальне уточнення за показниками якості за формулами (1.9-1.11).

$$\varepsilon_{d_0} = \frac{2,2}{0,1} = 22.$$

$$\varepsilon_{\Delta_0} = \frac{0,6}{0,02} = 30.$$

$$\varepsilon_{Rz_0} = \frac{25}{1,6} = 16.$$

$$k \approx 2 \lg 30 = 3.$$

Приймаємо $k = 2$ перехода.

IT17→H12→H10.

За таблицями економічної точності [1] відповідно до розробленої ППТЯ призначаємо методи обробки по переходах механічної обробки.

Методи обробки записуємо в таблицю МОП, див. табл. 1.5.

Таблиця 1.5 – Маршрут обробки основних поверхонь деталі

Номер поверхні, її характер і показники точності і якості	Показник j	Уточнення E _{j0}	Кільк. перех. k		Різниця показників ППТЯ	МОП		Допуск			Уточнення		
			Розрах.	Прийняте		i	Метод обробки	розмір	Взаємне росташ.	Шорст. Ra	розмір	Взаємне росташ.	Шорст. Ra
Пов.12 – Ø 91H7 ^{+0.035} внут. цил., биття 0,02, Ra 0,8, Загот. – штампівка на КГШП, IT17, Rz=320	d	63	3,4	3	$\Delta_{\text{кв}}=17-7=10$ $10=5+3+2$ IT17→H12→H9→H7 $\Delta_{\text{кл}}=7-2=5$ $5=2+2+1$ Ra25→Ra6,3→Ra1,6→ Ra0,8	1	Заготовка	2,2	0,6	50	-	-	-
						2	Точіння чорнове.	0,35	0,1	6,3	6,3	3	8
		30				3	ТО	-	-	-	-	-	-
						4	Розточ. чистов.	0,087	0,04	1,6	4	2,5	4
	Rz	63				5	Розточ. тонке	0,035	0,02	0,8	2,4	2	1,5
Пов.3 – 42h10 _{-0.1} зов. плос., Ra 1,6, биття 0,02 Загот. – штампівка на КГШП, IT17, Rz=320	d	22	3	2	$\Delta_{\text{кв}}=17-10=7$ $7=5+2$ IT17→h12→h10 $\Delta_{\text{кл}}=6-2=4$ $4=2+2$ Ra25→Ra6,3 →Ra1,6	1	Заготовка	2.2	0,6	50	-	-	-
		30				2	Точіння чорнов.	0,25	0,1	6,3	8,8	6	8
						3	ТО	-	-	-	-	-	-
	Rz	32				4	Точіння чистов.	0,10	0,02	1,6	2,5	5	4
Пов.13 – Ø14H7 ^{+0.018} внутр. цил. Ra 0,8, биття 0,02, Загот. – штампівка на КГШП	d	-	-	3	$\Delta_{\text{кв}}=0-7=7$ $7=4+3$ 0→H14→H10→H7 $\Delta_{\text{кл}}=7-0=7$ 0→Ra6,3→Ra1,6→ Ra0,8	1	Заготовка	-	-	-	-	-	-
		-				2	Свердлення	0,43	0,4	6,3	2,8	1,5	8
						3	ТО	-	-	-	-	-	-
						4	Розточ. чистов.	0,070	0,04	1,6	4	2,5	4
	Rz	-				5	Розточ. тонке	0,018	0,02	0,8	2,4	2	1,5
Пов.1 – Ø24H7 ^{+0.021} внутр. цил. Ra 0,8, Загот. – штампівка на КГШП	d	-	-	3	$\Delta_{\text{кв}}=0-7=7$ $7=4+3$ 0→H14→H10→H7 $\Delta_{\text{кл}}=7-0=7$ 0→Ra6,3→Ra1,6→Ra0,8	1	Заготовка	-	-	-	-	-	-
		-				2	Свердлення	0,52	0,1	6,3	-	-	-
						3	ТО	-	-	-	-	-	-
						4	Розточування	0,084	0,04	1,6	4	2,5	4
	Rz	-				5	Тонке розточування	0,021	0,02	0,8	2,4	2	1,5

1.4.3 Маршрут виготовлення деталі

МВД - це загальний план, в якому на основі компоновання раніше розроблених МОП встановлено склад і послідовність операцій технологічного процесу, вказано тип і модель верстатів, встановлено технологічні комплекси, розроблено схеми установок, наведені вхідні та вихідні характеристики оброблюваних поверхонь тощо. [1, 4].

Створимо маршрут поетапного виготовлення корпусу.

1 етап - отримання заготовки.

Економічно доцільно отримання заготовки використовувати метод гарячого штампування в закритих штампах на КГШП, дивись пункт 1.3.

2 етап – ТО.

3 етап - механічна обробка. Чорнове точіння і фрезерування відповідних поверхонь.

4 етап - термічна обробка – стабілізація.

5 етап - механічна обробка. Чистове точіння і фрезерування відповідних поверхонь.

6 етап - складання

7 етап - механічна обробка. Остаточне точіння і фрезерування відповідних поверхонь.

Мийка, контроль.

Склавши етапну схему технологічного маршруту і визначивши технологічні бази, сформуємо технологічні комплекси і операції. Технологічні комплекси формують з окремих поверхонь деталі, які зручно і доцільно обробляти з однієї установки заготовки [3].

Тип верстата визначають на етапі проектування МОП, призначивши метод механічної обробки.

Цей вибір верстата для конкретної операції залежить від конструктивних особливостей верстата, конфігурації деталі, необхідної точності обробки, встановленої потужності.

1.5 Розрахунок міжопераційних припусків і технологічних розмірів

Розмір деталі - це розмір, який визначається і проставляється в технологічній документації. Розмір, заданий технологією включає припуск на подальшу обробку.

Припуск - це шар матеріалу, в якому є різні дефекти, які не допустимі за умовами службового призначення деталі і який необхідно усунути з поверхні для того, щоб досягти задані властивості поверхні, що оброблюється. Припуск слід розглядати як компенсатор погрешностей від попередніх переходів. [1, 2]

На величину припуску впливають такі чинники: матеріал деталі, форма і розміри деталі, вид заготовки та спосіб її отримання, точність розмірів і чистота поверхні, термічна обробка, тип виробництва.

Є два методи визначення припусків: розрахунково-аналітичний і дослідно-статистичний (табличний) [1, 2].

При визначенні припуску розрахунково-аналітичним методом визначають складові елементи припуску R_z , h , ρ , ε в залежності від конкретних умов обробки і стану заготовки за довідковою літературою, а потім розраховують Z_{imin} для переходів механічної обробки.

При визначенні припуску дослідно-статистичним методом величину загального припуску Z_{0min} або припуску на перехід Z_{imin} вибирають з таблиць довідкової літератури [2].

Згідно методики розрахунку припусків розрахунково-аналітичним методом розрахуємо технологічні розміри для пов. 12 – Ø 91H7^{+0.035}.

1. Для заготовки значення $R_{zl} = 160$ мкм і $h_l = 200$ мкм за табл. 12 [2, с. 186].

Просторові похибки в заготовці знаходимо за формулою (1.13):

$$\rho_1 = \sqrt{\rho_{см}^2 + \rho_{кор}^2}, \quad (1.13)$$

де $\rho_{см} = \Delta_{экс} = 0,8$ мм – неспіввісність вісей шийок заготовки за табл. 17 [2, с. 186].

$\rho_{кор} = \Delta_{кор} \cdot \ell = 0,003 \cdot 46 = 0,138$ мм - похибка жолоблення;

$\Delta_{ейд} = 0,003$ мм – неспівісність вісей шийок заготовки за табл. 15 [2, с. 186].

$$\rho_1 = \sqrt{0,8^2 + 0,138^2} = 0,811.$$

2. Елементи припуску для чорнового точіння:

$Rz = 125$ мкм і $h = 120$ мкм для 12 кв. за табл. 24 [2, с. 187].

Просторові похибки знаходимо за формулою (1.14):

$$\rho_2 = K_{ум} \cdot \rho_1, \quad (1.14)$$

де $K_{ум}$ - коефіцієнт уточнення за табл. 29 [2, с. 190].

Похибка установки:

$\varepsilon_2 = 0,6$ мм - погрешность закрепления в трехкулачковом патроне по табл. 4.10, с. 75 [4].

$$\rho_2 = 0,06 \cdot 811 = 49 \text{ мкм.}$$

3. Термообробка.

Пространственные погрешности находимо за формулою (1.15):

$$\rho_{\kappa} = \Delta_{\kappa} \cdot L. \quad (1.15)$$

Після ТО в заготовці будуть діяти сили викривлення.

$$\rho_{\kappa} = 0,1 \cdot 42 = 4,2 \text{ мкм.}$$

4. Точіння чистове.

$Rz = 40$ мкм і $h = 40$ мкм для 9 кв. за табл. 24 [2, с. 187].

$$\rho_4 = K_{ym} \cdot \rho_2 = 0,05 \cdot 49 = 2,4 \text{ мкм},$$

де K_{ym} - коефіцієнт уточнення по табл. 29 [2, с. 190]

Похибка закріплення:

$$\varepsilon_4 = 0,05 \cdot \varepsilon_2 = 0,05 \cdot 600 = 30 \text{ мкм}.$$

5. Точіння тонке:

$Rz = 5 \text{ мкм}$ і $h = 5 \text{ мкм}$ для 7 кв. за табл. 24 [2, с. 187].

$$\rho_5 = K_{ym} \cdot \rho_4 = 0,04 \cdot 2,4 = 0,1 \text{ мкм}.$$

Похибка закріплення:

$$\varepsilon_5 = 0,03 \cdot \varepsilon_4 = 0,03 \cdot 30 = 0,9 \text{ мкм}.$$

Розраховуємо мінімальні припуски для переходів механічної обробки за формулою (1.16) [3]:

$$2z_i = 2 \cdot (Rz_{i-1} + h_{i-1} + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + \varepsilon_i^2}), \quad (1.16)$$

$$2z_2^{\min} = 2 \cdot (160 + 200 + \sqrt{811^2 + 600^2}) = 2737 \text{ мкм} - \text{для чорнового розточування}.$$

$$2z_4^{\min} = 2 \cdot (125 + 120 + \sqrt{49^2 + 4,2^2 + 30^2}) = 605 \text{ мкм} - \text{для чистового розточування}.$$

$$2z_5^{\min} = 2 \cdot (40 + 40 + \sqrt{2,4^2 + 0,9^2}) = 87 \text{ мкм} - \text{для тонкого розточування}.$$

Визначемо мінімальний розмір поверхні деталі - розмір останнього переходу механічної обробки за формулою (1.17) [3]:

$$d_{i-1}^{\max} = d_i^{\text{ном}} + eid_i \quad (1.17)$$

$$d_5^{\max} = 91 + 0,035 = 91,035 \text{ мм}.$$

Далі розраховуємо мінімальні розміри за формулами:

$$\begin{aligned}
 d_4^{\max} &= d_5^{\max} - 2Z_5^{\min} = 91,035 - 0,087 = 90,948 \text{ мм}, \\
 d_2^{\max} &= d_4^{\max} - 2Z_4^{\min} = 90,048 - 0,605 = 90,343 \text{ мм}, \\
 d_1^{\max} &= d_2^{\max} - 2Z_2^{\min} = 90,343 - 2,737 = 87,606 \text{ мм}
 \end{aligned}$$

Розраховуємо максимальні розміри поверхонь для переходів за формулою (1.18) [3]:

$$d_i^{\min} = d_i^{\max} - Td_i, \quad (1.18)$$

$$\begin{aligned}
 d_5^{\min} &= d_5^{\max} - Td_5 = 91,035 - 0,035 = 91 \text{ мм}, \\
 d_4^{\min} &= d_4^{\max} - Td_4 = 90,948 - 0,087 = 90,861 \text{ мм}, \\
 d_2^{\min} &= d_2^{\max} - Td_2 = 90,343 - 0,35 = 89,993 \text{ мм}, \\
 d_1^{\min} &= d_1^{\max} - Td_1 = 87,606 - 2,2 = 85,406 \text{ мм}.
 \end{aligned}$$

Розраховуємо максимальні припуски для переходів механічної обробки за формулою (1.19) [3]:

$$\begin{aligned}
 2Z_i^{\max} &= d_i^{\min} - d_{i+1}^{\min}, \quad (1.19) \\
 2Z_2^{\max} &= d_2^{\min} - d_1^{\min} = 89,993 - 85,406 = 4,587 \text{ мм}, \\
 2Z_4^{\max} &= d_4^{\min} - d_2^{\min} = 90,861 - 89,993 = 0,868 \text{ мм}, \\
 2Z_5^{\max} &= d_5^{\min} - d_4^{\min} = 91 - 90,861 = 0,087 \text{ мм}.
 \end{aligned}$$

Перевірка:

$$\begin{aligned}
 \sum 2Z_0^{\max} - \sum 2Z_0^{\min} &= Td_{\text{çäâ}} - Td_{\text{ääö}} = Td_0, \\
 5594 - 3429 &= 2200 - 35 \\
 2165 &= 2165
 \end{aligned}$$

Технологічні виконавчі розміри для другого, третього і п'ятого переходів пропонуємо в системі отвору - «Н».

Всі розрахункові дані заносимо в табл. 1.6.

Розрахунок інших міжопераційних припусків виконаємо табличним методом.

Поверхня - Ø24H7^{+0,021}.

1. Свердлення. $2Z^{\min} = 22,2$ мм.
2. Розточ. чистове: $2Z^{\min} = 1$ мм [4, с. 43, табл. 4.12].
3. ТО.
4. Тонке розточ.: $2Z^{\min} = 0,6$ [4, с. 44, табл. 4.13].

Розрахунок технологічних розмірів проводимо так само як і в першому випадку методом проф. Кована за формулами (1.17 – 1.19).

$$d_5^{\max} = d_5^{iii} + eid_5 = 24 + 0,021 = 24,021 \text{ мм}$$

Далі розрахункові мінімальні розміри знаходимо:

$$d_4^{\max} = d_5^{\max} - 2Z_5^{\min} = 24,021 - 0,600 = 23,421 \text{ мм.}$$

$$d_2^{\max} = d_4^{\max} - 2Z_4^{\min} = 23,421 - 1 = 22,421.$$

Розраховуємо максимальні розміри поверхонь для переходів:

$$d_5^{\min} = d_5^{\max} - Td_5 = 24,021 - 0,021 = 24 \text{ мм.}$$

$$d_4^{\min} = d_4^{\max} - Td_4 = 23,421 - 0,084 = 23,337 \text{ мм.}$$

$$d_2^{\min} = d_2^{\max} - Td_2 = 22,421 - 0,21 = 22,211 \text{ мм.}$$

Розраховуємо максимальні припуски для переходів механічної обробки:

$$2Z_4^{\max} = d_4^{\min} - d_2^{\min} = 23,337 - 22,211 = 22,21 \text{ мм.}$$

$$2Z_5^{\max} = d_5^{\min} - d_4^{\min} = 24 - 23,337 = 1,126 \text{ мм.}$$

Перевірка:

$$\sum 2Z_0^{\max} - \sum 2Z_0^{\min} = Td_{\zeta\ddot{a}\ddot{a}} - Td_{\ddot{a}\ddot{a}\ddot{a}} = Td_0$$

$$23999 - 23810 = 210 - 21$$

$$189 = 189$$

1.6 Розрахунок режимів різання та нормування операцій

Ціллю цього розрахунку є визначення для даної операції всіх необхідних режимів: подачі, швидкості різання, частоти обертів шпинделя і потужності приводу верстата. Розробка розрахунково-технологічних карт для верстатів з ЧПК або карти настройки для багаторізовцевих або гідрокопіювальних верстатів, а також призначення норм часу на операцію обробки поверхні деталі [4].

1.6.1. Операція 015 - Токарна

Обробка ведеться на токарному верстаті з ЧПУ моделі 16K20Ф3. Ескіз операції представлений на рис. 1.9.

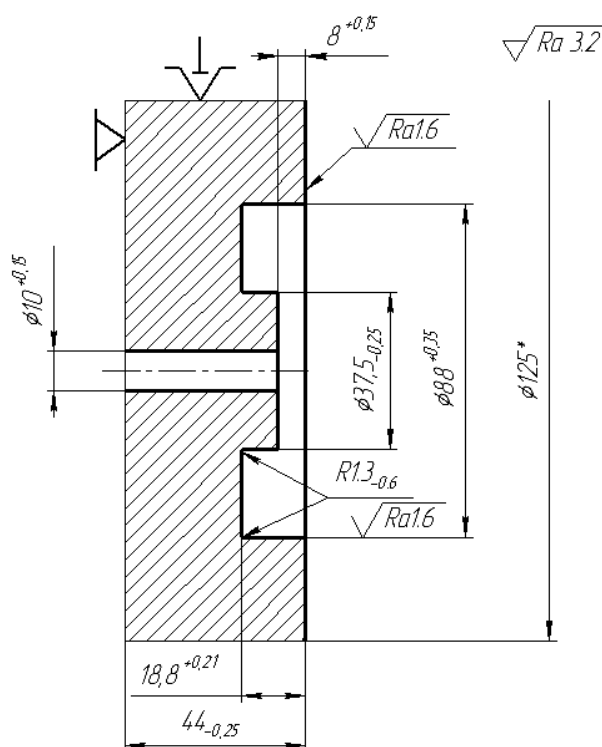


Рисунок 1.9 – Операційний ескіз деталі оп. 015

На даній операції буде проводитися чорнова обробка поверхонь.

Пристосування - патрон трикулачковий.

Глибина різання:

$$t_{\text{чep}} = 2 \text{ мм.}$$

Обираємо різальний інструмент за [3, с. 119].

1. Різець токарний підрізної лівий ГОСТ 9795-73, $\varphi = 45^\circ$, державка 25 мм х 25 мм х 125 мм, T15K6, R1.

2. Різець токарний розточний ГОСТ 9784-73, $\varphi = 95^\circ$, державка 25 мм х 25 мм х 125 мм, T15K6, R1.

3. Різець токарний спеціальний (для кільцевої канавки) ГОСТ 9795-73, $\varphi = 1^\circ$, R1.3, державка 25 мм х 25 мм х 125 мм, T15K6, R1.

4. Свердел $\varnothing 10$ P6M5 ГОСТ 10902-77.

Перехід 1. Підрізання торця.

Подача визначається за формулою (1.20):

$$S = S^{\text{табл}} \cdot K_{S_n} \cdot K_{S_u} \cdot K_{S_z} \cdot K_{S_\phi} \cdot K_{S_{ж}} \cdot K_{S_m}, \quad (1.20)$$

де $S^{\text{табл}} = 0,19$ [5, с. 238, таб. 28].

$K_{S_n} = 0,8$ – коефіцієнт, що враховує стан поверхні заготовки [5, с. 239, табл. 30];

$K_{S_u} = 1,0$ – коефіцієнт, що враховує матеріал різальної частини інструменту [5, с. 239, табл. 30];

$K_{S_\phi} = 1,0$ – коефіцієнт, що враховує форму оброблюваної поверхні [5, с. 239, табл. 30];

$K_{S_{ж}} = 0,95$ – коефіцієнт, що враховує жорсткість деталі [5, с. 239, табл. 30];

$K_{S_m} = 1,25$ – коефіцієнт, що враховує властивості оброблюваного матеріалу (II група оброблюваності) [5, с. 239, табл. 30].

$$S_p = 0,19 \cdot 0,8 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,95 \cdot 1,25 = 0,18 \text{ мм/об.}$$

Приймаємо $S = 0,2$ мм.

Розраховуємо швидкість головного руху за формулою (1.21):

$$V_p = V^{\text{табл}} \cdot K_{VM} \cdot K_{VII} \cdot K_{V_\phi} \cdot K_{VT} \cdot K_{V_{ж}} \cdot K_{VII} \cdot K_{VO}, \quad (1.21)$$

де $V^{\text{табл}} = 340$ м/хв [5, с. 241, таб. 32];

$K_{VM} = 1,1$ – коефіцієнт оброблюваності матеріалу [5, с. 11, табл. 1];

$K_{VI} = 1,0$ – коефіцієнт, що враховує властивості матеріалу ріжучої частини інструменту [5, с. 242, табл. 35];

$K_{V\phi} = 1,0$ – коефіцієнт, що враховує вплив головного кута в плані [5, с. 242, табл. 35];

$K_{VT} = 1,45$ – коефіцієнт, що враховує вид обробки [5, с. 242, табл. 35];

$K_{VЖ} = 1,0$ – коефіцієнт, що враховує жорсткість деталі [5, с. 242, табл. 35];

$K_{V\Pi} = 0,8$ – коефіцієнт, що враховує стан поверхні заготовки [5, с. 249, табл. 48];

$K_{VO} = 1,0$ – коефіцієнт, що враховує вплив МОР [5, с. 242, табл. 35].

$$V_p = 340 \cdot 1,1 \cdot 1 \cdot 1,45 \cdot 1 \cdot 0,8 \cdot 1 \cdot 1 = 395 \text{ м/хв.}$$

Частоту обертання шпинделя знаходимо за формулою (1.22):

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d}. \quad (1.22)$$

$$n = \frac{1000 \cdot 395}{3,14 \cdot 125} = 1006 \text{ об/хв.}$$

Приймаємо за паспортом верстата: $n = 900$ об/хв.

Дійсна швидкість різання за формулою (1.23):

$$V = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} \quad (1.23)$$

$$V = \frac{3,14 \cdot 125 \cdot 900}{1000} = 353 \text{ м/хв.}$$

Перехід 2. Свердлення.

Подача за формулою (1.21):

де $S^{табл} = 0,25$ [5, с. 267, табл. 64];

$K_{Sl} = 0,85$ – коефіцієнт, що враховує глибину свердління [5, с. 267, табл. 65];

$K_{Sжс} = 0,75$ – коефіцієнт, що враховує жорсткість системи [5, с. 267, табл. 65];

$K_{Su} = 1,0$ – коефіцієнт, що враховує матеріал інструменту [5, с. 267, табл. 65];

$K_{Sd} = 1,0$ – коефіцієнт, що враховує наскрізний отвір [5, с. 267, табл. 65];

$K_{Sm} = 1,36$ – коефіцієнт, що враховує властивості оброблюваного матеріалу (II група оброблюваності) [5, с. 267, табл. 65].

$$S_p = 0,25 \cdot 1 \cdot 0,75 \cdot 0,85 \cdot 1 \cdot 1,36 = 0,21 \text{ мм/об.}$$

Приймаємо $S = 0,2$ мм.

Розраховуємо швидкість головного руху різання за формулою (1.20):

де $V_{табл} = 62$ м/хв [5, с. 269, табл. 66];

$K_{VM} = 1,1$, [5, с. 11, табл. 1];

$K_{VI} = 1,0$, [5, с. 269, табл. 67];

$K_{Vd} = 0,9$, [5, с. 269, табл. 67];

$K_{Vl} = 0,9$, [5, с. 269, табл. 67];

$K_{VO} = 1,0$, [5, с. 269, табл. 67].

$$V_p = 62 \cdot 1,1 \cdot 0,9 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,9 = 55 \text{ м/хв.}$$

Частота обертання шпинделя за формулою (1.22):

$$n_2 = \frac{1000 \cdot 55}{3,14 \cdot 10} = 1751 \text{ об/хв.}$$

Приймаємо за паспортом верстата: $n = 1000$ об/хв.

Дійсна швидкість різання за формулою (1.23):

$$V_2 = \frac{3,14 \cdot 10 \cdot 1000}{1000} = 31 \text{ м/хв.}$$

Перехід 3. Розточування.

Подачу розраховуємо за формулою (1.20):

де $S^{табл} = 0,11$ [5, с. 238, табл. 28];

$$K_{Sn}=1, [5, \text{с. 239, табл. 30}];$$

$$K_{Su}=1,0, [5, \text{с. 239, табл. 30}];$$

$$K_{S\phi}=1,0, [5, \text{с. 239, табл. 30}];$$

$$K_{S\kappa}=0,95, [5, \text{с. 239, табл. 30}];$$

$$K_{Sm}=1,25, [5, \text{с. 239, табл. 30}].$$

$$S_p = 0,11 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,95 \cdot 1,25 = 0,12 \text{ мм/об.}$$

Приймаємо $S = 0,1 \text{ мм}$.

Розраховуємо швидкість головного руху різання за формулою (1.21):

де $V_{табл} = 550 \text{ м/хв}$ [5, с. 241, табл. 32].

$$K_{VM}=1,1, [5, \text{с. 11, табл. 1}];$$

$$K_{VI}=1, [5, \text{с. 242, табл. 35}];$$

$$K_{V\phi}=0,81, [5, \text{с. 242, табл. 35}];$$

$$K_{VT}=0,75, [5, \text{с. 242, табл. 35}];$$

$$K_{V\kappa}=1, [5, \text{с. 242, табл. 35}];$$

$$K_{VP}=1,0, [5, \text{с. 242, табл. 35}];$$

$$K_{VO}=1,0, [5, \text{с. 242, табл. 35}].$$

$$V_p = 550 \cdot 1,1 \cdot 1 \cdot 0,81 \cdot 1 \cdot 0,75 \cdot 1 \cdot 1 = 367 \text{ м/хв.}$$

Частота обертання шпинделя за формулою (1.22):

$$n = \frac{1000 \cdot 367}{3,14 \cdot 88} = 1328 \text{ об/хв.}$$

Приймаємо за паспортом верстата: $n = 1000 \text{ об/хв}$.

Дійсна швидкість різання за формулою (1.23):

$$V = \frac{3,14 \cdot 88 \cdot 1000}{1000} = 276 \text{ м/хв.}$$

Перехід 4. Точіння кільцевої канавки.

Подачу розраховуємо за формулою (1.20):

де $S^{табл} = 0,11$ [5, с. 238, табл. 28];

$$K_{Sn} = 1, [5, \text{с. 239, табл. 30}];$$

$$K_{Su} = 1,0, [5, \text{с. 239, табл. 30}];$$

$$K_{S\phi} = 1,0, [5, \text{с. 239, табл. 30}];$$

$$K_{S\kappa} = 0,95, [5, \text{с. 239, табл. 30}];$$

$$K_{SM} = 1,25, [5, \text{с. 239, табл. 30}].$$

$$S_p = 0,11 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,95 \cdot 1,25 = 0,12 \text{ мм/об.}$$

Приймаємо $S = 0,1$ мм/об.

Розраховуємо швидкість головного руху різання за формулою (1.21):

де $V_{табл} = 550$ м/хв [5, с. 241, табл. 32].

$$K_{vi} = 1,1, [5, \text{с. 11, табл. 1}];$$

$$K_{vII} = 1, [5, \text{с. 242, табл. 35}];$$

$$K_{v\phi} = 0,81, [5, \text{с. 242, табл. 35}];$$

$$K_{vT} = 0,5, [5, \text{с. 242, табл. 35}];$$

$$K_{v\kappa} = 1, [5, \text{с. 242, табл. 35}];$$

$$K_{vII} = 1,0, [5, \text{с. 242, табл. 35}];$$

$$K_{vO} = 1,0, [5, \text{с. 242, табл. 35}].$$

$$V_p = 550 \cdot 1,1 \cdot 1 \cdot 0,81 \cdot 1 \cdot 0,5 \cdot 1 \cdot 1 = 245 \text{ м/хв.}$$

Частота обертання шпинделя за формулою (1.22):

$$n = \frac{1000 \cdot 245}{3,14 \cdot 88} = 886 \text{ об/хв.}$$

Приймаємо за паспортом верстата: $n = 710$ об/хв..

Дійсна швидкість різання за формулою (1.23):

$$V = \frac{3,14 \cdot 88 \cdot 710}{1000} = 196 \text{ м/хв.}$$

Розраховуємо основний машинний час обробки за переходами за формулою (1.24):

$$t_0 = \frac{l_{px}}{S \cdot n} \cdot i = \frac{l + l_{ep} + l_{nep}}{S \cdot n} \cdot i, \quad (1.24)$$

де l_{ep} - довжина врізання, мм;

l_{nep} - довжина перебіга, мм;

l - довжина різання, мм;

l_{px} - довжина робочого ходу, мм;

i – кількість проходів.

$$t_1 = \frac{63 + 2 + 0,5}{900 \cdot 0,2} \cdot 2 = 0,72 \text{ хв.}$$

$$t_2 = \frac{44 + 2 + 2,8}{1000 \cdot 0,2} = 0,25 \text{ хв.}$$

$$t_3 = \frac{2 + 36 + 2}{1000 \cdot 0,1} \cdot 4 = 1,6 \text{ хв.}$$

$$t_4 = \frac{10,8 + 2 + 0}{710 \cdot 0,1} \cdot 2 = 0,36 \text{ хв.}$$

$$t_{\Sigma} = \sum t_i = 2,93 \text{ хв.}$$

Допоміжний час знаходимо за формулою (1.25):

$$t_{don} = t_{\delta,y} + t_{м.в} + t_{yc} + t_{np} + t_{yn} + t_{\kappa}, \quad (1.25)$$

де $t_{\delta,y} = 0,15$ хв – час на встановлення деталі в пристосуванні вручну [7, с. 435, карта 62];

$t_{yn} = 0,03$ хв - час на вмикання і вимикання верстата [7, с. 618, карта 23];

$t_{м.в} = 0,03$ хв – час на встановлення і відведення щитка [7, с. 618, карта 23];

$t_{yc} = 0,1$ хв - підведення інструменту в початкове положення [7, с. 618, карта 23];

$t_{np} = 0,07$ хв - поворот інструментального блоку [7, с. 618, карта 23].

$t_{\kappa} = 0,1$ хв - час на контроль [7, с. 618, карта 23].

$$t_{don} = 2 \cdot 0,15 + 0,03 + 0,03 + 0,1 + 0,07 + 0,1 = 0,63 \text{ хв.}$$

Оперативний час знаходимо за формулою (1.24):

$$t_{on} = t_o + t_{don} \quad . \quad (1.24)$$

$$t_{on} = t_o + t_{don} = 2,93 + 0,63 = 3,56 \text{ хв.}$$

Визначаємо штучний час за формулою (1.25):

$$t_{шт} = t_{оп} + \frac{(\alpha_{обсл} + \alpha_{од}) \cdot T_{он}}{100}, \quad (1.25)$$

де $\alpha_{обсл}$, $\alpha_{од}$ – відсоток часу від оперативного на обслуговування робочого місця, відпочинок і природні потреби;

$$\alpha_{обсл} + \alpha_{од} = 8 \%. [3, \text{с. 605}].$$

$$t_{ум} = 3,56 \cdot 1,08 = 3,84 \text{ хв.}$$

Визначаємо штучно-калькуляційний час за формулою (1.26) та (1.27):

$$t_{шт-к} = t_{шт} + \frac{t_{i.c}}{n}, \quad (1.26)$$

$$t_{п.з} = t_{п.з1} + t_{п.з2} + t_{п.з3}, \quad (1.27)$$

де $t_{п.з}$ - підготовчо-заключний час, що включає:

$t_{п.з1} = 8$ хв - час на наладку пристосування, заміну інструментального блоку, настройку нуля супорта, установку програмоносія, прискорене опрацювання програми в холостому режимі;

$t_{п.з2} = 4 + 2 + 7 + 2 + 3 = 18$ хв - підготовчо-заключний час на допоміжні роботи, що включає:

- 4 хв - час на отримання наряду, креслення, технологічної документації на робочому місці на початку роботи і здача в кінці зміни, ознайомлення з технологічною документацією [7, с. 618, карта 32];

- 2 хв - інструктаж майстра [7, с. 618, карта 32];

- 7 хв - час на отримання інструменту [7, с. 618, карта 32];

- 2 хв - час на розкладку і прибирання інструменту [7, с. 618, карта 32];

- 3 хв - час налаштування діапазону частот обертання [7, с. 618, карта 32];

$t_{п.з}$ - підготовчо-заключний час на пробну обробку деталі (не включаємо, тому, що на верстаті можлива корекція і цей час враховано нормативом на обслуговування верстата).

$$t_{п.з} = 18 + 7 = 25 \text{ хв.}$$

Таким чином:

$$t_{шт-к} = 3,84 + \frac{25}{30} = 4,67 \text{ хв.}$$

1.6.2 Операція 085 - Токарна

Обробка ведеться на токарному верстаті з ЧПК моделі 16K20Ф1. Ескіз представлений на рис. 1.10.

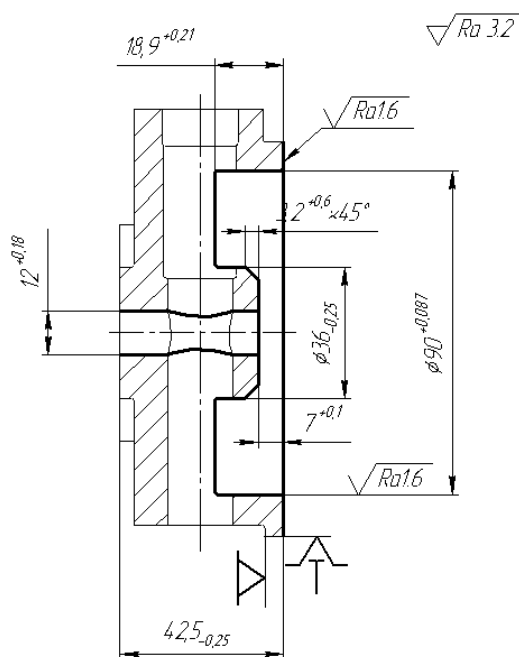


Рисунок 1.10 – Операційний ескіз деталі

Пристосування - патрон трикулачковий.

ЗОТС – емульсія.

На даній операції буде проводитися під чистове оброблення поверхонь.

Глибина різання:

$$t_{\text{чис}} = 0,5 \text{ мм.}$$

Вибираємо різальний інструмент з [6, с. 435].

1. Різець токарний підрізної ГОСТ 9575-73, $\varphi = 45^\circ$, державка 25 мм х 25 мм х 125 мм, Т15К6, R0,5.

2. Свердло $\varnothing 12$ Р6М5 ГОСТ 10902-77.

3. Різець токарний розточний ГОСТ 9784-73, $\varphi = 95^\circ$, державка 25 мм х 25 мм х 125 мм, Т15К6, R0,5.

4. Різець токарний прохідний ГОСТ 9795-73, $\varphi = 95^\circ$, державка 25 мм х 25 мм х 125 мм, Т15К6, R0,5.

Перехід 1. Підрізання торця.

Подача за формулою (1.20):

де $S^{\text{табл}} = 0,11$ [5, с. 238, таб. 28];

$$K_{Sn} = 1,0, [5, \text{с. 239, таб. 30}];$$

$$K_{Su} = 1,0, [5, \text{с. 239, таб. 30}];$$

$$K_{S\phi} = 1,0, [5, \text{с. 239, таб. 30}];$$

$$K_{S\text{жс}} = 0,95, [5, \text{с. 239, таб. 30}];$$

$$K_{Sm} = 1,25, [5, \text{с. 239, таб. 30}].$$

$$S_p = 0,11 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,95 \cdot 1,25 = 0,10 \text{ мм/об.}$$

Приймаємо $S = 0,1$ мм/об.

Розраховуємо швидкість головного руху за формулою (1.21):

де $V_{\text{табл}} = 760$ м/хв [5, с. 241, табл. 32];

$$K_{VM} = 1,1, [5, \text{с. 11, табл. 1}];$$

$$K_{VI} = 1,0, [5, \text{с. 242, табл. 35}];$$

$$K_{V\phi} = 1,0, [5, \text{с. 242, табл. 35}];$$

$$K_{VT} = 1,45, [5, \text{с. 242, табл. 35}];$$

$$K_{V\text{ж}} = 1,0, [5, \text{с. 242, табл. 35}];$$

$$K_{vп} = 1,0, [5, \text{с. 249, табл. 48}];$$

$$K_{vo} = 1,0, [5, \text{с. 242, табл. 35}].$$

$$V_p = 760 \cdot 1,1 \cdot 1 \cdot 1,45 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 1212 \text{ м/хв.}$$

Частота обертання шпинделя за формулою (1.22):

$$n = \frac{1000 \cdot 1212}{3,14 \cdot 119} = 3245 \text{ об/хв.}$$

Приймаємо по верстату: $n = 1500 \text{ об/хв.}$

Дійсна швидкість різання визначаємо за формулою (1.23):

$$V = \frac{3,14 \cdot 119 \cdot 1500}{1000} = 560,5 \text{ м/хв.}$$

Перехід 2. Свердлення.

Подача за формулою (1.20):

де $S^{табл} = 0,28 [5, \text{с. 267, табл. 64}];$

$$K_{Sl} = 0,85, [5, \text{с. 267, табл. 65}];$$

$$K_{Sжс} = 0,75 [5, \text{с. 267, табл. 65}];$$

$$K_{Su} = 1,0, [5, \text{с. 267, табл. 65}];$$

$$K_{Sd} = 1,0, [5, \text{с. 267, табл. 65}];$$

$$K_{Sm} = 1,36, [5, \text{с. 267, табл. 65}].$$

$$S_p = 0,28 \cdot 1 \cdot 0,75 \cdot 0,85 \cdot 1 \cdot 1,36 = 0,24 \text{ мм/об.}$$

Приймаємо $S = 0,2 \text{ мм/об.}$

Розраховуємо швидкість головного руху різання по формулі (1.21):

де $V_{табл} = 85 \text{ м/хв} [5, \text{с. 267, таб. 66}];$

$$K_{vм} = 1,1, [5, \text{с. 11, таб. 1}];$$

$$K_{vп} = 1,0, [5, \text{с. 269, таб. 67}];$$

$$K_{vd} = 0,9, [5, \text{с. 269, таб. 67}];$$

$$K_{vt} = 0,9, [5, \text{с. 269, таб. 67}];$$

$$K_{vo} = 1,0, [5, \text{с. 269, таб. 67}].$$

$$V_p = 85 \cdot 1,1 \cdot 0,9 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,9 = 76 \text{ м/хв.}$$

Частота обертання шпинделя за формулою (1.22):

$$n = \frac{1000 \cdot 76}{3,14 \cdot 12} = 2016 \text{ об/хв.}$$

Приймаємо за паспортом верстата: $n = 2000 \text{ об/хв.}$

Дійсна швидкість різання за формулою (1.23):

$$V = \frac{3,14 \cdot 12 \cdot 2000}{1000} = 75 \text{ м/хв.}$$

Перехід 3. Розточування.

Подачу розраховуємо за формулою (1.20):

де $S^{табл} = 0,11$ [5, с. 238, табл. 28];

$K_{Sn} = 1$, [5, с. 239, табл. 30];

$K_{Su} = 1,0$, [5, с. 239, табл. 30];

$K_{S\phi} = 1,0$, [5, с. 239, табл. 30];

$K_{S\kappa} = 0,95$, [5, с. 239, табл. 30];

$K_{Sm} = 1,25$, [5, с. 239, табл. 30].

$$S_p = 0,11 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,95 \cdot 1,25 = 0,12 \text{ мм/об.}$$

Приймаємо $S = 0,1 \text{ мм/об.}$

Розраховуємо швидкість головного руху різання за формулою (1.21):

де $V_{табл} = 760 \text{ м/хв}$ [5, с. 241, таб. 32];

$K_{VM} = 1,1$, [5, с. 11, табл. 1];

$K_{VI} = 1$, [5, с. 242, табл. 35];

$K_{V\phi} = 0,81$, [5, с. 242, табл. 35];

$K_{VT} = 0,75$, [5, с. 242, табл. 35];

$K_{V\kappa} = 1$, [5, с. 242, табл. 35];

$K_{VP} = 1,0$, [5, с. 242, табл. 48];

$K_{VO} = 1,0$, [5, с. 242, табл. 35].

$$V_p = 760 \cdot 1,1 \cdot 1 \cdot 0,81 \cdot 1 \cdot 0,75 \cdot 1 \cdot 1 = 507 \text{ м/хв.}$$

Частота обертання шпинделя за формулою (1.22):

$$n = \frac{1000 \cdot 507}{3,14 \cdot 90} = 1794 \text{ об/хв.}$$

Приймаємо за паспортом верстата: $n = 1500$ об/хв.

Дійсна швидкість різання за формулою (1.23):

$$V = \frac{3,14 \cdot 90 \cdot 1500}{1000} = 428 \text{ м/хв.}$$

Перехід 4. Поздовжнє точіння.

$$t = 1 \text{ мм.}$$

Подача за формулою (1.20):

де $S^{табл} = 0,19$ [5, с. 238, табл. 28].

$$K_{Sn} = 1,0, [5, \text{с. 239, табл. 30}];$$

$$K_{Su} = 1,0, [5, \text{с. 239, табл. 30}];$$

$$K_{S\phi} = 1,0, [5, \text{с. 239, табл. 30}];$$

$$K_{S\kappa} = 0,95, [5, \text{с. 239, табл. 30}];$$

$$K_{Sm} = 1,25. [5, \text{с. 239, табл. 30}].$$

$$S_p = 0,19 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,95 \cdot 1,25 = 0,22 \text{ мм/об.}$$

Приймаємо $S = 0,2$ мм/об.

Розраховуємо швидкість головного руху за формулою (1.21):

де $V_{табл} = 410$ м/хв [5, с. 249, табл. 46];

$$K_{VM} = 1,1, [5, \text{с. 11, табл. 1}];$$

$$K_{VH} = 1,0, [5, \text{с. 242, табл. 35}];$$

$$K_{V\phi} = 0,81, [5, \text{с. 242, табл. 35}];$$

$$K_{V\dot{o}} = 1,0, [5, \text{с. 242, табл. 35}];$$

$$K_{V\kappa} = 1,0, [5, \text{с. 242, табл. 35}];$$

$$K_{V\Pi} = 1,0, [5, \text{с. 249, табл. 48}];$$

$$K_{VO} = 1,0, [5, \text{с. 242, табл. 35}].$$

$$V_p = 410 \cdot 1,1 \cdot 0,81 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 365 \text{ м/хв.}$$

Частота обертання шпинделя по формулі (1.22):

$$n = \frac{1000 \cdot 365}{3,14 \cdot 36} = 3228 \text{ об/хв.}$$

Приймаємо за паспортом верстата: $n = 2000$ об/хв.

Дійсна швидкість різання за формулою (1.23):

$$V = \frac{3,14 \cdot 36 \cdot 2000}{1000} = 226 \text{ м/хв.}$$

Розраховуємо основний машинний час обробки за формулою (1.24):

$$t_1 = \frac{2 + 17,5 + 2}{1500 \cdot 0,1} \cdot 2 = 0,28 \text{ хв.}$$

$$t_2 = \frac{2 + 35,5 + 3}{2000 \cdot 0,2} = 0,1 \text{ хв.}$$

$$t_3 = \frac{2 + 18,9 + 0}{1500 \cdot 0,1} \cdot 2 = 0,28 \text{ хв.}$$

$$t_4 = \frac{2 + 11,9 + 4,9}{2000 \cdot 0,2} \cdot 2 = 0,1 \text{ хв.}$$

$$t_{\Sigma} = \sum t_i = 0,76 \text{ хв.}$$

Допоміжний час за формулою (1.25):

де $t_{e,y} = 0,15 \text{ хв}$, [7, с. 435, карта 62];

$t_{yn} = 0,03 \text{ хв}$, [7, с. 618, карта 23];

$t_{me} = 0,03 \text{ хв}$, [7, с. 618, карта 23];

$t_{yc} = 0,1 \text{ хв}$, [7, с. 618, карта 23];

$t_{np} = 0,07 \text{ хв}$, [7, с. 618, карта 23].

$t_k = 0,1 \text{ хв}$, [7, с. 618, карта 23].

$$t_{don} = 2 \cdot 0,15 + 0,03 + 0,03 + 0,1 + 0,07 + 0,1 = 0,63 \text{ хв.}$$

Оперативний час за формулою (1.26):

$$t_{оп} = t_o + t_{дон} = 0,76 + 0,63 = 1,4 \text{ хв.}$$

Визначаємо штучний час по формулі (1.27):

$$\alpha_{обсл} + \alpha_{отд} = 8\%. [3, с. 605].$$

$$t_{шт} = 1,4 \cdot 1,08 = 1,51 \text{ хв.}$$

Визначаємо штучно-калькуляційний час за формулами (1.26, 1.27):

де $t_{п.31} = 8 \text{ хв}$;

$$t_{п.32} = 4 + 2 + 7 + 2 + 3 = 18 \text{ хв.}$$

$$t_{п.3} = 18 + 7 = 25 \text{ хв.}$$

Таким чином:

$$t_{\text{шт-к}} = 1,51 + \frac{25}{30} = 2,34 \text{ хв.}$$

1.6.3 Операція 140 – Свердлильна

Операційний ескіз представлено на рис. 1.11 .

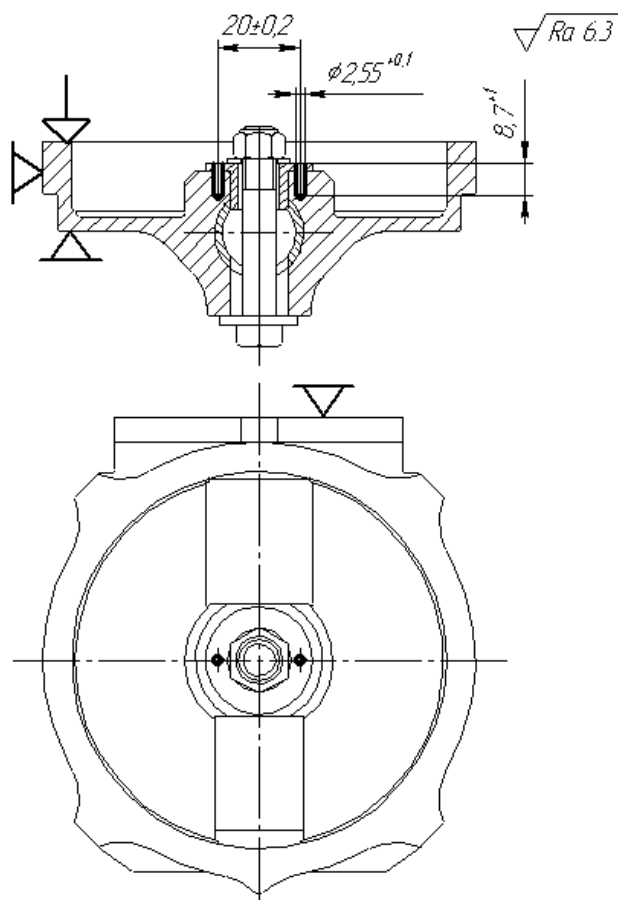


Рисунок 1.11– Операційний ескіз оп. 140

Операція виконується на радіально-свердильному верстаті 2Р135.

Інструмент:

Свердло спіральне ліве Ø2,55, Р6М5 ГОСТ 10902-77 [2, с. 137].

Глибина різання – $t = 1,28$ мм.

Подача за формулою (1.20):

де $S^{\text{табл}} = 0,06$, [5, с. 267, табл. 64];

$$K_{Sl} = 0,85, [5, \text{с. 267, табл. 65}];$$

$$K_{Sж} = 0,75, [5, \text{с. 267, табл. 65}];$$

$$K_{Su} = 1,0, [5, \text{с. 267, табл. 65}];$$

$$K_{Sd} = 1,0, [5, \text{с. 267, табл. 65}];$$

$$K_{Sm} = 1,36, [5, \text{с. 267, табл. 65}].$$

$$S_p = 0,06 \cdot 0,75 \cdot 0,85 \cdot 1 \cdot 1,36 = 0,05 \text{ мм/об.}$$

Приймаємо $S = 0,07$ мм/об.

Розраховуємо швидкість головного руху різання за формулою (1.21):

де $V_{табл} = 49$ м/хв [5, с. 268, табл. 66];

$$K_{VM} = 1,1, [5, \text{с. 11, табл. 1}];$$

$$K_{VH} = 1,0, [5, \text{с. 270, табл. 67}];$$

$$K_{Vd} = 0,9, [5, \text{с. 270, табл. 67}];$$

$$K_{Vl} = 1,0, [5, \text{с. 270, табл. 67}];$$

$$K_{VO} = 1,0, [5, \text{с. 270, табл. 67}].$$

$$V_p = 49 \cdot 1,1 \cdot 0,9 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 48,5 \text{ м/хв.}$$

Частота обертання шпинделя за формулою (1.22):

$$n_1 = \frac{1000 \cdot 48,5}{3,14 \cdot 2,55} = 6058 \text{ об/хв.}$$

Приймаємо за паспортом верстата: $n = 2000$ об/хв.

Дійсна швидкість різання за формулою (1.23):

$$V_1 = \frac{3,14 \cdot 2,55 \cdot 2000}{1000} = 16 \text{ м/хв.}$$

Розраховуємо основний машинний час обробки за формулою (1.24):

$$t_0 = \frac{8,7 + 1 + 2}{0,07 \cdot 2000} \cdot 2 = 0,16 \text{ хв.}$$

Допоміжний час за формулою (1.25):

де $t_{e,y} = 0,4$ хв [7, с. 267, карта 42];

$$t_{м.в} = 0,03 + 0,6 + 0,14 + 0,03.$$

$$t_{дон} = 0,03 + 0,6 + 0,14 + 0,03 = 0,8 \text{ хв.}$$

Оперативний час за формулою (1.26):

$$t_{\text{оп}} = t_o + t_{\text{дон}} = 0,16 + 0,8 = 0,96 \text{ хв.}$$

Визначаємо штучний час за формулою (1.27):

$$\alpha_{\text{обсл}} + \alpha_{\text{відп}} = 10\%. [7, \text{с. 607}].$$

$$t_{\text{шт}} = 0,96 \cdot 1,1 = 1,05 \text{ хв.}$$

Визначаємо штучно-калькуляційний час за формулою (1.26):

$$t_{\text{п.з}} = 20 \text{ хв} [7, \text{с. 267, карта 32}].$$

Таким чином:

$$t_{\text{шт-к}} = 1,05 + \frac{20}{30} = 1,76 \text{ хв.}$$

1.6.4 Операція 060 - Фрезерна

Ескіз операції представлено на рис. 1.12 .

Операція виконується на фрезерному верстаті 6М13.

Інструмент: фреза кінцева $\varnothing 20$ Р6М5 $z = 4$ ГОСТ 17026-71 [2, с. 174].

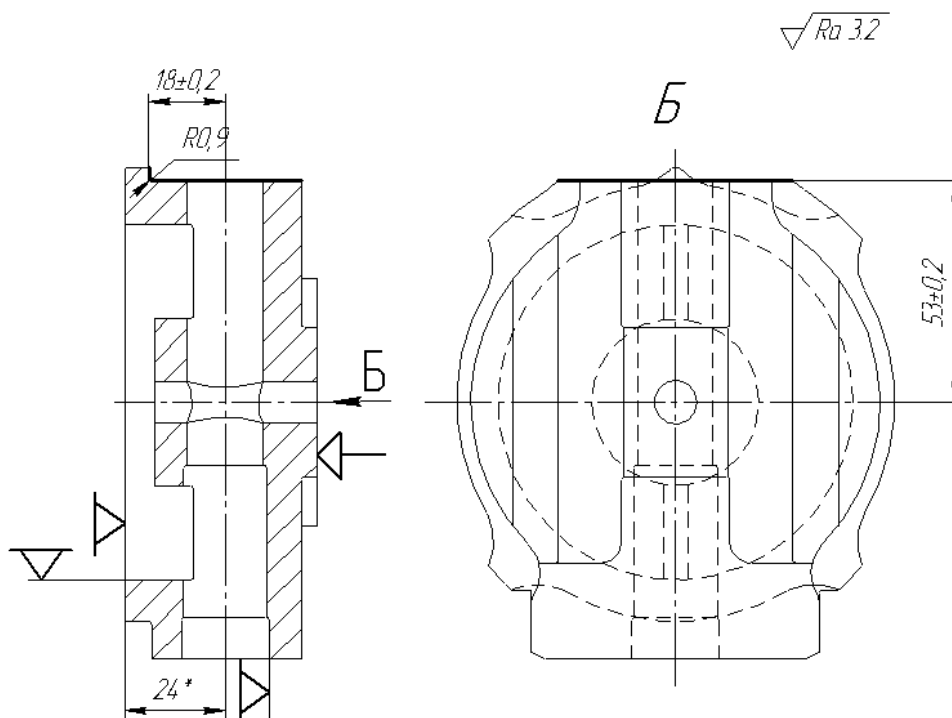


Рисунок 1.12– Операційний ескіз оп. 060

Визначення глибини різання.

Для першого проходу $t = 3$ мм.

Подача за формулою (1.18):

де $S_{табл} = 0,15$ мм/зуб [5, с. 303, табл. 111];

$K_{SR} = 0,5$ - коефіцієнт, що враховує шорсткість оброблюваної поверхні [5, с. 305, табл. 114];

$K_{Su} = 1,0$ - коефіцієнт, що враховує матеріал різальної частини інструменту [5, с. 305, табл. 114];

$K_{Sф} = 1,0$ - коефіцієнт, що враховує форму оброблюваної поверхні [5, с. 306, табл. 114].

$$S_p = 0,15 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,5 = 0,075 \text{ мм/зуб.}$$

Розраховуємо швидкість головного руху за формулою (1.19):

де $V_{табл} = 106$ м/хв [5, с. 315, табл. 125];

$K_{vM} = 1,1$ – коефіцієнт оброблюваності матеріалу [5, с. 317, табл. 129];

$K_{vH} = 1,0$ – коефіцієнт, що враховує властивості матеріалу різальної частини інструменту [5, с. 317, табл. 129];

$K_{vT} = 1,0$ – коефіцієнт, що враховує вид обробки [5, с. 317, табл. 129];

$K_{vЖ} = 1,0$ – коефіцієнт, що враховує жорсткість деталі [5, с. 317, табл. 129];

$K_{vП} = 1,0$ – коефіцієнт, що враховує стан поверхні заготовки [5, с. 317, табл. 129];

$K_{vO} = 1,2$ – коефіцієнт, що враховує вплив ЗОТС [5, с. 317, табл. 129].

$$V_p = 106 \cdot 1,1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1,2 \cdot 1 = 140 \text{ м/хв.}$$

Частота обертання шпинделя за формулою (1.20):

$$n = \frac{1000 \cdot 140}{3,14 \cdot 20} = 2229 \text{ об/хв.}$$

Приймаємо за верстатом: $n = 2000$ об/хв.

Дійсна швидкість різання за формулою (1.21):

$$V = \frac{3,14 \cdot 20 \cdot 2000}{1000} = 125,6 \text{ м/хв.}$$

Визначення хвилинної подачі інструменту.

$$S_M = S_z \cdot n \cdot z. \quad (1.28)$$

$$S_M = 0,075 \cdot 2000 \cdot 4 = 600 \text{ мм/хв.}$$

Вибираємо значення: $S_M = 500$ мм/хв, переміщення стола верстата.

Визначення основного часу за формулою (1.29):

$$t_o = \frac{l + l_1 + l_2}{S_M} \cdot i, \quad (1.29)$$

де l - довжина фрезерування, мм;

l_1 - величина врізання, мм;

$l_2 = 2$ мм - величина перебіга;

i - число проходів.

За формулою (1.30):

$$l_1 = 0,5D \sin(\arccos(1 - \frac{2t}{D})). \quad (1.30)$$

$$l_1 = 0,5 \cdot 20 \cdot \sin(\arccos(1 - \frac{2 \cdot 2}{20})) = 6 \text{ мм.}$$

$$t_1 = \frac{6 + 2 + 56}{500} \cdot 4 = 0,5 \text{ хв.}$$

Визначення допоміжного часу за формулою (1.24):

де $t_{вст} = 0,16$ хв;

$t_{уп} = 0,12$ хв;

$t_{изм} = 0,08$ хв.

$$t_{дон} = 0,16 + 0,12 + 0,08 = 0,36 \text{ хв.}$$

Оперативний час за формулою (1.25):

$$t_{оп} = t_o + t_{дон} = 0,5 + 0,36 = 0,86 \text{ хв.}$$

Визначаємо штучний час за формулою (1.26):

де $\alpha_{обсл} + \alpha_{отд} = 8 \%$ [3, с. 605].

$$t_{шт} = 0,86 \cdot 1,08 = 0,92 \text{ хв.}$$

Визначаємо штучно-калькуляційний час за формулами (1.26, 1.27):

де $t_{п.31} = 8 \text{ хв}$ – час на наладку пристосування, заміну інструментального блоку, настройку нуля супорта, установку програмоносія, прискорене опрацювання програми в холостому режимі;

$t_{п.32} = 4 + 2 + 7 + 2 + 3 = 18 \text{ хв}$ – підготовчо-заключний час на додаткові роботи.

$$t_{п.3} = 18 + 7 = 25 \text{ хв.}$$

Таким чином:

$$t_{шт-к} = 0,92 + \frac{25}{30} = 1,75 \text{ хв.}$$

Результати розрахунку режимів різання і норм часу для інших операцій заносимо в табл. 1.7.

Таблиця 1.7 – Результати розрахунку режимів різання і норм часу

Номер і назва операції	Номер переходу	Режими різання					Норми часу			
		Глубина різання t , мм	Кількість проходів i	Подача S , мм/об	Швидк. різання V , м/хв	Частота обертання шпинделя n , об/хв	Основн. час t_o , хв	Допоміжний час $t_{доп}$, мин	Штучн. час $t_{шт}$, хв	Штучно-калькуляційний час $t_{ш-к}$, хв
015 Токарна з ЧПК	01	2	2	0,2	353	900	2,93	0,63	3,84	4,67
	02	5	1	0,2	31,4	1000				
	03	2	2	0,1	276	1000				
	04	2	2	0,1	196	710				
020 Координатно-розточна	01	10	1	0,1	44,6	710	3	1,2	5,54	5,27
	02	0,5	6	0,1	57	710				
025 Фрезерна з ЧПК	01	2	10	200мм/хв	94,2	1500	4	1,2	5,62	6,28
035 Фрезерна з ЧПК	01	2	10	200мм/хв	94,2	1500	2,5	1,2	4	4,66
040 Фрезерна з ЧПК	01	2	10	200мм/хв	94,2	1500	5	1,2	6,7	7,36
050 Фрезерна з ЧПК	01	2	10	200мм/хв	94,2	1500	4,5	1,2	6,16	6,82
060 Фрезерна	01	3	4	500мм/хв	125,6	2000	0,5	0,36	0,92	1,75
085 Токарна з ЧПК	01	0,5	2	0,1	560	1500	0,76	0,63	1,51	2,34
	02	6	1	0,2	75	2000				
	03	0,5	2	0,1	428	1500				
	04	1	2	0,2	226	2000				
090 Фрезерна	01	3	4	500мм/хв	31,4	2000	1	0,36	1,47	2,3
100 Координатно-розточна	01	0,5	2	0,07	76	900	2	1,2	3,46	4,19
	02	4	3	500	125,6	2000				
130 Токарна з ЧПК	01	0,5	2	0,1	169,5	1500	3,5	0,63	4,46	5,29
	03	0,5	2	0,1	65,9	1500				
140 Свердлильна	01	1,3	2	0,07	2000	16	0,16	0,8	1,051,05	1,71,72
155 Токарна з ЧПК	01	0,5	2	0,1	560	1500	1,5	0,63	2,3	3,13
	02	0,5	2	0,1	428	1500				
	02	0,5	2	0,1	49	1500				
160 Координатно-розточна	01	0,5	6	0,07	14,4	900	2	1,2	3,46	4,19
170 Координатно-розточна	01	0,5	6	0,07	12,1	900	2	1,2	3,46	4,19

1.7 Розробка операцій для верстатів з ЧПУ за допомогою модуля NX CAM

1.7.1 Розробка токарної операції 015

Токарна операція 015. Верстат токарний з ЧПУ 16K20Ф1.

1 перехід. Підрізання торця ободної частини.

Згідно вихідних даних, обираємо різець токарний підрізний лівий ГОСТ 9795-73, T15K6, R1.

Траєкторія та розташування різця в процесі обробки зображені на рис. 1.13.

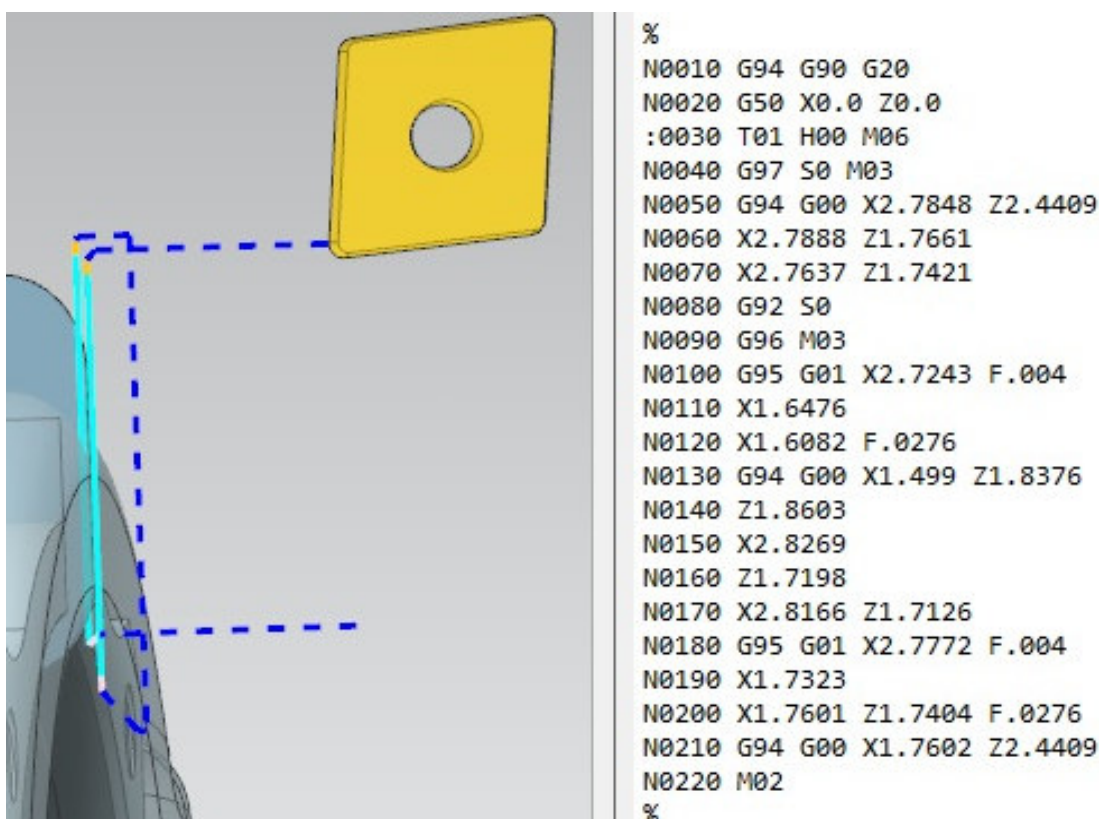


Рисунок 1.13 – Зображення траєкторії та розташування різця на початку обробки (1 перехід) з наведеною поруч програмою обробки в G-кодах

2 перехід. Підрізання торця.

Згідно вихідних даних обрано різець токарний підрізний з твердосплавною пластиною ГОСТ 9784-73, T15K6, R1. Траєкторія та розташування різця в процесі обробки зображені на рис. 1.14.

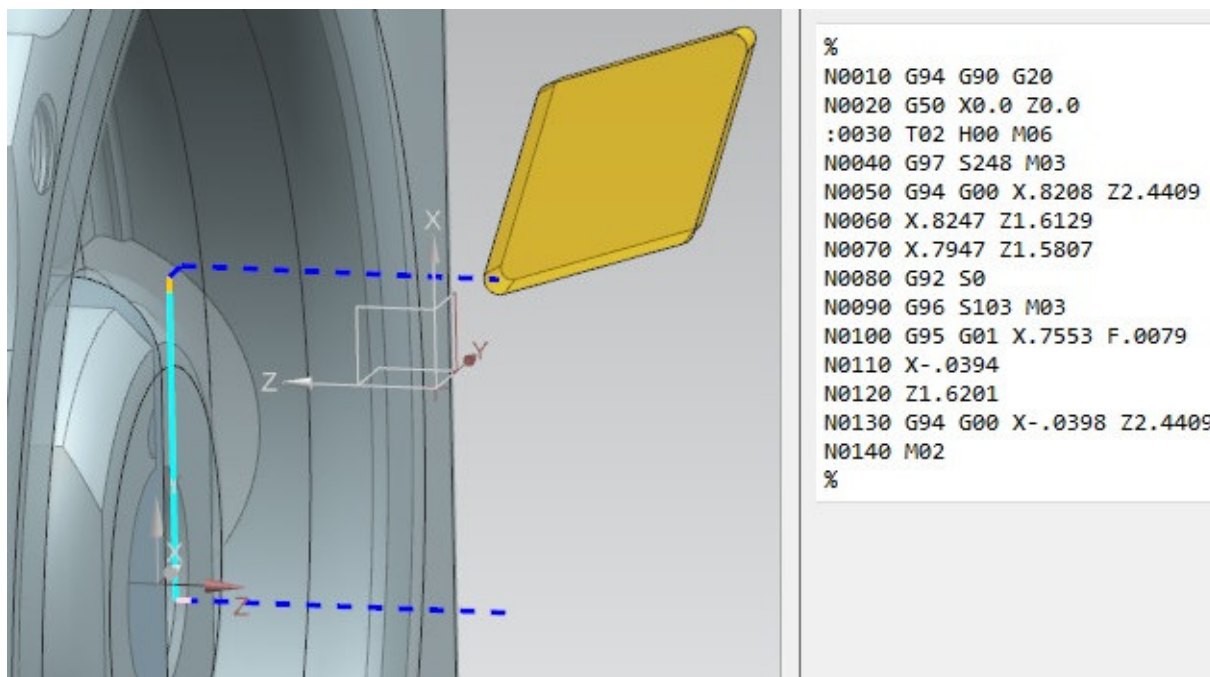


Рисунок 1.14 – Зображення траєкторії та розташування різця на початку обробки (2 перехід) з наведеною поруч програмою обробки в G-кодах

3 перехід. Свердління (рис. 1.15).

Згідно вихідних даних, обрано свердло $\varnothing 10$, P6M5 ГОСТ 10902-77.

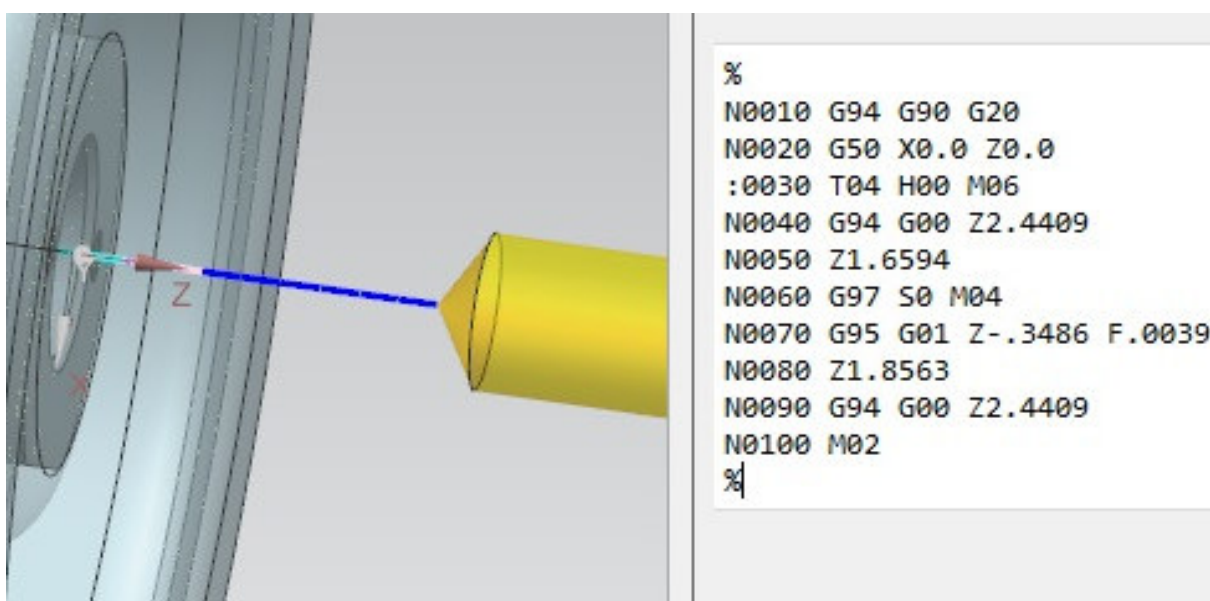


Рисунок 1.15 – Зображення траєкторії та розташування свердла на початку обробки (3 перехід) з наведеною поруч програмою обробки в G-кодах

4 Перехід точіння кільцевої канавки.

Обрано різець токарний спеціальний (для кільцевої канавки) ГОСТ 9795-73, T15K6, R1. Траєкторія та розташування різця в процесі обробки зображені на рис. 1.16.

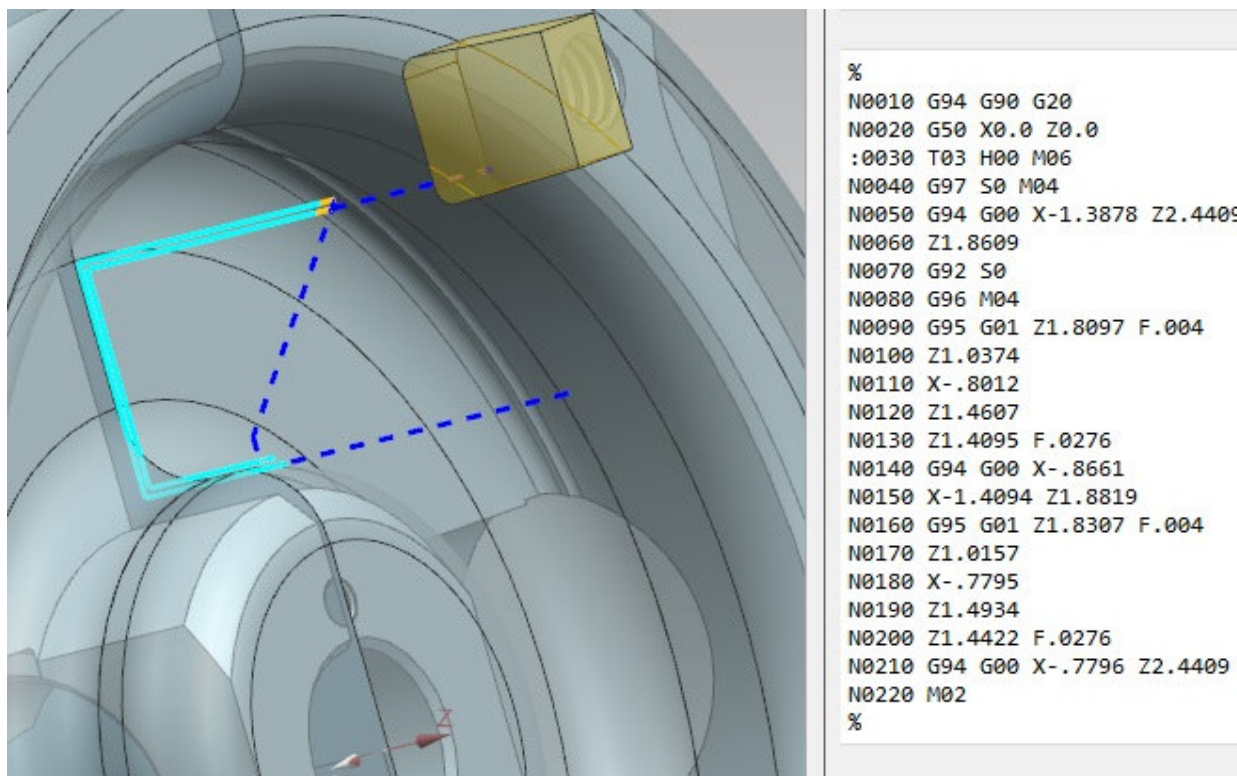


Рисунок 1.16 – Зображення траєкторії та розташування різця на початку обробки (4 перехід) з наведеною поруч програмою обробки в G-кодах

1.7.2 Розробка фрезерної операції за допомогою модулю NX CAM

Операція 060 – Фрезерна.

Згідно вихідних даних, обрано ріжучий інструмент: кінцева фреза з матеріалом ріжучої частини P6M5 D=20 мм; z=4; ГОСТ 17026–71. Верстат консольно-фрезерний 6М13. Траєкторія інструменту в процесі обробки зображено на рис. 1.17, 1.18.

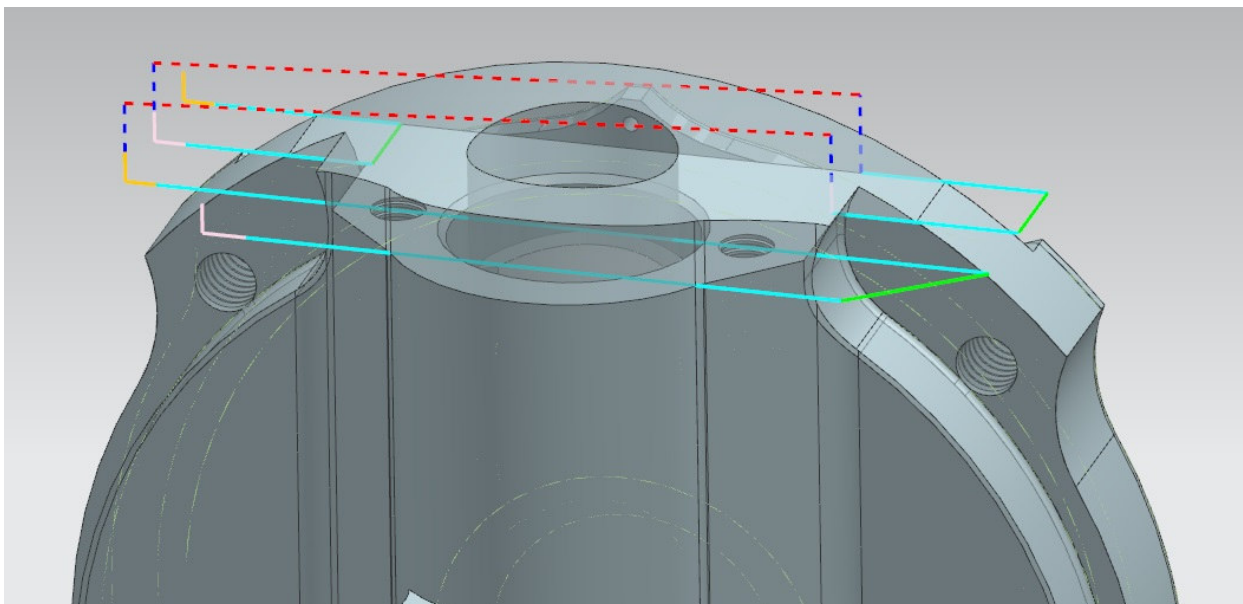


Рисунок 1.17 – Зображення траєкторії руху на початку фрезерування

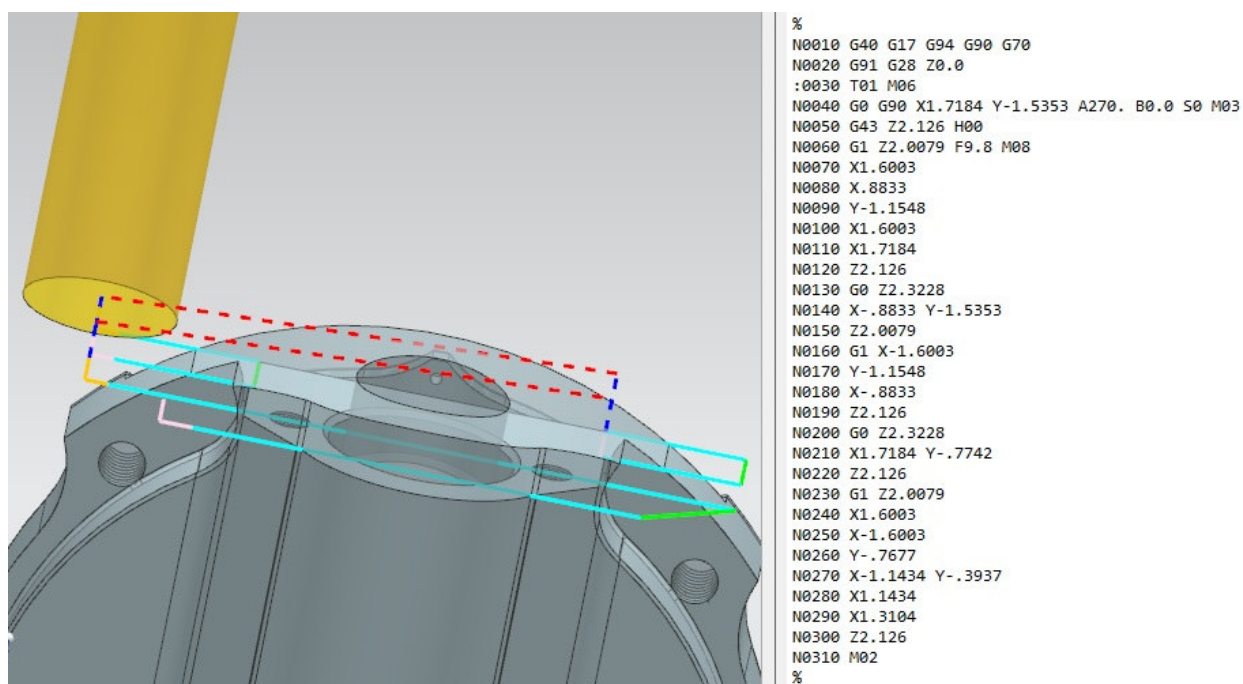


Рисунок 1.18 – Зображення траєкторії руху та розташування фрези наприкінці обробки з наведеною поруч програмою обробки в G-кодах

1.7.3 Розробка свердлильної операції за допомогою модулю NX CAM

Операція 140 – свердлильна, свердлильний верстат з ЧПУ.

Ріжучий інструмент: свердло спіральне зі швидкорізальної сталі P6M5, $\varnothing 2,55$ мм, ГОСТ 10902-77.

Траєкторія свердла в процесі обробки та фрагмент управляючої програми зображені на рис. 1.19, 1.20.

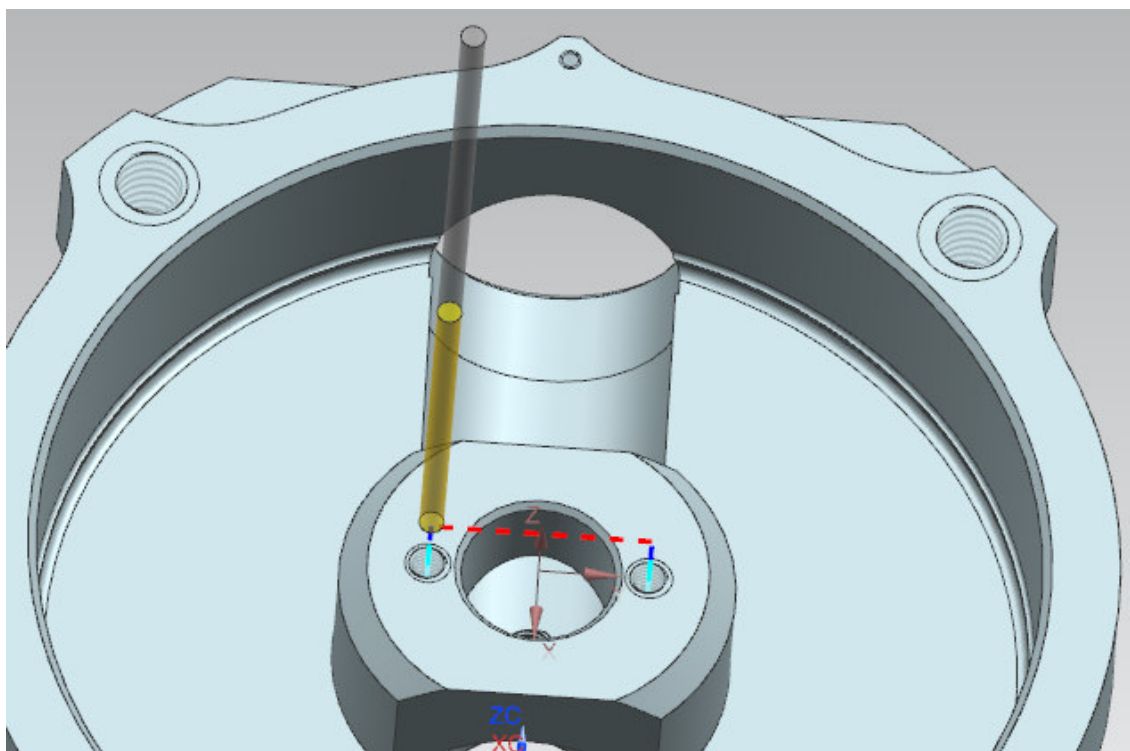


Рисунок 1.19 – Зображення траєкторії руху та розташування свердла на початку свердління

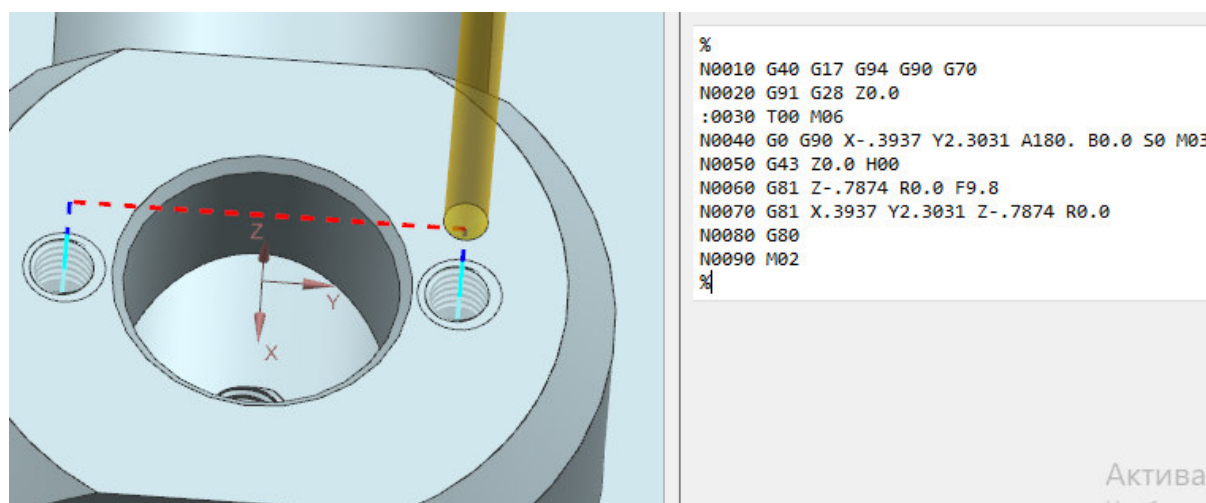


Рисунок 1.20 – Зображення свердла в процесі свердління з наведеною поруч програмою обробки в G-кодах

2 КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА

2.1 Опис конструкції свердильного пристосування

Пристосування призначене для свердління 2 отворів. Воно складається з корпусу, плити, кондуктора з швидкозмінними втулками і пневмоциліндра.

Деталь встановлюється на втулку 5, базується по торцю. Зверху встановлюється кондуктор 3, на шток встановлюється розрізна шайба 11. Після цього в пневмоциліндр подається повітря, яке тисне на поршень 10, який в свою чергу, тягне за собою шток 4, придавлює деталь до опорної площини шайбою. Після обробки тиск подається в запоршневую порожнину, шток піднімається, знімається шайба, кондуктор і деталь.

Ескіз свердильного пристосування зображено на рис. 2.1.

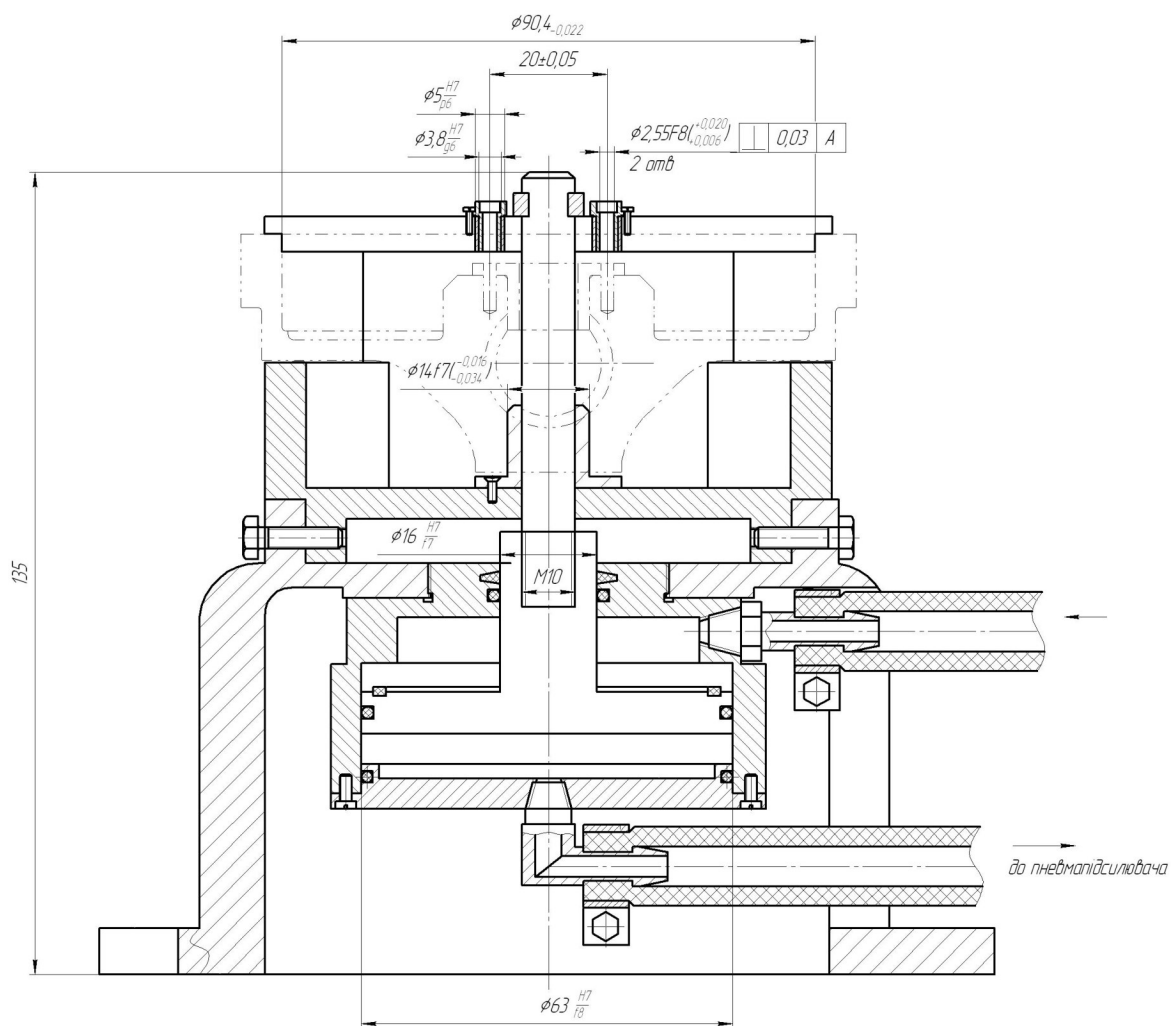


Рисунок 2.1- Ескіз свердильного пристосування

2.1.1 Обґрунтування способу базування оброблюваної деталі і розрахунок похибки встановлення

Похибка установки - різниця граничних відхилень вимірювальної бази щодо встановленого на розмір ріжучого інструменту. Розраховується за формулою (2.1) [6].

$$\varepsilon_{\text{вст}} = \varepsilon_{\text{зак}} + \varepsilon_{\text{баз}}, \quad (2.1)$$

де $\varepsilon_{\text{баз}}$ - похибка базування, мм;

$\varepsilon_{\text{зак}}$ – похибка закріплення, мм.

Похибка базування – це частина похибки установки, яку викликає розбіжність вимірювальної і настроювальної баз [6].

Похибка закріплення виникає тоді, якщо напрям сили затиску або її складової збігається з розміром обробки [6].

Схема базування показано на рис. 2.2.

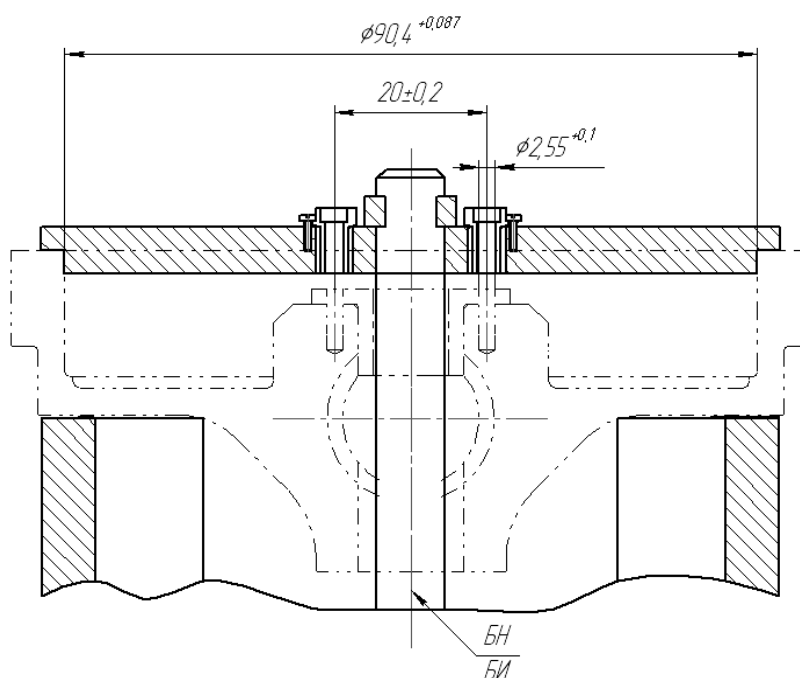


Рисунок 2.2 - Схема базування деталі в пристосуванні

Розрахуємо похибку базування при встановленні на палець $\varnothing 90,4g6 \begin{pmatrix} -0,012 \\ -0,034 \end{pmatrix}$ за формулами (2.2), (2.3).

$$\varepsilon_{\text{баз}} = S_{\text{max}} \quad (2.2)$$

де S_{max} - зазор в з'єднанні з пальцем, мм.

$$S_{\text{max}} = D_{\text{max}} - d_{\text{min}} \quad (2.3)$$

$$S_{\text{max}} = D_{\text{max}} - d_{\text{min}} = 90,487 - 90,366 = 0,121 \text{ мм.}$$

$$\varepsilon_{\text{баз}} = S_{\text{max}} = 0,121 \text{ мм.}$$

Напрямок розміру обробки і сили закріплення взаємноперпендикулярні, то $\varepsilon_{\text{закр}} = 0$.

Похибку встановлення знаходимо за формулою (2.1):

$$\varepsilon_{\text{вст}} = 0,121 + 0 = 0,121 \text{ мм.}$$

2.1.2 Розрахунок пристосування на точність

Розрахунок полягає у визначенні виконавчих розмірів на розташування вісей кондукторних втулок і допусків на ці розміри. На рис. 2.3 приведено розрахункову схему.

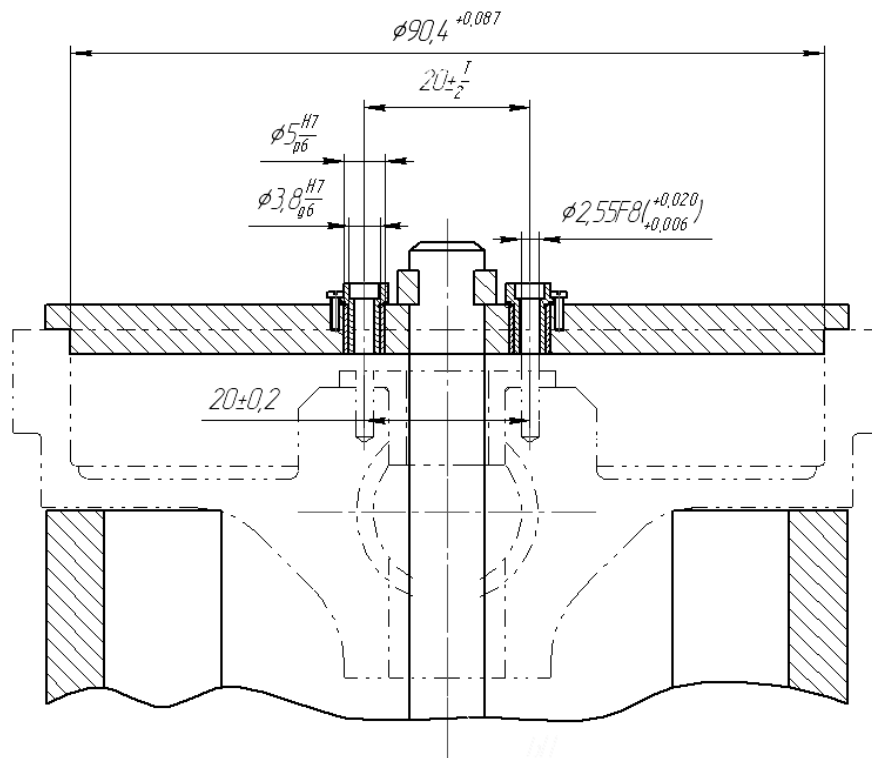


Рисунок 2.3 – Схема розрахунку на міцність свердлильного пристосування

Визначаємо номінальні розміри між вісями кондукторних втулок. Допуски на оброблені отвори задаються симетрично, тому $L_k = L_\delta = 20$ мм. Використовуємо методику, яка описана в [6].

Розраховуємо допуск на розмір кондукторних втулок L_{kl} , $L_{\delta l}$ за формулою (2.4):

$$T_k \leq T_\delta - \kappa \sqrt{\varepsilon_\delta^2 + \varepsilon_s^2 + \left(\Delta_1 \frac{(H + 2(a + b))^2}{H} \right) + \Delta_2^2 + \Delta_3^2 + \Delta_4^2}, \quad (2.4)$$

де $T_\delta = 0,4$ мм;

$\kappa = 1$;

$\varepsilon_{\text{баз}} = 0,121$ мм;

$\varepsilon_{\text{зак}} = 0$;

Δ_1 - частка похибки обробки, що залежить від зсуву осі свердла щодо осі отвору змінної втулки;

$$\Delta_1 = S_{lmax} = d_{\text{см.max}} - d_{\text{св.min}} = 2,57 - 2,525 = 0,045 \text{ мм};$$

Δ_2 - частка похибки обробки, що залежить від зсуву вісі змінної втулки відносно постійної;

$$\Delta_2 = S_{2max} = d_{max} - d_{0min} = 3,812 - 3,788 = 0,024 \text{ мм};$$

Δ_3 - частка похибки обробки, викликана зміщенням вісі свердла внаслідок ексцентриситету обох втулок;

$$\Delta_3 = 2e = 2 \cdot 0,005 = 0,01 \text{ мм};$$

e - ексцентриситет кондукторної втулки;

Δ_4 - частка похибки обробки, що залежить від величини допустимого зношення;

$$\Delta_4 = 0,010 \text{ мм}.$$

$$a = (0,5 - 0,8)d_{cg} = 0,8 \cdot 2,55 = 2,04 \text{ мм}.$$

$$T_k \leq 0,4 - 1,2 \sqrt{0,121^2 + \left(0,045 \cdot \frac{(9 + 2 \cdot (2,04 + 16))^2}{9} \right)} + 0,01^2 + 0,010^2 = 0,3 \text{ мм}.$$

$$\pm \frac{T_e}{2} = \pm 0,15 \Rightarrow \pm 0,05 \text{ мм}$$

Допуск на розмір між кондукторними втулками повинен бути не більше 25-30% від допуску між отворами, тому потрібно посилити допуск до 0,05 мм.

$$T_k \leq (0,25 - 0,3)T_o,$$

$$0,1 \leq 0,4 \cdot 0,3 = 0,12$$

Призначаємо виконавчий розмір:

$$[L_k] = L_k \pm \frac{T_e}{2},$$

$$L_k = 20 \pm 0,05$$

2.1.3 Розрахунок необхідної сили затиску заготовки в пристосуванні. Вибір приводу

Ефективність затиску в основному залежить від напрямку і місця прикладання сили. Затискні пристрої потрібні для утримання заготовки під час її обробки. Особливістю даної схеми закріплення заготовки є те, що точка прикладання сили затиску W є плаваючою, тому сила тертя в цій точці не утримує заготовку в процесі обробки [6].

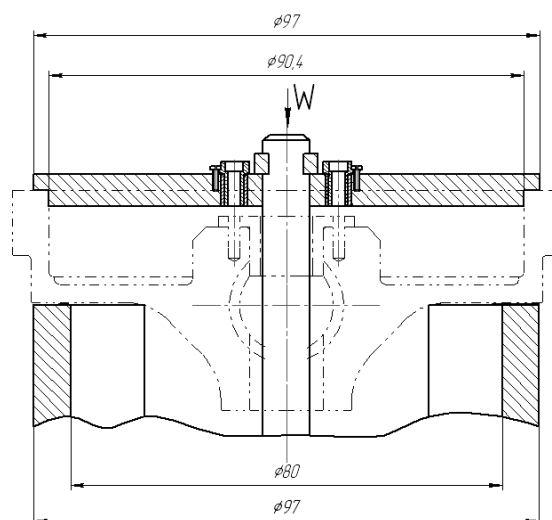


Рисунок 2.4 - Схема до визначення сили закріплення

Дійсна сила затиску W з урахуванням коефіцієнта k дорівнює за формулою (2.5):

$$W = \frac{3M_{\text{різ}} \cdot k}{f \left(\frac{D_1^3 - D_2^3}{D_1^2 - D_2^2} \right)}, \quad (2.5)$$

де $M_{\text{різ}}$ - крутний момент на свердлі;

$$D_1 = 97 \text{ мм}, \quad D_2 = 80 \text{ мм}.$$

$$M_{\text{різ}} = 10C_m D^q s^y K_p, \quad (2.6)$$

де $C_m = 0,005$, $q = 2$, $y = 0,8$ [6].

$$M_{piz} = 10 \cdot 0,005 \cdot 2,55^2 \cdot 0,2^{0,8} \cdot 1,03 = 0,9 \text{ Н}\cdot\text{м}.$$

Для забезпечення надійності затискання, сила затиску збільшується на коефіцієнт k , який визначається в залежності від умов обробки. За допомогою цього коефіцієнта враховується зміна умов в процесі обробки: затуплення інструменту і пов'язане з цим збільшення сил різання, нерівномірність припусків, неоднорідність властивостей оброблюваного матеріалу, зміна умов установки заготовок. Визначається він за формулою (2.7) [6].

$$k = k_o \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 \cdot k_4 \cdot k_5 \cdot k_6, \quad (2.7)$$

де $k_o = 1,5 - 2,2$ – гарантований коефіцієнт запасу для всіх випадків;

k_1 – для чорнових переходів, $k_1 = 1,2$. Для чистової обробки $k_1 = 1,0$; [3]

k_2 – враховується в усіх випадках обробки і залежить від виду обробки, оброблюваного матеріалу і нерівномірного зношення різального інструменту, вибирається з таблиць [3];

k_3 – враховує умови переривчастого виду обробки: $k_3 = 1,0$ – в умовах плавного різання; $k_3 = 1,2$ – при переривчастому різанні (торцеве фрезерування); [3]

k_4 – характеризує затискний пристрій з точки зору сталості сил затиску. $k_4 = 1,0$ – для всіх механізованих приводів (пневматичних, гідравлічних, магнітних тощо); $k_4 = 1,3$ – для ручних затискачів (гвинтових і ексцентрикових); [3]

k_5 – характеризує ручні затиски з точки зору зручності закріплення деталі. При зручному розташуванні рукоятки і куті її повороту в межах 90° $k_5 = 1,0$. При незручному розташуванні рукоятки і її повороті більше 90° – $k_5 = 1,2$. $k_5 = 1,0$ – для ексцентрикових затискачів; $k_5 = 1,2$ – для гвинтових затискачів; $k_5 = 1,0$ – для механізованих затискачів; [3]

k_6 – враховується тільки при наявності крутильних моментів, що крутять, що прагнуть повернути заготовку, і залежить від виду опорної поверхні

пристосування. $k_6 = 1$ – для точкових опор (опорні штирі); $k_6 = 1,5$ – для суцільних опор (опорне кільце); [3]

$$k = 1,15 \cdot 1,5 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1,5 = 2,58,$$

$$W = \frac{3 \cdot 2,58 \cdot 0,9}{0,15 \cdot \left(\frac{97^3 - 80^3}{97^2 - 80^2} \right)} = 0,34 \text{ Н.}$$

Обраний привод складається з пневматичної установки, що включає електродвигун з пусковою апаратурою, насос, апаратуру управління і регулювання, пневмоциліндра і трубопровода (рис. 2.5).

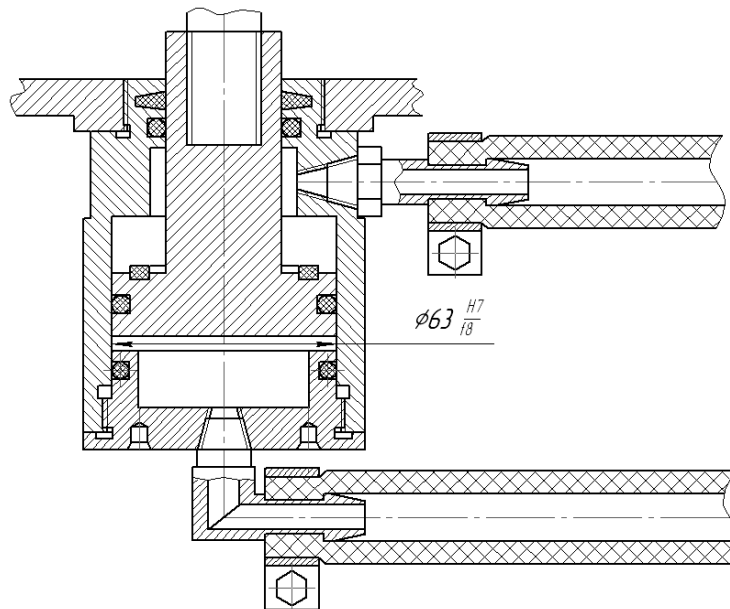


Рисунок 2.5– Пневмациліндр

Мінімальний діаметр штока розраховуємо за формулою (2.8) [6]:

$$d = \sqrt{\frac{4\alpha Q}{\pi[\sigma]}}, \quad (2.8)$$

де $\alpha = 2,25$ - коефіцієнт затягування;

$[\sigma]$ – допустиме напруження на розтягування для сталі 45.

$$d = \sqrt{\frac{4\alpha Q}{\pi[\sigma]}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 2,25 \cdot 0,34}{3,14 \cdot 100}} = 7 \text{ мм.}$$

Приймаємо діаметр штока 16 мм.

Діаметр циліндра розраховуємо за формулою (2.9) [6]:

$$D = \sqrt{\frac{4Q}{p\eta\pi} + d^2}, \quad (2.9)$$

де $\eta = 0,85 \dots 0,9$ – ККД, що враховує втрати на тертя.

$p = 0,4$ МПа- тиск повітря в пневмосистемі.

$$D = \sqrt{\frac{4Q}{p\eta\pi} + d^2} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,34}{3,14 \cdot 0,4 \cdot 0,85} + 16^2} = 16 \text{ мм.}$$

Вибираємо найближче більше значення діаметра пневмоциліндра 63 мм.

Діаметр болтів кришки розраховуємо за формулою (2.10) [6]:

$$d_1 = \sqrt{\frac{4\alpha Q}{z\pi[\sigma]}}. \quad (2.10)$$

$$d_1 = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,34 \cdot 2,25}{6 \cdot 3,14 \cdot 100}} = 0,02 \Rightarrow M8$$

Розмір розкриття затискних елементів розраховуємо за формулою (2.11):

$$h = S_1 + S_2 + \delta + \Delta, \quad (2.11)$$

де $S_1 = 3$ мм - конструктивний зазор дозволяє встановлювати і знімати заготовку [6];

$S_2 = 1$ мм - додатковий зазор, який гарантує зручність установки і зняття заготовки [6];

$\delta = 0,2$ мм - додатковий зазор, що компенсує похибка розміру заготовки в межах допуску [6];

$\Delta = 0,1$ мм - додатковий зазор, що компенсує пружні деформації в конструкції пристосування, викликані додатком сили затиску заготовки, визначається за формулою [6]:

$$\Delta = \frac{Q}{J} \quad (2.12)$$

де $J = 2$ кН/мм - жорсткість вузла закріплення заготовки.

$$\Delta = \frac{Q}{J} = \frac{0,34}{2000} = 0,$$

$$h = 3 + 1 + 0,2 + 0,00017 = 4,2 \text{ мм.}$$

За ГОСТ 21307- обираємо пневмоциліндр 7020-0151 виконання 1.

2.2 Проектування контрольного пристосування

2.2.1 Опис контрольного пристосування

В даному проєкті спроектовано універсальне пристосування для перевірки биття. Воно регулюється під будь-який розмір деталі за рахунок рухомого оправлення на штативі.

Пристосування складається з підставки, штатива, роликів, штанги і індикаторних годинників.

Деталь встановлюється на крайній торець і центрується по діаметру $\varnothing 91$ мм. Опускається штанга штатива з індикаторним годинником, ніжка яких встановлюється на контрольовану поверхню, знімаються свідчення у годинах.

Схема контрольного пристосування зображено на рис. 2.7.

Вимірювальна і настроювальна бази співпадають, тому похибка базування:

$$\varepsilon_{баз} = 0.$$

2.2.3 Вибір і обґрунтування засобу вимірювання

Вибір засобу вимірювання почнемо з визначення оптимальних метрологічних, експлуатаційних і міцностних характеристик, якими має володіти ЗВ [8].

Допустима сумарна похибка вимірювання КВП знаходиться як частина допуску контрольованого параметра за формулою (2.13) [8]:

$$|\delta_{вим}| = K \cdot IT, \quad (2.13)$$

де K залежить від квалітету або ступеня точності контрольованого параметра і може приймати значення від 0,2 до 0,35. Для IT7 - $K = 0,35$.

$$|\delta_{вим}| = 0,35 \cdot 20 = 7 \text{ мкм.}$$

Відповідно до ГОСТ 8.051-81 рекомендовано прийняти $|\delta_{вим}| = 15 \text{ мкм.}$

Визначимо допустиму похибку засоби вимірювання (інструментальну похибку) за формулою (2.14) [8]:

$$|\Delta_{ин}| = 0,7 |\delta_{вим}|. \quad (2.14)$$

$$|\Delta_{ин}| = 0,7 \cdot 15 = 10,5 \text{ мкм.}$$

Ціна поділення визначається в залежності від величини допустимої інструментальної похибки ЗВ. Приймаємо $|\Delta_{ин}| = 10 \text{ мкм.}$

Інтервал поділення шкали беремо 1 мм, оскільки менша відстань між сусідніми штрихами шкали може затруднити зчитування показань ЗВ. Тут необхідно враховувати умови, в яких буде працювати КВП і перш за все освітленість [8].

Межа вимірювання за шкалою повинна перевищувати допуск, щоб зняття показань не викликало труднощів. Приймаємо:

$$/A/ = 4IT = 4 \cdot 20 = 80 \text{ мкм} = 0,1 \text{ мм}$$

Межа засобу вимірювання (діапазон вимірювань) визначається умовами експлуатації. Приймаємо 1 мм.

Вимірювальні умови $P_{ум}$ обумовлюється характером контролюючих поверхонь при вимірюванні, жорсткістю контрольованої поверхні, величиною допуску вимірюваного параметра. Оскільки обмеження на його величину відсутні, приймаємо $/P_{ум}/ = 5 \text{ Н}$. Допустиме коливання вимірювального зусилля домовлено величиною $\Delta P_{ум} = 1 \text{ Н}$.

Основним нормованим показником надійності ЗВ є напрацювання $\Delta P_{ум}$ до першої відмови при ймовірності безвідмовної роботи P . Відповідно до ГОСТ 23642-79 обговоримо кількість циклів вимірювань, що забезпечує задану кількість контрольних операцій. За формулами (2.15) та (2.16) [8]:

$$t(P) = 2500 \cdot 2 = 5000. \quad (2.15)$$

Виходячи з можливостей вимірювальних засобів, ймовірність безвідмовної роботи $/P/ = 0,85$ [8].

Після того, як стали відомі допустимі значення по метрологічним, експлуатаційним показникам, можливо обрати ЗВ. Прийнятним вважається ЗВ, значення характеристик якого знаходяться в такому співвідношенні з допустимими [8].

$$\begin{array}{ll}
\Delta_{in} \leq |\Delta_{in}| & P_{ec} \leq |P_{ec}| \\
c \leq |c| & \Delta P \leq |\Delta P| \\
a \geq |a| & t(P) \geq |t(P)| \\
A \geq |A| & P \geq |P| \\
B \geq |B| & Ц \leq |Ц|
\end{array} \quad (2.16)$$

Пошук здійснюємо в таблицях технічних характеристик для важелів зубчастих вимірювальних головок. Найбільш близьким за показниками є індикатор годинникового типу моделі ІЧ-10 (клас І), у якого наступні параметри:

$$\begin{array}{ll}
\Delta_{in} = 0,01 \text{ мм}, & P_{ec} = 2 \text{ Н.} \\
c = 0,01 \text{ мм}, & \Delta P = 0,8 \text{ Н.} \\
A = 1 \text{ мм}, & P = 0,9. \\
B = 10 \text{ мм}, & t(P) = 100000.
\end{array}$$

Зіставивши ці значення з допустимими (розрахунковими), приходимо до висновку, що задані умови точності, надійності і економічності дотримуються.

$$\begin{array}{ll}
\Delta_{in} = 0,01 = |\Delta_{in}| = 0,01 \text{ мм}, & P_{ec} = 2 \leq |P_{ec}| = 5. \\
c = 10 < |c| = 40 \text{ мкм}, & \Delta P = 0,8 \leq |\Delta P| = 1. \\
A = 1 > |A| = 0,82 \text{ мм}, & t(P) = 200000 \geq |t(P)| = 5000. \\
P = 0,9 \geq |P| = 0,85, & a = 2 \geq |a| = 2.
\end{array}$$

Інші ЗВ мають надлишкову точність і меншу надійність. Тому для запропонованого КВП найбільш підходящим вважаємо індикатор годинникового типу моделі ІЧ-10 (клас точності - І, ГОСТ 577-68).

2.2.4 Розрахунок сумарної похибки вимірювання

За допустиму сумарну похибку вимірювань пристосування приймають тільки частину (8...30%) заданого допуску розміру на робочому кресленні деталі.

Допустиму сумарну похибка вимірювання визначають за формулою (2.17) [8]:

$$\Delta_{\text{вим}} = \frac{1}{K} \sqrt{\Delta_1^2 + \Delta_2^2 + \Delta_3^2 + \Delta_4^2 + \Delta_5^2 + \Delta_6^2 + \Delta_7^2}, \quad (2.17)$$

де $\Delta_1 = 0$ мм - похибка базування і закріплення виробів;

Δ_2 – частка похибки установки і зношення опорних елементів пристосування.

$$\Delta_2 = 0,05 \cdot a, \quad (2.18)$$

де a – відхилення оброблюваної поверхні щодо бази.

$$\Delta_2 = 0,05 \cdot 0,020 = 0,001.$$

Δ_3 - частка похибки конструкції пристосування.

$$\Delta_3 = (0,07 \dots 0,10)a, \quad (2.19)$$

$$\Delta_3 = 0,07 \cdot 0,02 = 0,001 \text{ мм.}$$

Δ_4 - похибка, що залежить від ціни поділення індикатора, датчика;

$$\Delta_4 = 0,001 \text{ мм;}$$

$\Delta_5 = 0$ мм - похибка настроювання пристосування на зразок;

Δ_6 - похибка від контактних деформацій:

$$\Delta_6 = 0,43 \cdot k \cdot \sqrt[3]{\frac{D^2}{r}}, \quad (2.20)$$

де k – коефіцієнт, що залежить від матеріалу вимірювального наконечника, $k = 0,81$ – твердий сплав.

$$\Delta_6 = 0,43 \cdot k \cdot \sqrt[3]{\frac{D^2}{r}} = 0,43 \cdot 0,81 \cdot \sqrt[3]{\frac{2^2}{5}} = 0,32 \text{ мкм.}$$

Δ_7 - похибка від температурних деформацій:

$$\Delta_7 = l\alpha(t_1 - t_2) \quad (2.21)$$

де α - коефіцієнт лінійного розширення;

t_1, t_2 – температури вимірюваного об'єкта і вимірювального засобу;

K - коефіцієнт відносного розсіювання;

$K = 0,85$.

$$\Delta_7 = l\alpha(t_1 - t_2) = 14 \cdot 13,4 \cdot 10^{-6} \cdot 5 = 1 \text{ мкм.}$$

$$\Delta_{\text{вим}} = \frac{1}{0,85} \sqrt{0^2 + 0,001^2 + 0,001^2 + 0,001^2 + 0^2 + 0,00032^2 + 0,001^2} = 0,0023 \text{ мм}$$

В результаті розрахунку пристосування на точність сумарна похибка вимірювань дорівнює 0,0023 мм, що менше допустимої похибки пристосування.

$$\Delta_{\text{вим}} = 0,0023 \leq \frac{1}{3} IT = \frac{0,020}{3} = 0,006 \text{ мм.}$$

3 АВТОМАТИЗАЦІЯ

Між довговічністю нанесених покриттів і ступенем очищення поверхні, що захищається, металу існує чітко виявлена залежність. Чим вище ступінь очищення поверхні металу, тим довше зберігається захисна дія покриття [14].

Перед анодуванням пропонуються різні заходи (табл. 3.1) з підготовки та очищення поверхні [15].

Щітки – крацьовки металу випускають виробники різних країн у великому асортименті. Класифікувати їх прийнято за такими ознаками: за матеріалом виготовлення (латунні, сталеві, нейлонові, нікелеві, з нейзильберу); увазі дроту (прямі, джгутові: кручена і гофрована); формі (дискові, чашкові, конічні); діаметру дроту ($0,05 \div 0,3$ мм); жорсткості (м'які, нормальної жорсткості і [16].

В роботі [14] йдеться, що термін служби лакофарбового покриття на сталі, очищеної за допомогою піскоструминної обробки, в 3-6 разів більше, ніж на сталі, обробленої за допомогою тільки одного крацювання. Причина цього полягає в тому, що при крацюванні не видаляються щільно прилягаючі до поверхні шари іржі і окалини.

Тому після крацювання можна застосувати піскоструминну обробку. Заходи з підготовки поверхонь деталей до анодування є повністю або частково автоматизованими.

Крацювання, або крацовка, являє собою операцію по обробці поверхонь із сталі або дерева щітками (кордщетками) різної твердості і нетканих матеріалів з абразивним наповненням. Метод (рис. 3.1, 3.2) використовують для підготовки поверхонь до фарбування, покриття, гальванічної обробки, штампування, зачищення зварних швів або як спосіб остаточного декоративного оздоблення. Здійснюється вручну або з використанням верстатів або інструментів електричного або пневматичного типу. За допомогою крацювання отримують поверхні металу блискучого, напівблискучого або матового типу. В останньому випадку вона може бути грубого виду або високоякісною [16].

Таблиця 3.1 - Деякі заходи з підготовки поверхонь перед анодуванням

Е0. Тільки знежирення і розкислення	Підготовка поверхні перед анодуванням, при якій поверхня підлягає знежиренню і розкисленню, без будь-якої додаткової попередньої обробки. Залишаються видимими механічні дефекти типу подряпин і задирів. Після обробки так само можуть стати видно дефекти, що виникли в результаті корозії, які до обробки були ледь помітними.
Е4. Обробка абразивом і щіткою	При використанні даного типу обробки можна отримати однорідну блискучу поверхню, при цьому знищуються всі механічні дефекти поверхні. Так само при цьому відбувається видалення корозійних дефектів, які можуть проявитися в результаті використання обробки Е0 або Е6.
Е6. Хімічне травлення	Після знежирення поверхня обробляється з отриманням глянцевого або матового зовнішнього вигляду, це досягається шляхом обробки її в спеціальному лужному травильному розчині. Механічні дефекти поверхні вирівнюються, однак не знищуються повністю. В результаті цієї обробки можуть стати видимими сліди корозії. Для видалення слідів корозії перед травленням слід піддати поверхню механічній обробці, проте рекомендується зберігати і поводитися з металом таким чином, щоб слідів корозії не з'являлося взагалі

Щітки – крацовки металу випускають виробники різних країн у великому асортименті. Класифікувати їх прийнято за такими ознаками: за матеріалом виготовлення (латунні, сталеві, нейлонові, нікелеві, з нейзильберу); виду дроту (прямі, джгутові: кручені і гофровані); формі (дискові, чашкові, конічні); діаметру дроту (0,05-0,3 мм); жорсткості (м'які, нормальної і підвищеної жорсткості) [16].

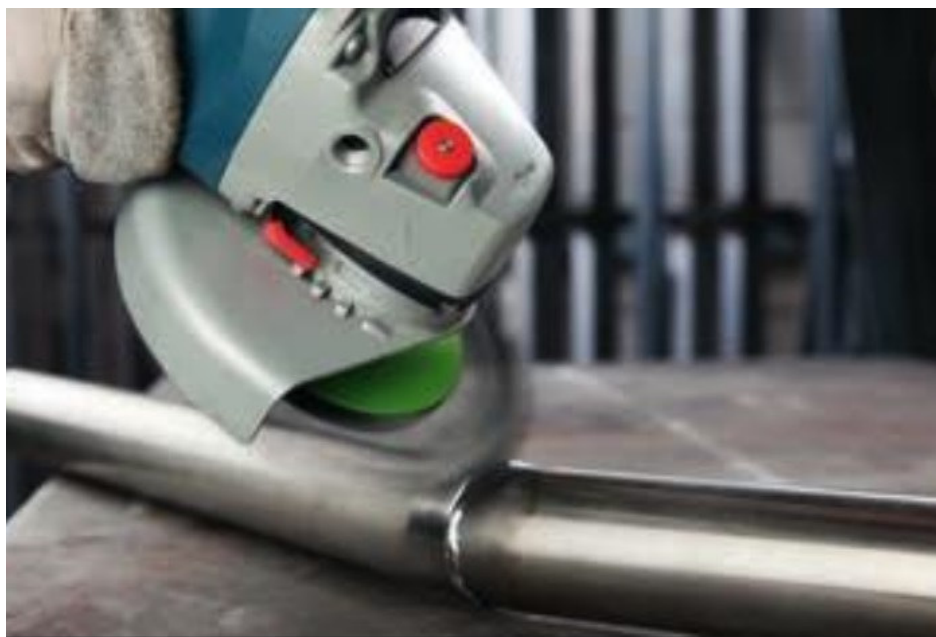


Рисунок 3.1 – Крацювання поверхні [17]



Рисунок 3.2 – Види механічних металевих щіток [16]

Піскоструминна обробка [18] – один з методів абразивної обробки матеріалів (рис.3.3), який застосовується для очищення від фарби, окалини, іржі

та інших забруднень. Незамінна піскоструминна обробка і в якості підготовки перед нанесенням антикорозійних і гальванічних покриттів.

Суть методу полягає в тому, що частинки абразиву з великою швидкістю вдаряються об оброблювану поверхню і таким чином очищають її. У традиційному випадку як абразив застосовується пісок, а джерелом енергії для розгону піщинок є стиснене повітря (рис. 3.4). Установка може бути переносною (рис. 3.4, а), що дуже зручно.

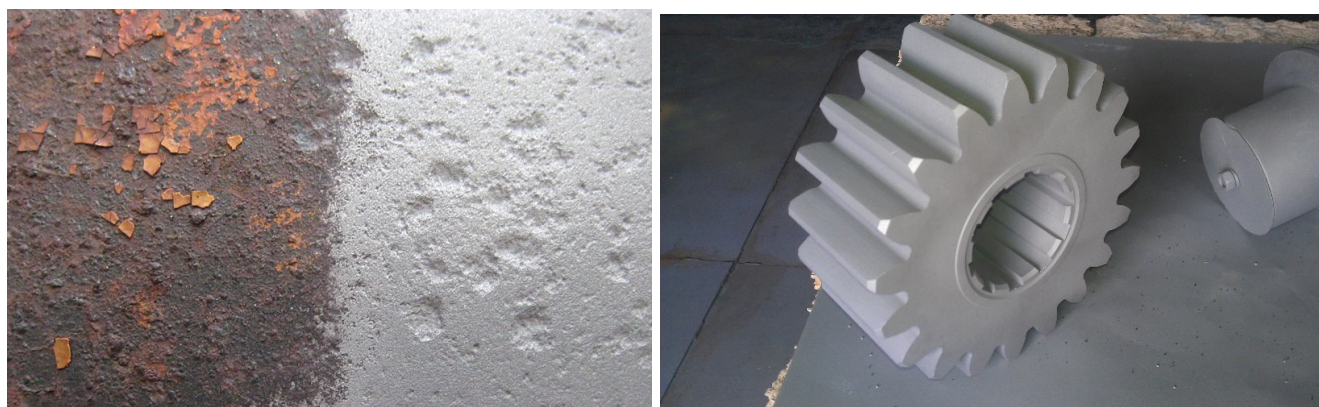


Рисунок 3.3 – Поверхня до і після обробки [18, 19]



а)



б)

Рисунок 3.4 – Піскоструминний апарат «Сорокін 10.6» - (а) [18] и піскоструминна обробка - (б) [20]

Є, однак, альтернативні варіанти. Наприклад, джерелом може служити струмінь води під тиском, а замість піску можна застосувати соду. Обробка содою м'якша, менше пошкоджує матеріал.

Переваги піскоструминної обробки (якщо порівнювати з традиційними методами видалення фарби та іржі металевими щітками і наждаковим папером на інструменті). Металеві щітки загладжують метал і іржу (з глибоких раковин вона видаляється не повністю). Для того, щоб прибрати іржу з раковин за допомогою наждачного паперу на шліфмашинці, потрібно зняти великий шар металу і практично вирівняти поверхню.

Піскоструминна обробка позбавлена цих недоліків, вона видаляє корозію звідусіль, а матеріал робить більш шорстким, що покращує адгезію покриття до основи.

Але і у піскоструминної обробки є свої недоліки. Якщо струмінь піску перетримати на одному місці – ймовірно зняття зайвого шару металу, а так само його перегрів, і якщо очищення проходить тонкостінний метал, це може привести до деформацій.

Проте, піскоструминна обробка при оптимальних режимах залишається зручним і швидким способом механічної очистки матеріалів.

Вже є в наявності повністю автоматичні установки для піскоструминної обробки (рис. 3.5).



Рисунок 3.5 – Автоматична кабіна піскоструминної обробки [21]

Застосування комплексної обробки – послідовно крацювання і піскоструминної обробки об'єднує переваги обох методів і підвищує якість поверхонь перед анодуванням корпусу.

4 РОЗРАХУНОК ДЕТАЛІ НА МІЦНІСТЬ ЗА ДОПОМОГОЮ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ SIEMENS NX

Модель корпуса (рис. 4.1) після розбиття на кінцеві елементи вільною сіткою (рис. 4.2), фіксується за всіма шістьма ступенями волі, одним з торців, який щільно притискається до фланця у вузлі. Навантаження діє на торець, розташований на протилежній стороні (рис. 7.3). Візуалізація результатів розрахунку після завдання властивостей матеріалу та граничних умов у програмному модулі Siemens NX зображено на рисунку 7.4.

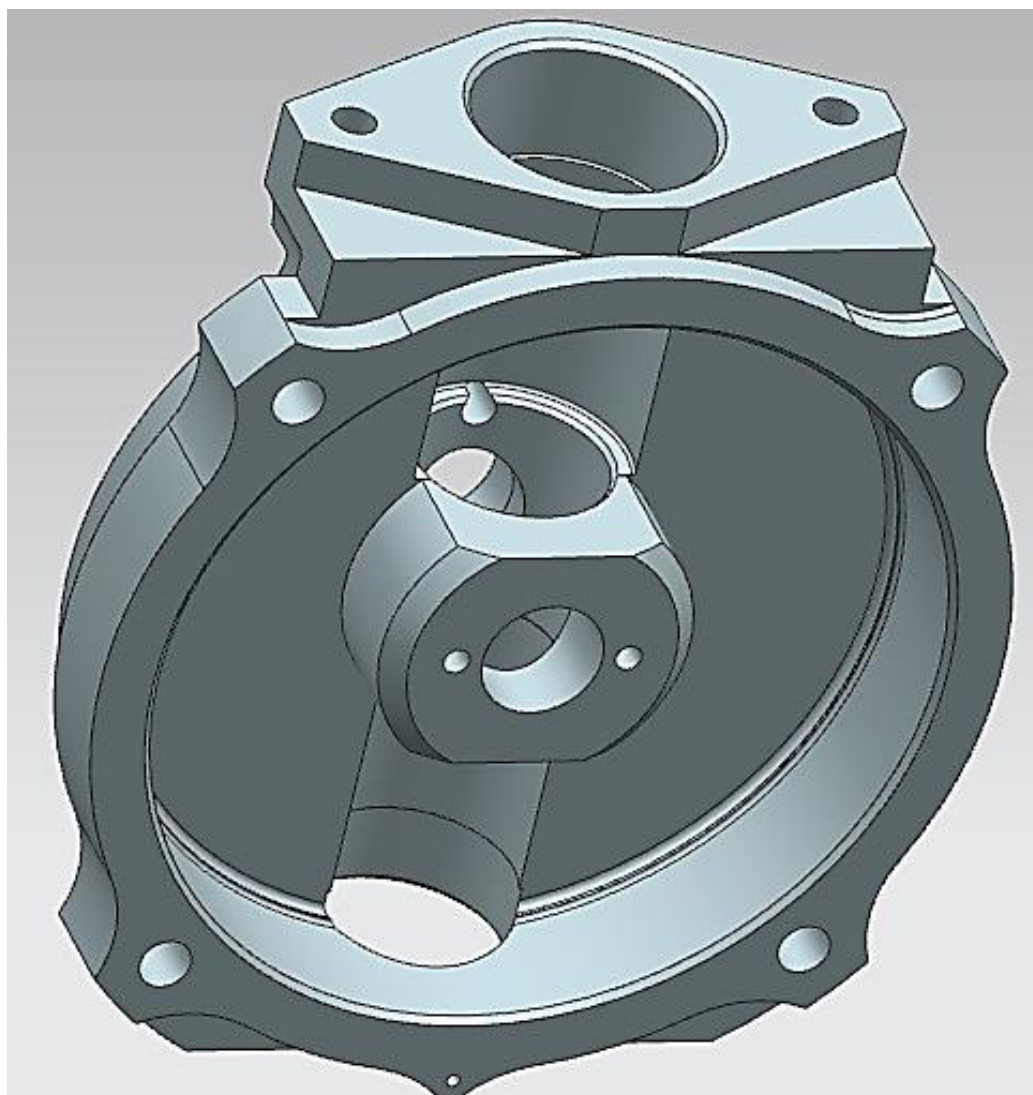


Рисунок 4.1 – 3D- модель деталі «корпус»

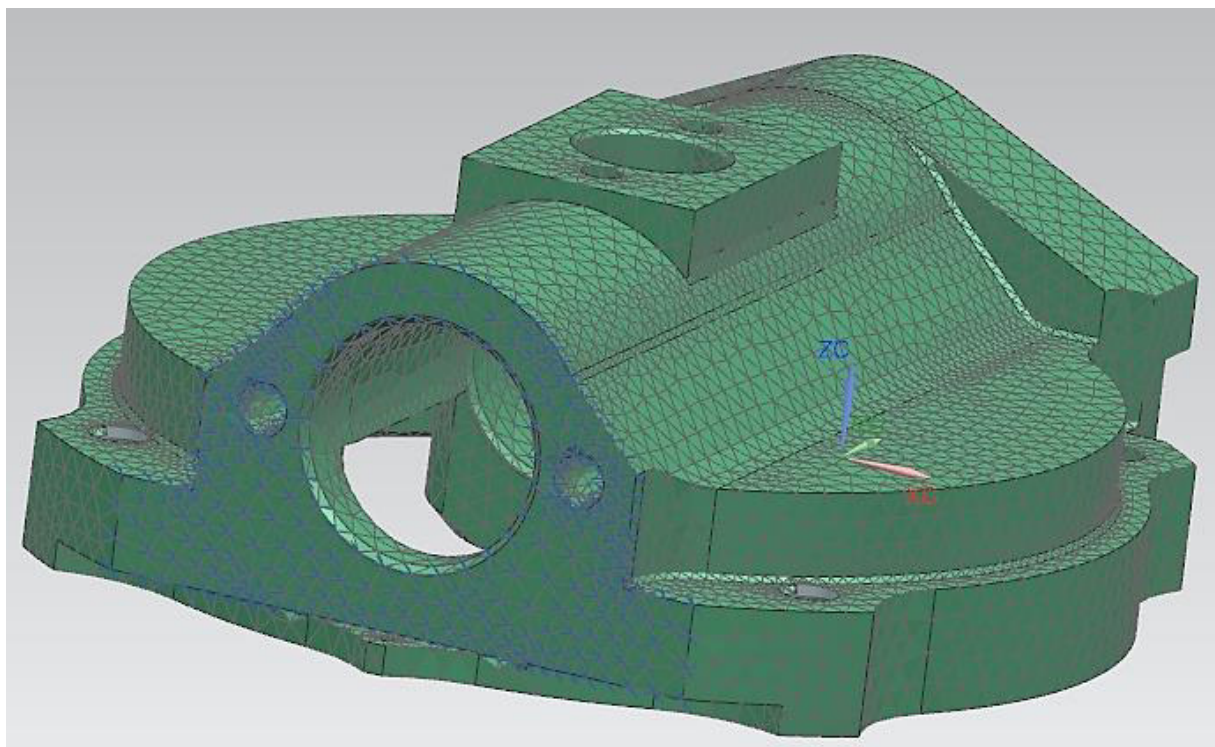


Рисунок 4.2 – Зображення кінцево-елементної моделі деталі

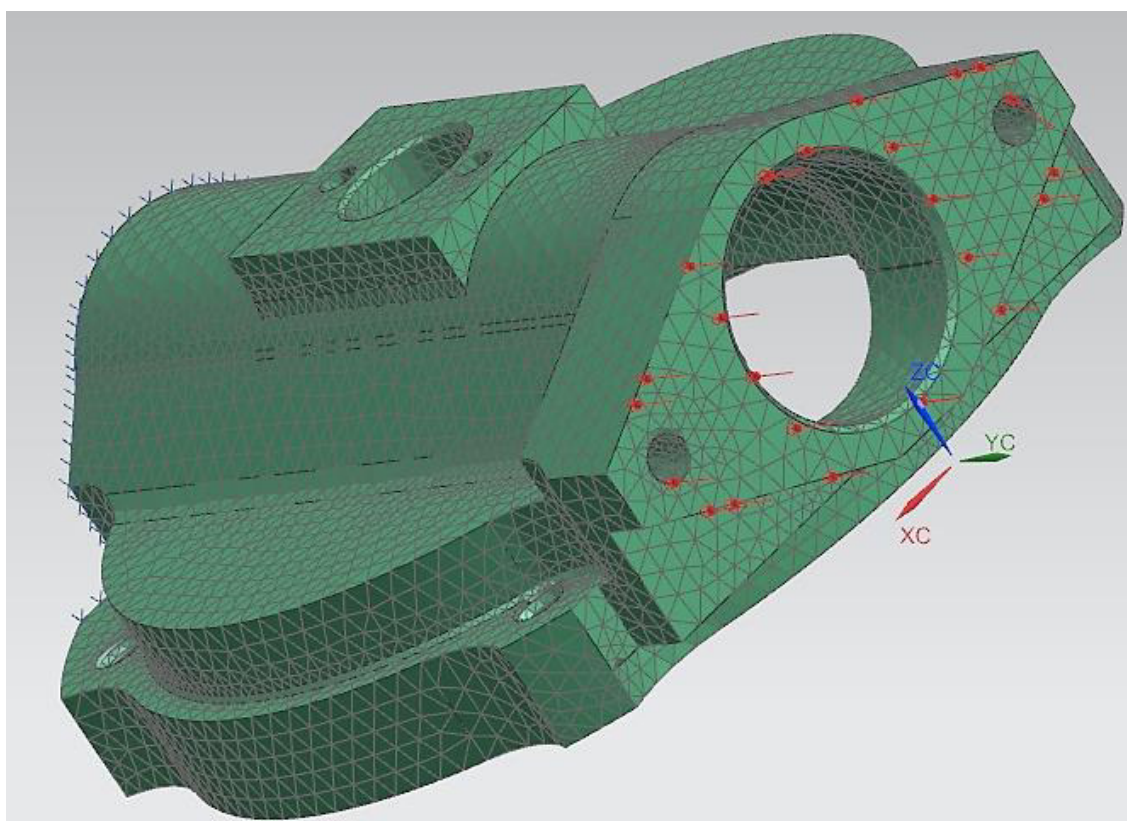


Рисунок 4.3 – Зображення моделі деталі з визначеними граничними умовами – фіксації та навантаження

Границя міцності матеріалу деталі $[\sigma_b] = 380$ МПа; допустимі деформації в напрямку вісі ОУ, які не перешкоджають виконанню робочих функцій деталі, $[\Delta] = 50$ мкм.

Для визначення напружено-деформованого стану (НДС) даної деталі в залежності від навантаження, було проведено три розрахунки з таким вихідним навантаженням: 10 МПа (рис. 4.4), 50 МПа (рис. 4.5), 100 МПа (рис. 4.6). Результати проведених розрахунків, а саме, максимальні напруження в небезпечному перерізі та деформації за віссю ОУ, занесено до таблиці 4.1.

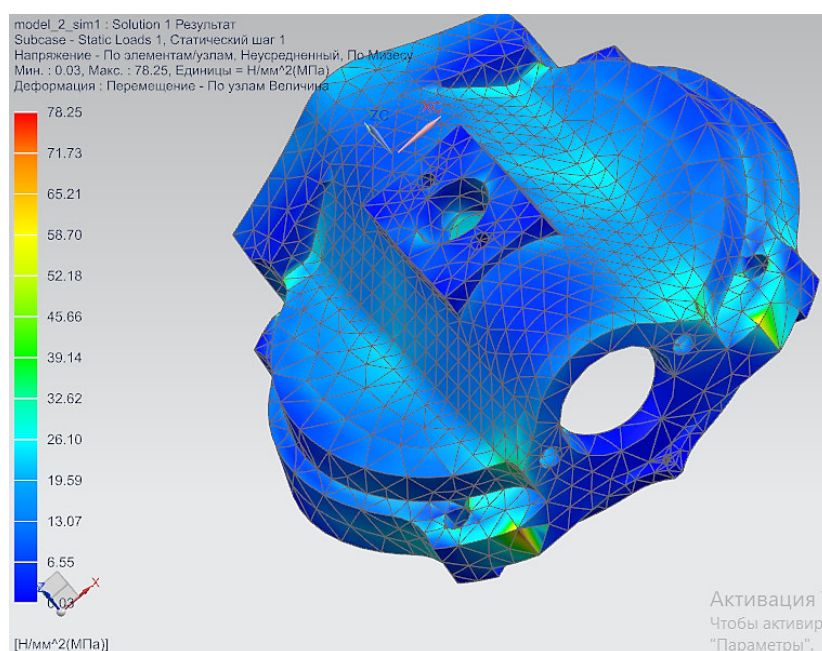


Рисунок 4.4 – НДС моделі деталі з прикладеним навантаженням 10 МПа

Небезпечний переріз (зони на деталі червоного кольору) знаходиться на гострих кромках на торці деталі (рис. 4.4-4.6).

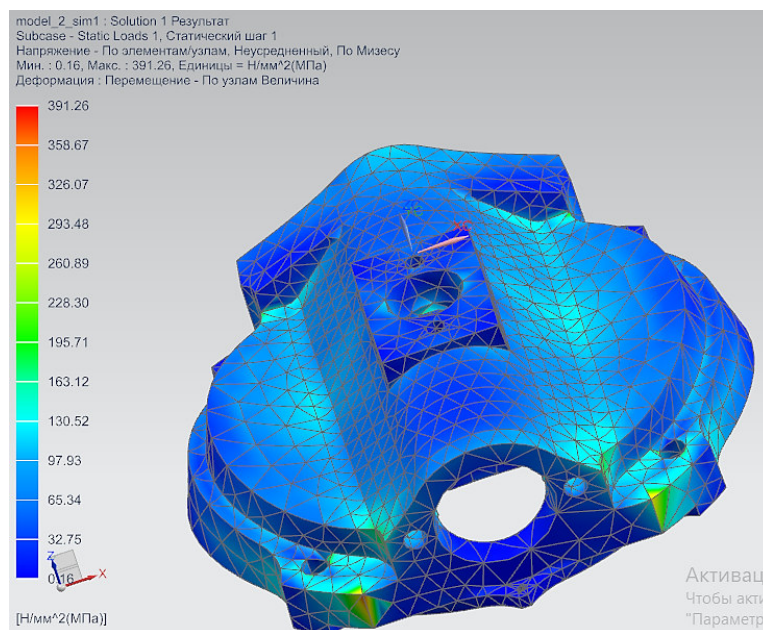


Рисунок 4.5 – Модель деталі з відображенням значень максимального напруження після прикладеного навантаження 50 МПа

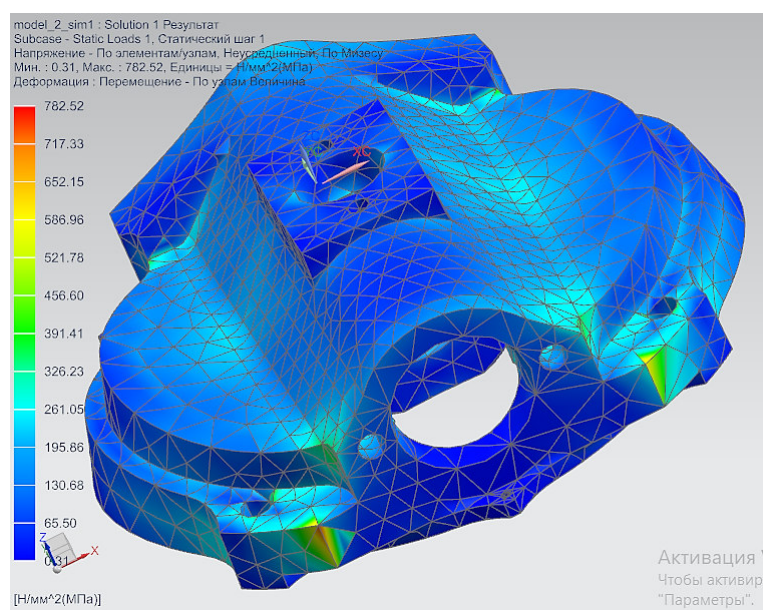


Рисунок 4.6 – Модель деталі з відображенням значень максимального напруження після прикладеного навантаження 100 МПа

Деформації (переміщення) Δ при встановленому вихідному навантаженні 10, 50 та 100 МПа показані на рис. 4.7-4.9.

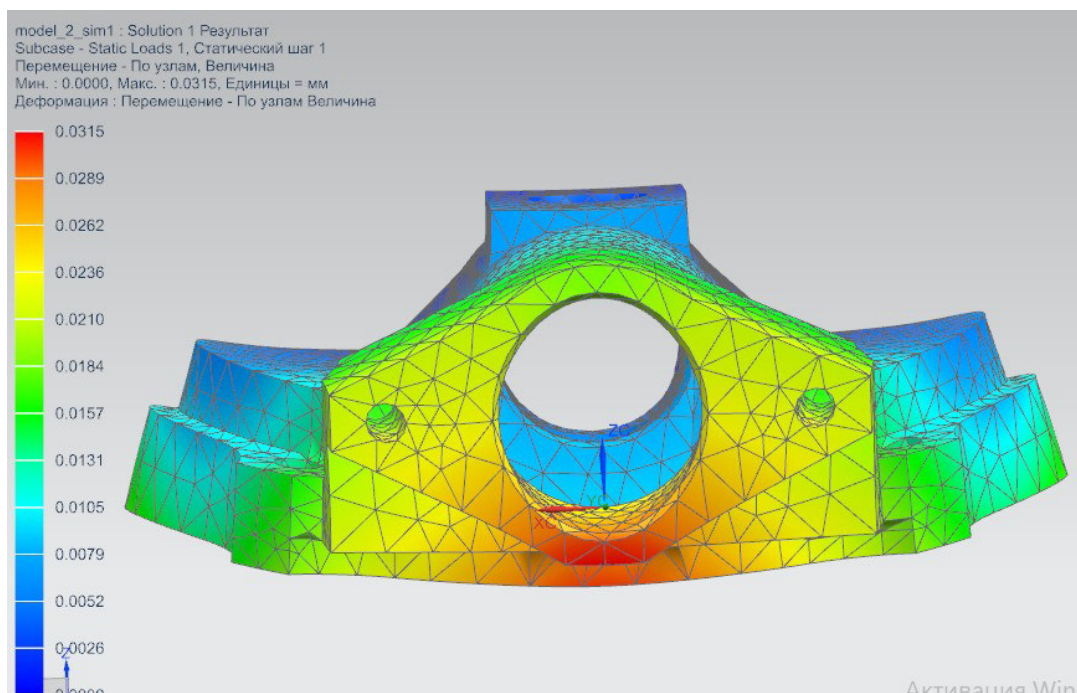


Рисунок 4.7 – Зображення моделі деталі "корпус" з відображенням деформованого стану переміщенням за вузлами після прикладеного навантаження 10 МПа

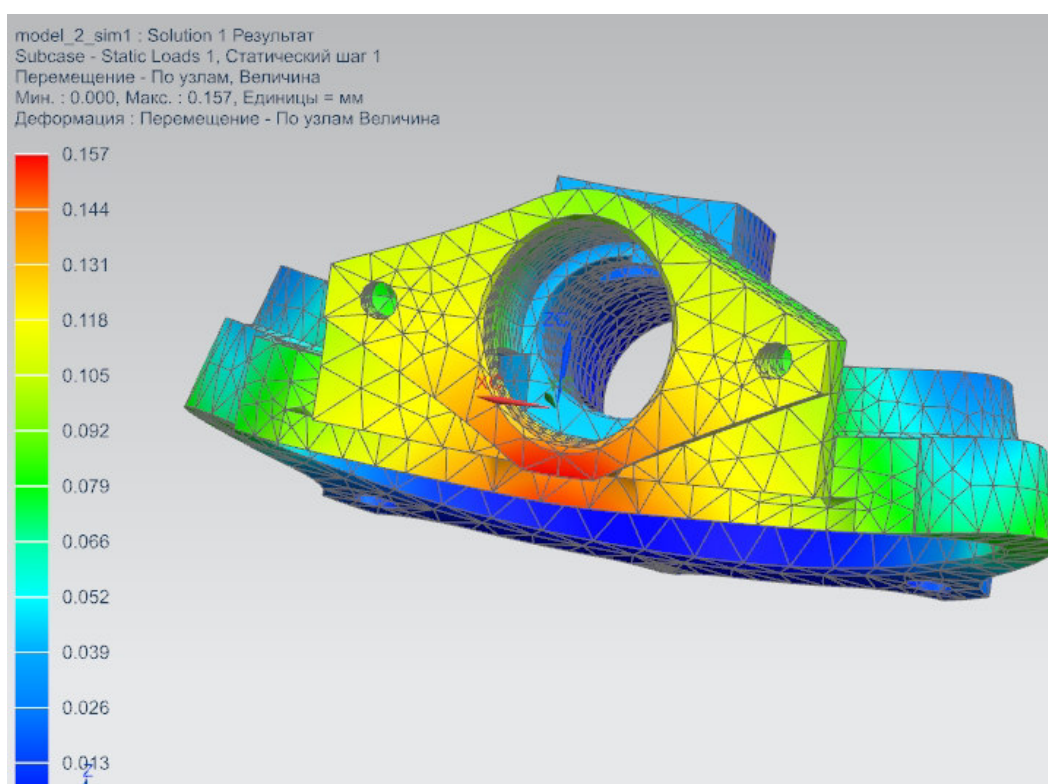


Рисунок 4.8 – Зображення моделі деталі "корпус" з відображенням деформованого стану переміщенням за вузлами після прикладеного навантаження 50 МПа

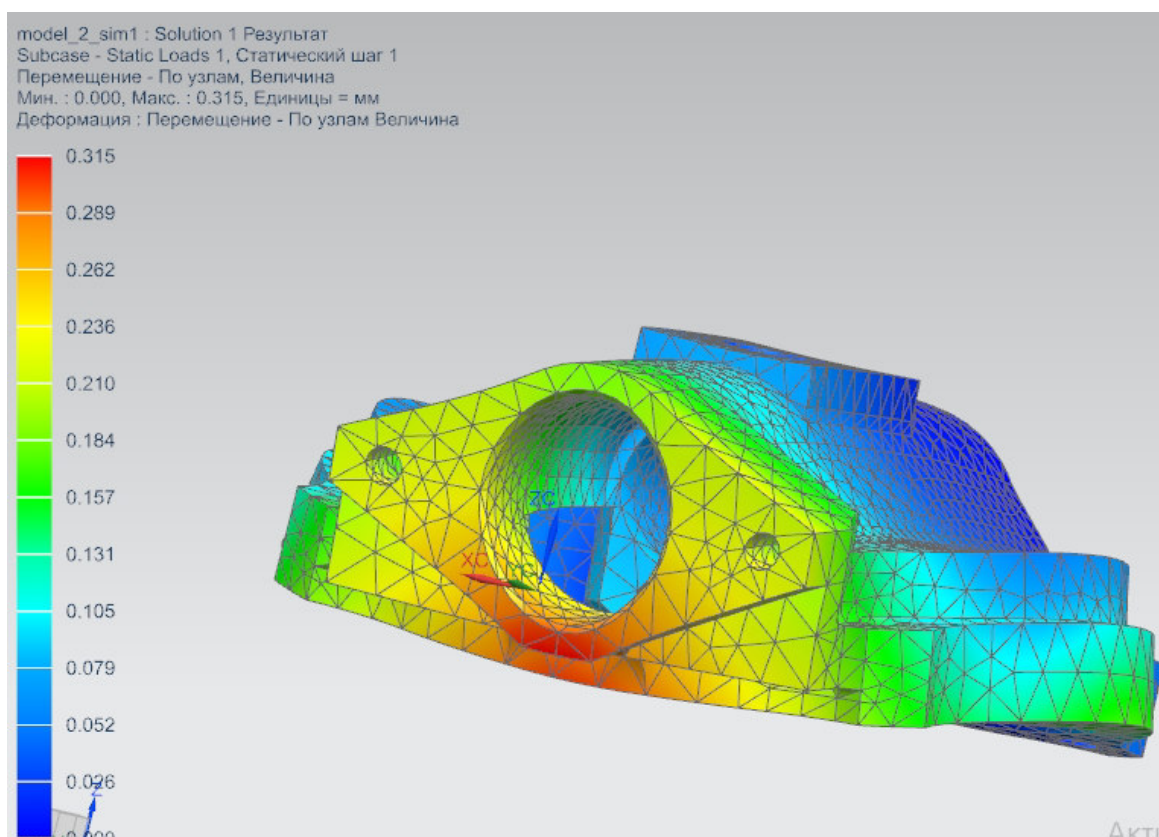


Рисунок 4.9 – Зображення моделі деталі "корпус" з відображенням деформованого стану переміщенням за вузлами після прикладеного навантаження 100 МПа

Таблиця 4.1 – Результати дослідження НДС та коефіцієнту запасу міцності.

Прикладене навантаження σ_0 , МПа	Максимальне напруження $\sigma_{\max}$, МПа	Коефіцієнт запасу міцності, n_σ	Максимальне переміщення Δ , мкм
10	78,25	4,86	31,5
50	391,26	0,97	157
100	782,52	0,49	315

Деталь корпус нерухома в експлуатації та має постійне навантаження, жорстко закріплена між іншими деталями, і тому рекомендований коефіцієнт запасу за напруженнями складає 1,4. Тому допустиме максимальне напруження дорівнює $[\sigma_{\max}] = [\sigma_b]/n_\sigma = 380/1,4 = 305$ МПа. За графіком (рис. 4.10) залежності $\sigma_{\max} = f(\sigma_0)$ можна визначити допустиме вихідне навантаження 39 МПа, що відповідає допустимим максимальним напруженням 305 МПа.

З іншого боку – допустимій деформації 50 мкм відповідає вихідне навантаження 15 МПа (рис. 4.11).

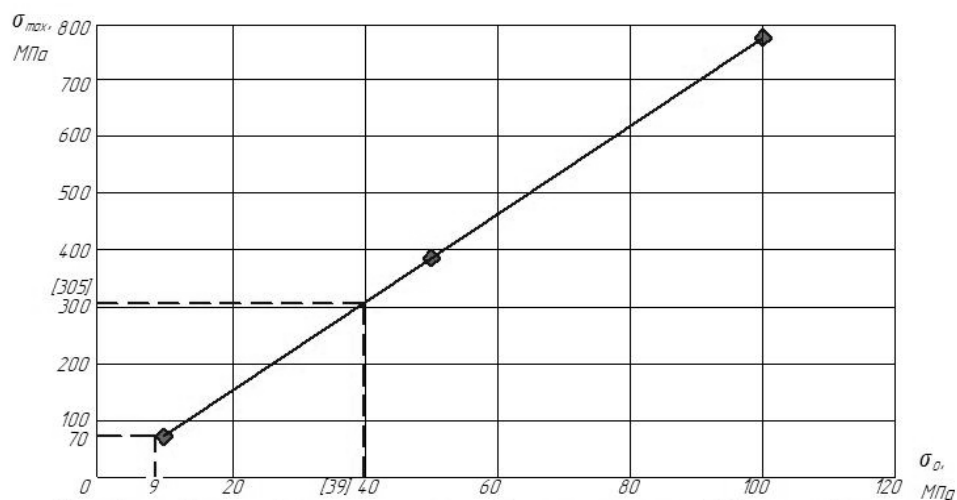


Рисунок 4.10 – Графік залежності максимального напруження σ_{max} від прикладеного навантаження σ_0

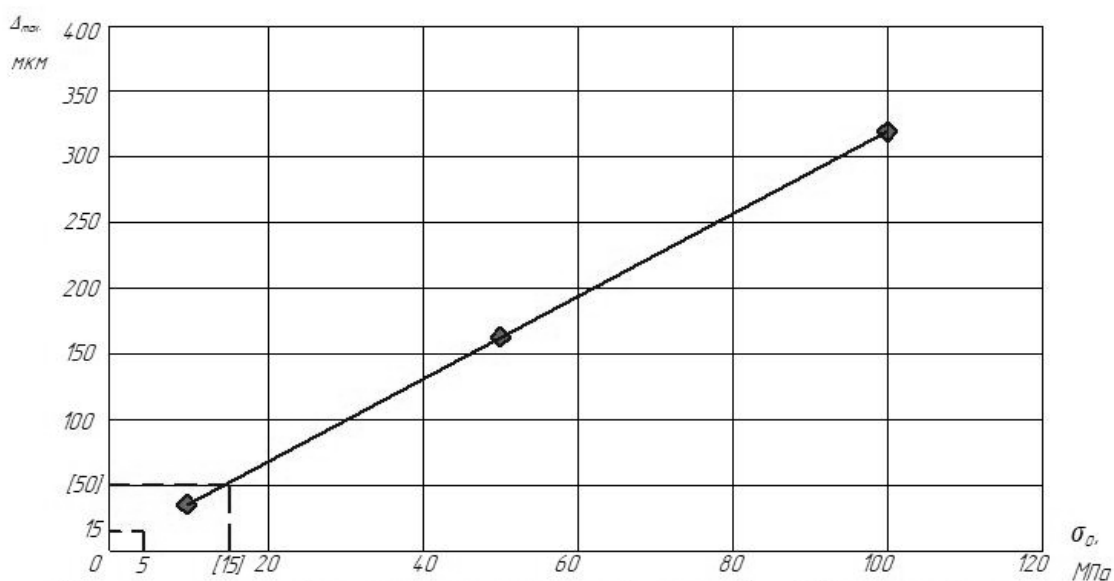


Рисунок 4.11 – Графік залежності максимального переміщення Δ_{max} від прикладеного навантаження σ_0

За результатами, наведеними в таблиці 4.1 та графіках (рис. 4.10, 4.11), можна зробити висновок, що допустиме прикладене навантаження повинно враховувати як обмеження за напруженнями, так і обмеження за деформацією.

Хоча за першим обмеженням деталь могла б витримати навантаження до 39 МПа, за переміщенням вона б не задовольняла умовам експлуатації деталі. Тому, що максимально допустиме значення деформації у деталі 50 мкм, цей фактор є лімітуючим. Загалом для забезпечення нормальної роботи деталі, навантаження повинно вкладатися в діапазоні до 15 МПа. Граничне значення $[\sigma_0] = 15$ МПа.

5 СПЕЦЗАВДАННЯ

5.1. Анодне окисдування алюмінію і алюмінієвих сплавів

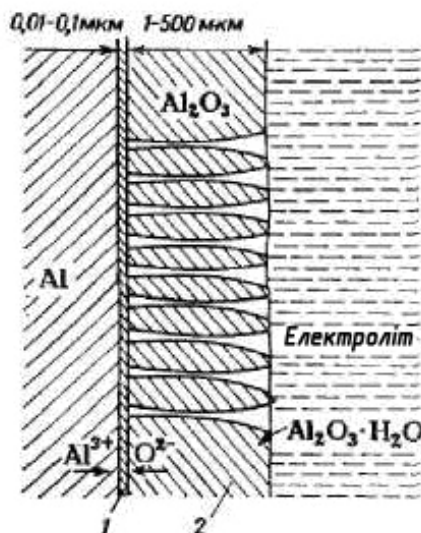
Алюміній належить до числа електронегативних металів, тому в активному стані він легко піддається корозії. Штучне нарощування оксидних шарів на поверхні алюмінію можливо шляхом електрохімічної обробки на аноді. Електроліти для анодного окислення алюмінію прийнято поділяти на дві групи:

- електроліти, в яких оксид алюмінію практично не розчиняється, наприклад розчини слабких неорганічних і органічних кислот (борної, винної, лимонної) або їх солей. Утворені в цих електролітах плівки бар'єрного типу товщиною до 1 мкм і є діелектіками. Вони знаходять застосування головним чином для виготовлення електролітичних конденсаторів.

- електроліти, які добре розчиняють оксид алюмінію (розчини H_3PO_4 , H_2SO_4 і інші більш складного складу). У них утворюються пористі, проникні для розчину плівки, товщина яких в залежності від умов електролізу становить 1-500 мкм. Такі плівки отримують з метою захисту від корозії, декоративного оздоблення, підвищення твердості і зносостійкості. [9]

Анодне окисдування алюмінію (анодування) - це спосіб обробки деталей з алюмінієвих сплавів, який полягає в тому, що на поверхні створюють захисну і одночасно декоративну плівку окису алюмінію (Al_2O_3) забарвлену в різні кольори.

На рис. 5.1 показана схема оксидної плівки.



1 – щільна частина плівки; 2 – пориста частина плівки.

Рисунок 5.1 – Схема оксидної плівки

При протіканні електричного струму на кордоні метал - розчин утворюється тонка щільна плівка бар'єрного типу (рис. 5.1), зростання якої відбувається в результаті міграції в ній іонів алюмінію назустріч іонам кисню. Товщина бар'єрного шару (0,01-0,1 мкм) залишається приблизно постійною протягом електролізу, тому, що зовнішня його сторона піддається впливу електроліту, який її розтоплює. При цьому утворюється і зростає пориста частина оксидної плівки. Оскільки утворення оксиду є електрохімічною реакцією, то, з точки зору витрати електрики, реакцію можна розглядати як реакцію анодного розчинення.

Властивості оксидних плівок [9].

1. Оксидні плівки мають гарне зчеплення з основою. Еластичність ж плівок невелика (при вигині оксидованого зразка з'являються тріщини) і здебільшого погіршується зі зниженням температури процесу.

2. Оксидні плівки відрізняються високою твердістю і зносостійкістю. Зі зниженням температури процесу твердість одержуваних покриттів зростає.

3. Електроізоляційні властивості плівок, що характеризуються значенням пробивної напруги, залежать від їх товщини і пористості.

Ці властивості використовують для підвищення захисної здатності плівок шляхом так званого наповнення плівок: їх обробляють пасиваторами, парою або гарячою водою, викликаючи гідратацію оксиду, зменшення його щільності і, отже, збільшення його обсягу, що призводить до зменшення пористості. Особливо ефективно просочення розчинами хроматів і біхроматів при підвищеній температурі, під час якої відбувається не тільки гідратація оксиду, а й адсорбція хромата з утворенням сполук типу $(\text{AlO})_2\text{CrO}_4$. Здатність плівки фарбуватися також пов'язана з її пористістю [9].

Існують наступні методи анодного оксидування алюмінію:

1. Анодування у водних розчинах електролітів.
2. Анодування в плазмі.
3. Анодування в високочастотному розряді.
4. Плазменно-електролітичне анодування.
5. Анодування в розплавах солей.

На думку автора [11] найбільш універсальним методом є анодування в водних розчинах електролітів. Далі, на рис. 5.2, показано схему практичного використання анодного оксиду алюмінію, отриманого анодуванням в водних растрових електроліту.

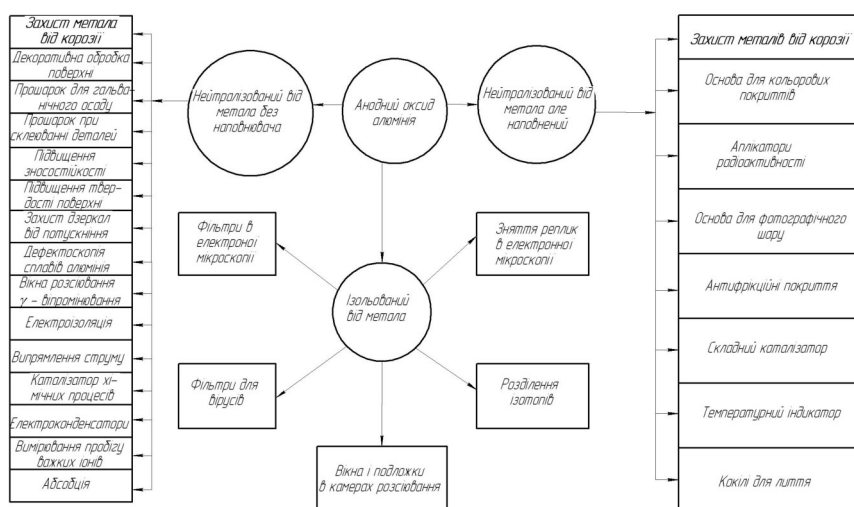


Рисунок 5.2 – Схема практичного використання анодного оксиду алюмінію, отриманого анодуванням в водних розчинах електроліту

Серед показаних на схемі варіантів застосування даного виду покриття важливе місце займає питання захисту металів від корозії.

5.1.1 Підготовка поверхонь перед оксидуванням

Способи підготовки поверхонь деталей залежать від виду анодування.

Всі підготовчі операції ділять на чотири групи [11-13]:

1. Попередня обробка:

- груба очистка;
- грубе травлення;
- обдування кварцовою крихтою і дробом.

2. Основна обробка:

- галтовка;
- щітки;
- гідропіскоструменева обробка;
- шліфування;
- травлення.

3. Кінцева обробка:

- полірування механічне;
- хімічне;
- електрохімічне;
- хонингування.

4. Очищення:

- знежирення хімічне;
- електрохімічне;
- ультразвукове очищення;
- видалення пасивної плівки.

Операції четвертої групи практично не змінюють розмірів виробів.

Операціями попередньої обробки зазвичай піддають деталі, виготовлені методом лиття, коли необхідно видалити залишки формувальної суміші, ливарної

кірки, інші поверхневі дефекти. Для грубого травлення застосовують розчини з великою концентрацією речовин і, відповідно, великою швидкістю травлення металу.

На стадії основної обробки деталей набуває розміри, близькі до заданих. Часто для деталей з порівняно гладкою поверхнею обробка починається з цих операцій.

Гідропіскоструменеву і дробеструменеву обробку виконують впливом на поверхню струменя піску або дробу.

При віброгалтовці оброблювані деталі завантажують в обертовий барабан. Разом з деталями завантажують поліруючі елементи (сталеві кульки або циліндрики, річковий пісок, фарфоровий бій тощо). Деталі обробляються в результаті взаємного тертя і тертя по поліруючих елементах.

Для обдирного шліфування зазвичай застосовують кола, виготовлені з абразивного матеріалу, скріпленого керамічною, мінеральною або рослинною зв'язкою, смолами або рідким склом [11, 12].

Декоративне і підготовче травлення, як правило, також входить до складу операцій основної підготовки. В процесі травлення поверхня набуває сріблястий колір; з неї видаляються деякі дрібні дефекти. На цьому етапі зміна розмірів деталі становить кілька мікрометрів.

На операціях остаточної обробки виріб набуває необхідний декоративний вигляд, а його поверхня дзеркального блиску.

Ці операції включають в себе:

- полірування механічне;
- хімічне;
- електрохімічне;
- хонингование.

Механічне полірування поверхонь (в тому випадку, коли не пред'являються жорсткі вимоги до якості поверхні) зазвичай виконують полірувальними кругами, які виготовляють з сукна, повсті, фетру, тканини, дерева, шкіри, синтетичних матеріалів або щільного паперу. Круги з тканини можуть бути прошитими або

непрошитим. При поліруванні виробів складного профілю зазвичай застосовують непрошиті кола. Поліруючою речовиною служать мікропорошки або субмікропорошки, а також оксид хрому, віденське вапно, оксид алюмінію тощо. При поліруванні м'яких металів рекомендується застосовувати мікропорошки невисокої мікротвердості (крокус, шліф-матеріал, оксид алюмінію), тому, що абразивні матеріали високої мікротвердості впроваджуються в поверхневий шар металу і забруднюють його.

Полірування та хонінгування здійснюють для зміни товщини і мікрогеометрії товстошарового анодного покриття, для доведення його розмірів і надання йому дзеркального блиску. Для полірування і шліфування поверхні оксидів рекомендуються методи, що застосовуються в оптичному виробництві. Зважаючи на високу мікротвердість оксидів для тонкого шліфування можуть бути рекомендовані мікропорошки з алмазів і надтвердих матеріалів [11, 12].

Завданням хімічного знежирення є видалення з поверхні деталей жирів органічного і мінерального походження.

Набули поширення такі методи знежирення:

- зануренням в рідину в кошиках або на підвісках;
- в парах розчинника;
- струменевим розпиленням.

З метою більш повного використання розчинів для очищення знежирення зазвичай проводять послідовно в двох-трьох ваннах.

Після знежирення зануренням в рідину вироби протирають серветками з бавовни.

Знежирення в парах розчинника виконують в підігрітих закритих ваннах. Деталі в цьому випадку підвішують на штангах у верхній частині ванни. Деталі складної конфігурації з великим числом зазорів знежирюють струменевим розпиленням.

Для видалення жирових забруднень тваринного або рослинного походження застосовують гарячі лужні розчини. Для полегшення відриву забруднень від поверхні металу в лужні розчини вводять спеціальні речовини емульгатори.

Емульгатори, проникаючи в простір між виділеними забрудненнями і металом, перешкоджають з'єднанню плівки в суцільну і перетворюють її в емульсію.

Більш ефективним, ніж хімічне знежирення, є електрохімічне знежирення. Воно полягає в тому, що деталі виконують функцію одного з електродів гальванічної ванни; функцію другого електрода зазвичай виконують листи з корозійностійкої сталі. Процес інтенсифікується в результаті того, що на електроді виділяються бульбашки водню (при катодному знежирюванні) або кисню (при анодному знежирюванні), які сприяють руйнуванню жирових плівки.

Вплив ультразвуковими механічними коливаннями викликає інтенсифікацію фізико-хімічних процесів в рідких середовищах.

Для промивання деталей застосовують стаціонарний, струменевий і комбінований методи. При погрузном методі промивання виконують в ваннах з водою. Цей метод застосовують для обробки на подпесках деталей, що мають пази і поглиблення, а також при обробці деталей «насыпом». При слабких контактах деталей з підвісками промивку допускається здійснювати без перемішування води. Мінімальна тривалість промивки становить 20 с.

Струменевий метод, заснований на промиванні із застосуванням форсунок, або шлангів (при промиванні великогабаритних і сложнопрофільних деталей). Метод застосовують при обробці на підвісках деталей переважно простої конфігурації.

Комбінований метод полягає в послідовній промиванні погрузной і струменевого в одній і тій же ванні. Метод застосовують при обробці на підвісках деталей складної конфігурації, які не мають пазів, а також при промиванні виробів, оброблених в важко-змиваючих розчинах. Мінімальна тривалість промивки цим методом становить 20 с.

Після анодного оксидування деталі можна фарбувати і в розчинах неорганічних солей (табл. 5.1). У першому розчині деталі витримують 10-15 хв, Потім промивають у воді, після чого витримують у другому розчині 10-15 хв і промивають [10].

По складу електролітів і їх призначенням слід виділити ряд технологічних процесів:

1. Оксидування в сірчаноокислотних електролітах з метою отримання декоративних і твердих оксидних плівок.
2. Оксидування в шавлевокислих електролітах для отримання електроізоляційного шару.
3. Оксидування в ортофосфорній кислоті для подальшого гальванічного покриття міддю, нікелем і іншими металами.
4. Оксидування в хромовій кислоті з метою отримання ематалевих плівок.
5. Оксидування в електролітах з органічних сполук для різного призначення.

Таблиця 5.1 – Розчини неорганічних солей для фарбування оксидованого алюмінію і його сплавів

Колір	1-й реактив	Кон- ція г/л	2-й реактив	Кон- ція г/л
Золотисто-жовтий	Тіосульфат натрію ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$)	10-50	Перманганат калію (KMnO_4)	10-50
Синій або блакитний	Хлорне залізо (FeCl_3)	10-100	Железистосинеродистий калій, $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$	10-50
Жовтий	Уксуснокислий свинець, $\text{Pb}(\text{CH}_3\text{COO})_2$	100-200	Двуххромовокислий калій (хромпик, $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$)	50-100
Помаранчевий	Азотнокисле срібло, AgNO_3	50-100	Хромовокислий калій (KCr_2O_4)	05-10
Чорний	Ацетат кобальту, $\text{Co}(\text{CH}_3\text{COO})_2$	40-100	Перманганат калію (KMnO_4)	15-20
Коричневий	Сульфат міді (мідний купорос, CuSO_4)	10-100	Железистосинеродистий калій, $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$	10-50

Оксидування в розчинах сірчаної кислоти.

Цей спосіб оксидування є найпоширенішим і проводиться шляхом анодної обробки підготовлених і змонтованих деталей в 15-20%-ному розчині сірчаної кислоти при кімнатній температурі і анодній щільності струму 1-2 А/дм².

Витримка залежить від призначення оксидної плівки. При захисно-декоративному оксидуванні витримка становить 15-20 хв, що забезпечує отримання оксидної плівки товщиною 4-5 мкм. Велике значення для процесу має температура електроліту, підвищення якої негативно позначається на якості оксидної плівки, аж до її сповзання. Тому при тривалій роботі ванн, а також в літній період електроліт необхідно охолоджувати. Для цієї мети використовують водяні сорочки і змішувачі, а також фреонові холодильні установки.

Оксидування в щавлевокислих електролітах.

Для алюмінію і сплавів, що деформуються, широко застосовується захисно-декоративне і електроізоляційне оксидування в розчині щавлевої кислоти. Для оксидних плівок, отриманих з щавлевокислих електролітів, характерні мала пористість, природна забарвлення в жовті тони і добре чутний хруст оксидної плівки при згинанні тонкостінних деталей. Відшаровування плівки або погіршення фізико-хімічних властивостей її при цьому не відбувається.

Процес оксидування ведуть в розчині щавлевої кислоти з концентрацією 40-60 г/л при кімнатній температурі, анодній щільності струму 2,5-3,5 А/дм² і витримці 2-3,5 год. Напруга постійного або змінного струму при цьому поступово зростає від 20-30 до 120 В.

Оксидування в розчинах ортофосфорної кислоти.

Оксидування сплавів алюмінію в ортофосфорній кислоті має обмежене застосування і використовується головним чином для подальшого нікелювання або міднення. Для цієї мети застосовують розчин 350-650 г/л ортофосфорної кислоти при наступному режимі оксидування: робоча температура 290-320 К, анодна щільність струму 1-3 А/дм²; витримка 5-10 хв.

Для правильного ведення процесу необхідна підвищена напруга від 10 до 15 В і перемішування стиснутим повітрям. Отримана оксидна плівка має глибину 3 мкм, вельми пориста, погано забарвлюється, але легко розчинна в нікелевому і кислому мідному електролітах при осадженні цих металів, що і визначає її призначення.

Таким чином, розглянутий вище матеріал дає можливість, виходячи з експлуатаційних потреб, рекомендувати спроектовану послідовність процесу оксидування деталі «Корпус», виготовленої із алюмінієвого сплаву АК4-1.

6 РОЗРАХУНОК ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ПРИЙНЯТОЇ КОНСТРУКЦІЇ ПРИСТОСУВАННЯ

Визначення економічної ефективності того чи іншого засобу механічної обробки ґрунтується на порівнянні наведених витрат на базовий і пропонований варіанти конструкції пристосування (п. 2.1).

Розрахунок проведено за [1, 6]. Собівартість вираховується за формулами (6.1):

$$C_{T1} = L_{31} \cdot \left(1 + \frac{z}{100}\right) + \frac{A_1}{N} \cdot \left(\frac{1 + q_n}{i_c} + q_e\right), \quad (6.1)$$

$$C_{T2} = L_{32} \cdot \left(1 + \frac{z}{100}\right) + \frac{A_2}{N} \cdot \left(\frac{1 + q_n}{i_c} + q_e\right),$$

де L_{31} и L_{32} – основна заробітна плата робітника, що приходить на одну заготовку, грн;

A_1 и A_2 – вартість виготовлення пристосувань пропонованого і базового, відповідно, грн;

$z=250\%$ – відсоток цехових накладних витрат, %;

$N = 2500$ – річна програма випуску, деталей/рік;

$i_{c1} = 1,5$ та $i_{c2} = 3$ – термін амортизації пристосування, років;

$q_e=0,2$ – коефіцієнт експлуатації пристосування;

$q_n=0,5$ – коефіцієнт проектування пристосування.

Визначаємо питому вартість виготовлення пристосування:

$$m_1 = 1,089; z_{n1} = 24; C_{n1} = 3;$$

$$m_2 = 1,203; z_{n2} = 16; C_{n2} = 2.$$

Вартість виготовлення пристосувань пропонованого і базового визначаємо за формулою (6.2):

$$A_1 = Z_{n1} \cdot C_{n1},$$

(6.2)

$$A_2 = Z_{n2} \cdot C_{n2}.$$

де C_n – питома середня собівартість однієї деталі, грн;

z_n – кількість деталей в пристосуванні, шт.

$$A_1 = 24 \cdot 3 = 72 \text{ грн.},$$

$$A_2 = 16 \cdot 2 = 32 \text{ грн.}$$

Визначаємо основну заробітну плату на виконання операції за формулою (7.3):

$$L_{31} = t_{um1} \cdot S_1 \cdot m_n,$$

(6.3)

$$L_{32} = t_{um2} \cdot S_1 \cdot m_n,$$

де $t_{o\dot{o}1} = 1,7$ мм; $t_{o\dot{o}2} = 2,64$ мм.

$S = 4,18$ – годинна тарифна ставка, грн;

m_l – коефіцієнт складності праці.

Визначаємо заробітну плату виконання даної операції на запропонованому пристрої і базовому пристрої, відповідно:

$$L_{31} = 1,7 \cdot 4,18 \cdot 1,089 = 8,5 \text{ грн.}$$

$$L_{33} = 2,64 \cdot 4,18 \cdot 1,203 = 13,3 \text{ грн.}$$

Собівартість виконання операції:

$$C_{T1} = 8,5 \cdot \left(1 + \frac{250}{100}\right) + \frac{72}{2500} \cdot \left(\frac{1 + 0,5}{1,5} + 0,2\right) = 29,78 \text{ грн.}$$

$$C_{T2} = 13,3 \cdot \left(1 + \frac{250}{100}\right) + \frac{32}{2500} \cdot \left(\frac{1 + 0,5}{3} + 0,2\right) = 46,56 \text{ грн.}$$

Визначаємо оптимальний обсяг продукції за формулою (6.4):

$$N = (A_1 - A_2) \cdot \frac{\frac{1 + q_n}{i_c} + q_e}{L_{32} - L_{31}} \cdot \left(1 + \frac{z}{100}\right). \quad (6.4)$$

$$N = (72 - 32) \cdot \frac{\frac{1 + 0,5}{2,25} + 0,2}{13,3 - 8,5} \cdot \left(1 + \frac{250}{100}\right) = 25 \text{ шт.}$$

Економічний ефект на одну деталь визначаємо за формулою (6.5):

$$E = C_{T2} - C_{T1} \quad (6.5)$$

$$E = 46,56 - 29,78 = 16,78 \text{ грн.}$$

На річну програму:

$$E_p = E \cdot N = 16,78 \cdot 2500 = 41950 \text{ грн.}$$

Оптимальний термін окупності визначаємо за формулою (6.7):

$$i = \frac{(A_1 - A_2) \left(\frac{1 + q_n}{i_c} + q_e \right)}{E_p} \quad (6.7)$$

$$i = \frac{(72 - 32) \left(\frac{(1 + 0,5)}{2,5} + 0,2 \right)}{41950} = 0,082 \text{ року.}$$

Проектоване пристосування можна вважати економічно доцільним, через те, що річний економічний ефект від його застосування перевищує річні додаткові витрати ($i < 1$ року).

7 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

Розглянемо потенційні небезпеки, що можуть виникнути в процесі технологічної обробки деталей, згідно рекомендацій методичних вказівок [22]. Відповідно до класифікації «Небезпечні та шкідливі виробничі фактори» фактори виробничого процесу, в залежності від впливу на організм людини поділяються на фізичні, хімічні, біологічні та психофізіологічні. Розглянемо, які небезпеки є потенційно можливими в процесі виготовлення деталі [22].

Фізичні фактори:

- ураження електричним струмом, у наслідок несправності електродобладнання, невиконання правил техніки безпеки при користуванні електричним обладнанням, що може призвести до електротравм або летального наслідку;
- механічні травми, що виникають внаслідок наявності в цеху рухомих машин і механізмів, рухомих частин виробничого обладнання, заготовок, матеріалів, а також конструкцій, що руйнуються [23];
- захаращення заготівками і деталями робочого місця;
- травми та пошкодження шкіряного покриву при розвантаженні і завантаженні заготовок та деталей;
- пошкодження шкіряного покриву рук гострити кромками, шорохатістю на поверхні заготовок, інструменту, обладнання, відходів при роботі без рукавиць;
- підвищення або зниження температури в робочій зоні, у наслідок сезонних температурних коливань, приводить до зниження темпу робіт, погіршення самопочуття або застудних захворювань;
- існує небезпека виникнення загальних захворювань у випадку несправної або нераціонально організованої системи вентиляції, опалення

- недостатнє освітлення виробничих приміщень і робочих місць, у зв'язку з несправністю, або хибного вибору освітлювальних приладів, що призводить до погіршення зору [23];

- підвищений рівень шуму, що супроводжує роботу значної кількості верстатів, призведе до роздратованості, збільшенню помилок, в окремих випадках
- до погіршення слуху.

До біологічних чинників зараховують хвороботворні мікроорганізми і бактерії, що виявляються при роботі з МОТЗ.

До психофізіологічних небезпек відносяться:

- нервово-психічні навантаження в наслідок специфіки виконуваних робіт, що призводить до роздратованості, додаткового навантаження на серцево-судинну систему;

- довготривалий дискомфорт під час виконання роботи в одноманітній позі сприяє передчасному розвитку загального втомлення, зниженню працездатності, а при систематичній безперервній роботі призводить до захворювань периферичної нервової системи: невритів, радикулітів;

- підвищена напруга зору та уваги, постійні інтелектуальні навантаження призводить до захворювань загального характеру.

Інші питання стосовно охорони праці показані в додатку Б.

ВИСНОВОК

В дипломному проекті розглянуто деталь «Корпус», яких виготовлений з алюмінієвого сплаву АК4-1. Тип виробництва обрано серійним.

В якості метода отримання заготовки пропонується і розраховано метод штампування на пресі, масу заготовки визначено за допомогою програмного забезпечення Siemens NX, проведені економічні розрахунки.

Спроектують маршрут обробки поверхонь, розраховано припуски, режими різання та норми часу.

За допомогою програми NX спроектовано розрахунково-технологічні карти для операції технологічного процесу.

В конструкторській частині спроектовано та розраховано свердлильне механізоване пристосування. Пристосування оснащено пневматичним приводом, що дозволяє скоротити час на обробку. Для перевірки биття спроектовано контрольне пристосування. розраховано похибки вимірювання.

В частині автоматизації розглянуто питання використання пристроїв для виконання обробки поверхонь металевими щітками.

Розрахунок на міцність показав небезпечні ділянки поверхні деталі, для них розраховано допустиме навантаження.

Темою спецзавдання було питання оксидування алюмінієвих сплавів. Спроектують та рекомендовано до використання технологія проведення оксидування деталі.

В економічній частині надано розрахунок економічної ефективності застосування механізованого пристосування в порівнянні з ручним затискачем.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Методичні вказівки до дипломного проектування з технології авіадвигунобудування і машинобудування для студентів спеціальностей «Технологія машинобудування»(8.090202) та «Технологія будування авіаційних двигунів» (7.090260) усіх форм навчання / уклад. В. К. Яценко, В. І. Ципак, Є. Я. Кореневський та інш. – Запоріжжя: ЗНТУ, 2003. – 245 с.
2. Марочник сталей и сплавов. 4-е изд., переработ. и доп. / [Ю. Г. Драгунов, М28 А. С. Зубченко, Ю. В. Каширский и др.] – М. : 2014. 1216 с.: илл.
3. Справочник технолога-машиностроителя: 1 т. / под ред. А. М. Донского, А. Г. Косиловой, Р. К. Мещерякова, А. Г. Сулова. – М.: Машиностроение, 2001.
4. Справочник технолога-машиностроителя: 2 т. / под ред. А. М. Донского, А. Г. Косиловой, Р. К. Мещерякова, А. Г. Сулова. – М.: Машиностроение, 2001.
5. Горбацевич А. Ф. Курсовое проектирование по технологии машиностроения / А. Ф. Горбацевич.- Минск: Высшая школа, 1983г.-453с.
6. Богуслаев В. А Станочные приспособления / В. А. Богуслаев, В. А. Леховицер, А. С. Смирнов. – Запорожье: ОАО «Мотор-Сич», 2004. – 461 с.
- 7 Корсаков В. С. Основы конструирования приспособлений / В. С. Корсаков. – М.: Машиностроение, 1983. – 275с.
8. Методичні рекомендації до самостійної роботи з вивчення дисципліни «Контрольно вимірювальні прилади» для студентів спеціальності 131 «Прикладна механіка» за освітньою програмою «Технології машинобудування» галузі знань «Механічна інженерія» всіх форм навчання / уклад. С. І. Дядя, В. М. Томілін – Запоріжжя : ЗНТУ, 2018. – 17 с.
9. Практикум по прикладной электрохимии: Учеб. пособие для вузов / [Н. Г. Бахчисарайцян, Ю. Б. Борисоглебский, Г. К. Буркат и др.]. 3-е изд., перераб.– Л. : Химия, 1990.– 304 с:

10. Материалы информационного сайта [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://anytech.narod.ru/al-ox.htm>.
11. Аверьянов Е. Е. Справочник по анодированию / Е. Е. Аверьянов. – Москва : Машиностроение, 1988. – 224 с.
12. Шрейдер А. В. Оксидирование алюминия и его сплавов / А. В. Шрейдер. – М.: Металлургиздат, 1960. – 198 с.
13. Голубев А. И. Анодное окисление алюминиевых сплавов / А. И. Голубев – М. : Изд-во АН СССР, 1961. – 221 с.
14. Материалы информационного сайта [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://mash-xxl.info/info/228372/>.
15. Материалы информационного сайта [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://vseokraskah.net/anodirovanie/anodirovanie-obrabotka-izdelij-pered-anodirovaniem.html>.
16. Материалы информационного сайта [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://wikimetall.ru/metalloobrabotka/kraczevanie-metalla.html>.
- 17 Материалы информационного сайта [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://docplayer.ru/73499650-Otrezanie-obdirka-kracevanie.html>.
- 18 Материалы информационного сайта [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://svarka-master.ru/2477-2/>.
- 19 Материалы информационного сайта [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://hms.kiev.ua/gmedia-album/peskostrujnaya-obrabotka/#!gallery-4-31>.
20. Материалы информационного сайта [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://nisk.pro/catalog/peskostrujnaya-obrabotka-metalla/>.
21. Материалы информационного сайта [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://www.directindustry.com.ru/prod/vapormatt/product-147728-1688121.html>.
22. 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

23. Пістун І. П., Стець Р. Є., Трунова І. О. Охорона праці в галузі машинобудування: Навч. посіб. – Суми: Університетська книга, 2011. 557 с.

Додаток А

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание	Перв. примен.	Справ. №	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата	Инв. № подл.	Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Н.контр.	Утв.	Логоминов	Дядя	Пристосування для свердління 2 отв. 2,55 мм	Лит.	Лист	Листов
				Документация																						
				Складальне креслення	1																					
				Детали																						
		1		Корпус	1																					
		2		Основа	1																					
		3		Плита	1																					
		4		Шток	1																					
		5		Втулка	1																					
		6		Поршень	1																					
		7		Корпус	1																					
		8		Кришка	1																					
		9		Фланець зогнутий	1																					
		10		Фланец	1																					
		11		Шайба	1																					
		12		Втулка постійна	1																					
		13		Втулка швидкозмінна	1																					
				Стандартные изделия																						
		14		Болт М4х16 ГОСТ 7805-70	4																					
		15		Гвинт М10х22ГОСТ 1491-80	4																					
НУЗП 293426.010																										
Изм. Лист № докум. Подп. Дата Разраб. Проб. Н.контр. Утв. Карцев Козлова Логоминов Дядя Пристосування для свердління 2 отв. 2,55 мм Лит. Лист Листов НУЗП гр. М-119м																										
Копировал Формат А4																										

[illegible]

Копировал

Формат А4

Перв. примен.	Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание		
Справ. №					Документация				
					Складальне креслення	1			
					Детали				
			1		Кронштейн	1			
			2		Корпус	1			
			3		Ролик	2			
			4		Гвинт	2			
Подп. и дата					Стандартные изделия				
			5		Гайка М27 ГОСТ 5915-71	1			
			6		Индикатор ІЧ-02 кл 0	1			
					ГОСТ 577-68				
			7		Шайба 27	1			
Взам. инв. №	Подп. и дата	Инв. инв. №	Инв. № дубл.	НУЗП 40254.9.010					
Инв. № подл.	Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Приспособления для контроля биття	Лист	Лист	Листов
	Разраб.	Карцев							
	Пров.	Козлова					НУЗП		
	Н.контр.	Логомінов					зр. М-119м		
	Утв.	Дядя					Формат А4		

Копировал

ДОДАТОК Б

Аналіз потенційних небезпек

Вірогідність загоряння, у зв'язку із несправністю електричного обладнання, недотримання або порушення правил протипожежної безпеки обслуговуючим персоналом призводить до пожежі.

Небезпеки, що пов'язані з незадовільною професійною підготовкою фахівців, зокрема при виникненні аварійних ситуацій, при неправильній дії персоналу в умовах надзвичайних ситуацій, виконанні хибних дій у приміщенні з обладнанням, можуть призвести до руйнування обладнання та тяжких випадків травматизму.

Заходи по забезпеченню безпеки

Щоб уникнути механічних та електричних травм під час виробничого процесу 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» [Б1].

Згідно Наказу міністерства охорони здоров'я України від 21 травня 2007р. №246 «Про затвердження порядку проведення медичного огляду працівників певних категорій» до роботи допускаються особи, що пройшли медичний огляд та не мають протипоказань до цієї роботи. Для вчасного запобігання, вияву та лікування захворювань необхідно регулярно та своєчасно проходити періодичний медогляд. Періодичні медичні огляди мають проводитися за рахунок роботодавця, раз на два роки, а для окремих категорій робітників і один раз на рік, комісією в складі: терапевта, невропатолога та офтальмолога, жінки обов'язково оглядаються лікарем акушером-гінекологом.

Для запобігання аварій, виробничого травматизму та інших небезпечних явищ конструкція обладнання на механічній дільниці відповідає вимогам національних стандартів та Технічному регламенту безпеки. Обладнання не створювало небезпеки для людей під час встановлення, налагодження, експлуатації та обслуговування згідно з передбачуваними умовами та технологічними вимогами.

З метою уникнення ризиків травмування робітників під час обробки деталей рухомі частини виробничого обладнання огорожені та мають інші види засобів захисту відповідно ДСТУ EN ISO 14120:2017 «Безпечність машин. Захисні огорожі. Загальні вимоги до проектування та будівництва стаціонарних і знімних захисних огорож. [Б1]

Передбачена звукова сигналізація, яка попереджає про пуск обладнання, засоби зупинки, про порушення нормального режиму роботи, автоматичного відключення від джерела енергії при небезпечних несправностях. Елементи конструкції виробничого обладнання не мають гострих кутів, країв і поверхонь з нерівностями, що становлять небезпеку. Робочі місця безпечні зручні ті відповідають вимогам ДСТУ EN 894-3:2017 «Безпечність машин. Ергономічні вимоги до проектування індикаторів і органів керування. Частина 3. Органи керування», НПАОП 0.00-1.71-13 «Правила охорони праці під час роботи з інструментом та пристроями». [Б2, Б3]

З метою уникнення ризиків отримання механічних травм різного ступеню важкості передбачено застосування кольорів та сигналів безпеки, що використовуються на робочих місцях, у відповідності вимогам Технічного регламенту знаків безпеки і захисту здоров'я працівників затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 25 листопада 2009 р. № 1262 (Офіційний вісник України, 2009 р., № 92, ст. 3118), ДСТУ ISO 6309:2007 «Протипожежний захист. Знаки безпеки. Форма та колір».

Для захисту від можливих порізів, опіків та травм, пов'язаних з вильотом стружки необхідно надати робітнику засоби індивідуального захисту (спеціальний одяг, спеціальне взуття, засоби захисту рук, очей) відповідно до

вимог ДСТУ 7239:2011 «ССБП. Засоби індивідуального захисту. Загальні вимоги та класифікація». Засоби колективного захисту передбачені згідно ДСТУ 7238:2011 «ССБП. Засоби колективного захисту працюючих. Загальні вимоги та класифікація».

Небезпека ураження електричним струмом при використанні верстатів, приладів з'являється при недотриманні заходів безпеки, а також при відмові або несправності цього обладнання. Наслідки ураження електричним струмом залежать від багатьох факторів: опору організму, величини, тривалості дії, роду і частоти струму, шляхів його проходження через життєво важливі органи, умов зовнішнього середовища [Б4].

Категорія приміщення механічної дільниці, відповідно НПАОП 40.1-1.32-01 «Правила будови електроустановок. Електрообладнання спеціальних установок» - підвищеної небезпеки (сухе – відносної вологості не більше 60%, металевий пил в повітрі, температура до 30°C, залізобетонна підлога).

Відповідно до вимог ПУЕ, ДСТУ Б В.2.5-82:2016 «Електробезпека в будівлях і спорудах. Вимоги до захисних заходів від ураження електричним струмом» в електроустаткуванні застосовують такі системи засобів: захисне заземлення ізоляції токоведучих частин, захисне відключення, напруга (до 42 В) для переносного освітлення і роботи електроінструменту, повна недоступність працівників до неізольованих проводів. Відповідно до вимог «ПУЕ», електрообладнання на механічній дільниці характеризується як електроустановки до 1000 В, тому згідно вимог глави 1.7 «ПУЕ», величина опору контуру захисного заземлення електрообладнання приміщення у будь-яку пору року не перевищує – 4 Ом. [Б4]

Ймовірність механічного травмування може виникнути внаслідок нерационального розташування робочих місць, захаращення робочих місць або у зв'язку з недбалістю та неуважністю обслуговуючого персоналу. Для виключення травматизму зроблено більш зручне та раціональне розташування робочих місць, таким чином збільшена відстань між ними. Враховано рекомендації ДБН В.2.2-28:2010 «Будинки і споруди. Будинки адміністративного та побутового

призначення», відстань між верстатами залежить від розміру верстатів і становить не менше – 0,9...1,5 м, що забезпечує безпеку в процесі трудової діяльності. Ширина проїзду на дільниці - 4.5 метрів, ширина проходів становить 2-2.5метри, що дає можливість безпечно та комфортно переміщувати заготовки, деталі, обладнання, а у випадку пожежі – гарантує швидку евакуацію людей. Зручне розташування інструменту і пристроїв в тумбочках і на стелажах, заготовок в спеціальній тарі, використання планшетів для креслення дозволяє зменшити втомлюваність і виробничий травматизм робітників[Б5, Б6].

З метою зменшення важкої фізичної праці та запобіганню травматизму в умовах серійного виробництва передбачено механізоване переміщення вантажів, масою понад 20 кг та на відстань понад 25 м. На дільниці передбачено застосування кран-балки, яка призначена для транспортування пристосувань, переміщення тари з партією заготовок або деталей від верстата до верстата. Кран-балка з дистанційним (за допомогою пульта) керуванням. Перевагою дистанційного керування є можливість здійснення постійного візуального контролю за переміщенням вантажу, а перебування працівника в безпечній зоні, що гарантує його особисту безпеку. Попереджувальні надписи про вантажопідйомність крана і його роботу відповідають вимогам Технічного регламенту знаків безпеки і захисту здоров'я працівників затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 25 листопада 2009 р. № 1262 (Офіційний вісник України, 2009 р., № 92, ст. 3118). Також враховано, що вантажопідйомність кран-балки на 10-20% вища ніж маса вантажу, що підіймається.

При плануванні робочого місця забезпечена їх зручність, розташування потрібних для роботи пристроїв, а також зони досяжності рук дослідника, що дає можливість раціонально розташувати необхідні пристрої.

Для здійснення безпечної, безаварійної та високопродуктивної роботи обладнання необхідно правильно організовувати його експлуатацію для уникнення можливості помилок зі сторони обслуговуючого персоналу, що відповідає вимогам ДСТУ EN 894-3:2017 «Безпечність машин. Ергономічні

вимоги до проектування індикаторів і органів керування. Частина 3. Органи керування» [Б1].

Для забезпечення безпеки при роботі на шліфувальних і заточувальних верстатах передбачено:

- установку абразивних кіл на верстатах повинен проводити тільки спеціально проінструктований наладчик;

- перед установкою коло ретельно оглянути на відсутність тріщин [Б7].

- користуватися колами, що мають тріщини або вибоїни, забороняється. Круги абразивні повинні мати штамп або наклейку про випробування - порядковий номер кола і підпис особи, відповідальної за випробування. Використання кіл без відмітки про випробування забороняється. Дані про випробування кожного кола записуються в журнал випробувань кола. [Б1].

- біля кожного верстата повинна бути в наявності табличка із зазначенням допустимої роботи окружної швидкості використовуваних кіл і частоти обертання шпинделя верстата в хвилину;

- абразивний круг, що обертається, виступаючі кінці шпинделя і кріпильні деталі захистити захисними кожухами;

- при заточуванні інструменту робітник не повинен знаходитись проти поворотного круга. Стояти дозволяється поза небезпекою обертання кола (каменя);

- при роботі на верстаті підводити деталь необхідно плавно, не допускати ударів деталі об коло;

- при виявленні биття кола необхідно зупинити верстат і встановити несправність;

- при заточуванні інструмент надійно тримати в руках, щоб не допустити його заклинювання.

Під час роботи заточувальних верстатів не допускається: зачищати коло і торкатися його руками; користуватися несправними і невиконаними колами; відкривати захисні кожухи кола, вала, шпинделя, шківів, ременя; одягати, знімати і перекладати ролики.

Заходи по забезпеченню виробничої санітарії та гігієни праці

Заходи з виробничої санітарії і гігієни праці для механічної дільниці та робочих кімнат розроблені відповідно до вимог Державних санітарних норм та правил «Гігієнічна класифікація праці за показниками шкідливості та небезпечності факторів виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу», МЮУ 06.05.2014 р. за № 472/25249 (далі – «Гігієнічна класифікація праці»). [Б2].).

Метеорологічні умови на дільниці: температура повітря, відносна вологість повітря й швидкість його переміщення відповідають встановленим санітарно-гігієнічним вимогам ДСН 3.3.6.042-99 «Державні санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень» і ГН 2152-80 «Санітарно-гігієнічні норми допустимих рівнів іонізації повітря виробничих та громадських приміщень». Роботи на дільниці належать до категорії Па –робота середньої важкості, тому передбачені наступні оптимальні значення параметрів мікроклімату. [Б8, Б9]:

- у холодний період року: температура 18-20°C; відносна вологість: 40-60%; швидкість переміщення повітря: 0,2 м/с;

- у теплий період року: температура 21-23°C; відносна вологість: 40-60%; швидкість переміщення повітря: 0,2 м/с.

Забезпечення таких параметрів мікроклімату досягається оснащенням приміщень системою опалювання, що збалансована з припливно-витяжною вентиляцією, згідно ДБН В.2.5-67:2013 «Опалення, вентиляція та кондиціювання». [Б5].

Освітлення виробничих приміщень відіграє найважливішу роль у забезпеченні збереження працездатності та здоров'я працівників, що постійно працюють в умовах напруження органу зору. Згідно ДБН В.2.5-28-2018 «Природне і штучне освітлення» передбачене природне та штучне освітлення. Природне освітлення здійснено через світлові прорізи, які забезпечують коефіцієнт природної освітленості (КПО) не нижче 1,5%. [Б10].

Штучне освітлення в приміщенні, здійснено системою загального рівномірного освітлення. Норма освітленості на робочій поверхні становить 200-300 лк. Як джерела штучного освітлення в конструкторському бюро та робочих кімнатах використовуються люмінесцентні лампи типу ЛБ, ЛД, які встановлені у світильники типу ЛПО. Для забезпечення нормованого освітлення на дільниці механічного цеху застосовуються світильники типу РСП, з газорозрядними лампами типу ДРЛ. Лампи мають високу ефективність, економічні, надійні, строк експлуатації понад 8000-14000 годин.

Розрахуємо систему загального рівномірного штучного освітлення в конструкторському бюро. [Б11].

Приймаємо розміри приміщення довжина $A = 12\text{м}$, ширина $B = 6\text{м}$, висота $H = 4\text{ м}$. Висота робочої поверхні складає $h = 0,7\text{м}$.

Згідно з ДБН В.2.5-28-2018 «Природне і штучне освітлення» освітлення в конструкторському бюро нормуються як $E_n = 300\text{ Лк}$. [Б8].

Розряд зорової роботи – ШВ.

Коефіцієнти відбиття поверхонь приміщення (від: стелі – ρ_c ; стін – $\rho_{ст}$; підлоги – $\rho_{п}$) у світлому приміщенні $\rho_c=70\%$; $\rho_{ст}=50\%$; $\rho_{п}=30\%$;

Обираємо світильник типу ЛВП (IP=54 – ступінь захисту світильника, $[L/h] = 1,3$ – числове значення коефіцієнта світильника).

Коефіцієнт запасу k_z враховує зниження рівня освітленості з часом в результаті забруднення та старіння ламп, світильників і поверхонь приміщення, приймається в залежності від виробничих умов. Приймаємо $k_z = 1,4$.

Коефіцієнт нерівномірності (мінімального) освітлення z (відношення середньої освітленості до мінімальної освітленості), для люмінесцентних ламп низького тиску, як правило дорівнює $z = 1,1$.

Розрахуємо кількість рядів світильників у приміщенні:

$$N_p = \frac{B}{(H - h_p)(L/h)} = \frac{6}{4 \cdot 1,3} = 1,15 \approx 2$$

Визначимо максимально припустиму відстань між рядами світильників:

$$L_{\max} = \frac{B}{N_p},$$

де B – ширина приміщення, N_p – кількість рядів

$$L_{\max} = 3 \text{ м}$$

Розраховуємо висоту підвісу світильника над робочою поверхнею:

$$h = \frac{L_{\max}}{[L/h]}.$$

$$h = 2,3 \text{ м.}$$

Знайдемо висоту звисання світильника від стелі

$$h_3 = H - h_p - h.$$

де H – висота приміщення, h_p – висота робочої поверхні, h – висота підвісу світильника над робочою поверхнею.

$$h_3 = 4 - 2,3 = 1,7 \text{ м}$$

Чисельне значення індексу приміщення визначаємо за рівнянням:

$$i = \frac{AB}{h(A+B)}$$

де A – довжина приміщення, м;

B – ширина приміщення, м;

h – висота розміщення світильників над робочою поверхнею, м.

$$i = \frac{12 \cdot 6}{2,3(12 + 6)} = 1,74.$$

Значення коефіцієнта використання світлового потоку η вибирається в залежності від виду джерела світла, типу обраного світильника, коефіцієнтів відбиття поверхонь приміщення (ρ_c , $\rho_{ст}$, $\rho_{п}$) та індексу приміщення. В нашому випадку $\eta = 0,38$.

Визначаємо сумарний світловий потік освітлювальної установки у даному виробничому приміщенні:

$$\Phi_{\Sigma} = \frac{E_n S k_3 z}{\eta}$$

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

E_n – нормоване значення освітленості, лк;

S – площа освітлюваної поверхні, м²;

k_3 – коефіцієнт запасу;

z – коефіцієнт нерівномірності (мінімальної) освітленості;

η – коефіцієнт використання світлового потоку.

$$\Phi_{\Sigma} = \frac{300 \cdot 6 \cdot 12 \cdot 1,4 \cdot 1,1}{0,5} = 66528 \text{ лм.}$$

Визначаємо умовну загальну кількість світильників у приміщенні:

$$N^* = AB/L_{\max}^2$$

$$N^* = \frac{12 \cdot 6}{9} = 8 \text{ шт.}$$

Розрахуємо світловий потік умовного джерела світла:

$$\Phi_{\lambda}^* = \frac{\Phi_{\Sigma}}{N_{\lambda}}, \text{ лм}$$

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

N_{λ} – загальна кількість ламп у приміщенні, шт;

$$N_{\lambda} = N^* \cdot n.$$

де n – кількість ламп у світильнику (в ЛВП світильнику знаходиться 2 лампи).

$$N_l = 8 \cdot 2 = 16 \text{ шт.}$$

Тоді,

$$\Phi_l = \frac{66528}{16} = 4158 \text{ лм.}$$

Обираємо тип стандартної лампи з найближчим значенням фактичного світлового потоку лампи Φ_l і знайти коефіцієнт m (співвідношення між розрахунковим світловим потоком лампи Φ_l^* та фактичним світловим потоком вибраної стандартної лампи Φ_l):

Обираємо лампу ЛБ 65, $\Phi_l = 4800 \text{ лм}$

$$m = \frac{4158}{4800} = 0,96.$$

Визначаємо оптимальну (фактичну) кількість світильників у приміщенні:

$$N = N^* \cdot m$$

$$N = 8 \cdot 0,96 = 7,7 \text{ шт.}$$

Фактична кількість ламп у приміщенні:

$$N_{\text{фл}} = N_{\text{ф}} \cdot n$$

$$N_{\text{фл}} = 8 \cdot 2 \text{ шт.}$$

Визначаємо загальну розрахункову освітленість E_p у приміщенні, що створюється при застосуванні стандартних ламп:

$$E_p = \frac{\Phi_l N_{\text{фл}} \eta}{S k_z}, \text{ лк}$$

$$E_p = \frac{4300 \cdot 16 \cdot 0,5}{6 \cdot 12 \cdot 1,4 \cdot 1,1} = 310 \text{ лк.}$$

Тобто виконується умова $E_p = (-10\% \dots +20\%) \cdot E_n$, лк

Розрахуємо загальну потужність освітлювальної установки:

$$P_{\Sigma} = N_{\text{фл}} \cdot P_l, \text{ Вт.}$$

де P_l – потужність вибраної стандартної лампи.

$$P_{\Sigma} = 16 \cdot 58 = 928 \text{ Вт.}$$

Рівні звукового тиску в октавних смугах частот, рівні звуку та еквівалентні рівні звуку на робочих місцях приміщення відповідають вимогам ДСН 3.3.6.037-99 «Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку» та ДБН В.1.1-31:2013 «Захист територій, будинків і споруд від шуму». Зниження рівня шуму в приміщенні здійснено за допомогою: використання більш сучасного обладнання; розташування обладнання, що створює рівень шуму, більший за нормативно допустимий (понад 80дБа), на значній відстані від більшості робочих місць працівників.

Рівні вібрації під час верстатних робіт перевищують допустимі значення, що визначені в ДСН 3.3.6.039-99 «Державні санітарні норми виробничої загальної та локальної вібрації».

Для зменшення негативного впливу вібрації (спазми судин, порушення кровообігу та терморегуляції, біль в суглобах, тремор кінцівок) під час роботи з ручним механічним, електричним та пневматичним інструментом застосовуються засоби індивідуального захисту (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. Під час роботи в умовах загальної вібрації застосовується спеціальне взуття. [Б3]..

Заходи з пожежної безпеки

Пожежа – неконтрольоване горіння поза спеціальним вогнищем, що розповсюджується в часі і просторі. Для ліквідації пожежі у початковій стадії їх розвитку силами персоналу об'єктів застосовуються первинні засоби пожежогасіння. До них відносяться: вогнегасники, пожежний інвентар (покривала з негорючого теплоізоляційного полотна, ящики з піском, бочки з водою, пожежні відра, совкові лопати, лом, сокири тощо), системи автоматичного пожежогасіння. Первинні засоби пожежогасіння, в залежності від категорії приміщень, можуть розташовуватись як окремо, так і в складі пожежних

щитів, які згідно ДСТУ ISO 6309:2007 «Протипожежний захист. Знаки безпеки. Форма та колір» мають червоний колір. [Б17].

Заходи з пожежної безпеки на механічній ділянці та в конструкторському бюро розроблено відповідно до вимог НАПБ А.01.001-2014 «Правила пожежної безпеки в Україні».

Залежно від агрегатного стану й особливостей горіння різних горючих речовин й матеріалів пожежі згідно ДСТУ EN 2:2014 «Класифікація пожеж (EN 2:1992, EN 2:1992/A1:2004, IDT)» приміщення відноситься до класу можливої пожежі класів – А (пожежа, що супроводжується горінням твердих матеріалів) та Е (пожежі, пов'язані горіння електроустановок, що перебувають під напругою до 1000 В.) . [Б17].

Згідно із методикою визначення категорій приміщень та будівель за вибухопожежною та пожежною небезпекою, який регламентується ДСТУ Б В.1.1-36:2016 «Визначення категорій приміщень, будинків та зовнішніх установок за вибухопожежною та пожежною небезпекою» конструкторське бюро відповідає категорії «Д» з пожежної небезпеки – наявність незаймистих речовини і матеріали в холодному стані.

Відповідно до категорії виробництва з пожежної небезпеки і вимог ДБН В.1.1-7:2016 «Пожежна безпека об'єктів будівництва. Загальні вимоги», ступінь вогнестійкості приміщення – II [Б18].

Згідно вимог «Правил експлуатації та типових норм належності вогнегасників», затверджених наказом МВСУ 15.01.2018 № 25 та зареєстрованих в МЮУ 23.02.2018 р. за № 225/31677 діляниця оснащена переносними вуглекислотними вогнегасниками ВВК-3 з розрахунку 2 шт. на кожні 20 м² площі приміщення з урахуванням гранично допустимих концентрацій вогнегасної рідини. Доцільність використання даного вогнегасника пояснюється його властивостями. Вогнегасник призначений для гасіння загорання різних речовин, горіння яких не може відбуватися без доступу повітря, загорання електроустановок, що знаходяться під напругою, загорання в приміщеннях при наявності оргтехніки. Головною особливістю вуглекислотний вогнегасників є

відсутність слідів гасіння так як вуглекислота після використання не залишає слідів і бруду.

Для механічних цехів та адміністративних приміщень передбачено використання сповіщувачів пожежі, приміщення буде обладнане адресованим автоматичним сповіщувачем ДПП-1, який буде реагувати на дим. Своєчасне виявлення ознак займання й виклик пожежних підрозділів дає змогу швидко локалізувати осередки пожежі та вжити заходи щодо її ліквідації, а отже, створює можливість суттєво зменшити обсяги заподіяної шкоди. Адресований сповіщувач постійно або періодично активно формує сигнал про стан пожежонебезпечності у захищуваному приміщенні та про власну працездатність із зазначенням свого номера (адреси). Автоматичні пожежні сповіщувачі реагують на фактори, що супроводжують пожежу: підвищення температури, дим, полум'я.

Враховуючи пожежну небезпеку в приміщеннях та на ділянці також передбачено систему автоматичного пожежогасіння та первинні засоби пожежогасіння (вогнегасники типу ВВК-3) [Б19].

Заходи по забезпеченню безпеки у надзвичайних ситуаціях

Порядок дій сил цивільного захисту при ліквідації наслідків стихійних лих.

За характером своєї дії на об'єкти окремі явища природи можна прирівняти до дії деяких уражаючих факторів сучасних видів зброї. Для ліквідації наслідків стихійного лиха залучаються формування загального призначення, формування служб ЦЗ, а також військові частини ЦЗ. [Б20].

Основне завдання формувань при ліквідації наслідків стихійного лиха — рятування людей і матеріальних цінностей. Характер та порядок дій формувань при виконанні цього завдання залежить від виду стихійного лиха, обстановки, що склалася, кількості та підготовленості задіяних сил ЦЗ, пори року та доби, погодних умов та інших факторів.

Успіх дій формувань у значній мірі залежить від своєчасної організації та проведення розвідки і від урахування конкретних умов обстановки, що склалася.

У районі стихійного лиха розвідка визначає: межі району лиха та напрямок його розповсюдження, об'єкти та населені пункти, яким загрожує небезпека, місця масового знаходження людей, шляхи введення сил та техніки, стан і характер руйнувань будинків та споруд, стан людей у пошкоджених будівлях, характер і місця аварій на комунально-енергетичних мережах, обсяг робіт щодо їх локалізації і ліквідації. [Б21].

До складу розвідувальних формувань бажано залучати людей, які знають дану місцевість, розташування об'єктів, комунальних мереж і специфіку виробництва. Якщо виробництво потенційно небезпечне то у склад розвідки залучають спеціалістів-хіміків, дозиметристів та медичних працівників.

У зв'язку з раптовим виникненням стихійних лих та аварій оповіщення особового складу формувань ЦЗ, їх збір, укомплектування, оснащення, створення угруповання сил проводяться у мінімальні терміни.

У першу зміну сил ЦЗ залучаються, як правило, формування того об'єкта, де сталося лихо (аварія) з метою попередити (запобігти) виникнення катастрофічних наслідків, відвернути або значно зменшити людські і матеріальні втрати (збитки). Командири формувань постійно інформуються про зміну обстановки в районі робіт щоб вчасно вносити уточнення або ставити нові завдання підлеглим.

Для ліквідації наслідків землетрусів залучаються формування, оснащені інженерною технікою (бульдозерами, екскаваторами, кранами, домкратами, бензорізами) та іншою потужною технікою та інструментом.

При проведенні РІНР у районі землетрусу в першу чергу:

— витягають людей з-під завалів, із зруйнованих та палаючих будинків і надають їм першу медичну допомогу;

— влаштовують проїзди (переходи) у завалах;

— локалізують та усувають аварії на інженерних мережах, які загрожують життю людей або перешкоджають проведенню рятувальних робіт;

— валять або зміцнюють конструкції будинків і споруд, що загрожують обвалом;

— обладнують пункти збору потерпілих та медичні пункти;

— організовують водопостачання.

Послідовність та терміни виконання робіт встановлює начальник ЦЗ об'єкта, який опинився у районі землетрусу.

Під час повені для проведення рятувальних робіт залучаються рятувальні формування, а також відомчі спеціалізовані підрозділи, оснащені плавзасобами, санітарні дружини і пости, гідрометеорологічні пости та інші формування ЦЗ. Рятувальні роботи при повені спрямовані на розшук людей на затопленій місцевості та евакуація їх у безпечні райони.

Невеликим групам людей, що знаходяться у воді, скидають рятувальні круги, дошки, жердини й інші плаваючі предмети. Враховуючи течію води, напрямок вітру, витягують їх на плавзасоби і евакуюють у безпечні райони. Для вивезення великих груп людей використовують баржі, теплоходи, катери, вибирають та позначають місця посадки або обладнують причали.

Людям, які знаходяться на крижині, подають мотузки, дошки, драбини, жердини і переправляють у безпечне місце. Наближатися до людей, що знаходяться в ополонці, необхідно повзком з розкинутими ногами і руками та опираючись на дошки або драбину. Із напівзатоплених будинків, дерев чи інших місцевих предметів людей рятують на плавзасобах, що використовують для рятувальних робіт, але оснащених необхідним устаткуванням та пристроями.

Перша медична допомога надається сандружинниками безпосередньо в зоні затоплення, а перша лікарська допомога після доставки на причал.

Особовий склад формувань, що залучається для проведення рятувальних та інших невідкладних робіт повинен знати і дотримуватися правил поведінки на воді, знати прийоми рятування людей і уміти користуватися рятувальним інвентарем. Забороняється користуватися несправним інвентарем, перевантажувати плавзасоби, проводити підривні роботи поблизу підводних комунікацій, промислових та інших об'єктів без попереднього узгодження з відповідними організаціями.

При зсувах організовується і здійснюється термінове оповіщення населення і об'єктів, евакуюють населення і матеріальні цінності, приводять у готовність

формування. У район зсуву висилається розвідка та оперативна група на чолі із ведучим спеціалістом по зсувах.

На підставі даних розвідки і особистого спостереження начальник оперативної групи уточняє завдання формуванням. У першу чергу проводять розшук уражених людей і витягують їх з-під завалів і зруйнованих будинків, надають першу медичну допомогу. Влаштовуються проїзди в завалах, локалізують та гасять пожежі, ліквідовують наслідки зсуву. Після чого відновлюються дороги, дорожні споруди, комунально-енергетичні мережі.

При ліквідації зсувів особовий склад формування та населення повинні суворо дотримуватись заходів перестороги. Небезпечні ділянки огороджуються спеціальними знаками, а в нічний час — знаками, що світяться.

Для боротьби зі сніговими заметами та обледенінням залучаються як формування ЦЗ так і працездатне населення даного адміністративного поділу (населеного пункту), а при необхідності і сусідніх районів (населених пунктів). Снігоочисні роботи проводяться на основних транспортних магістралях, відновлюються роботи, які забезпечують життєдіяльність населення, об'єктів енерго-, тепло- та водопостачання.

При обледенінні найбільш уразливі і руйнуються лінії електропередач і зв'язку, контактні мережі електротранспорту. Боротьба з обледенінням здійснюється трьома способами — механічним, тепловим та за допомогою антиобліднювачів. Механічний спосіб передбачає збивання льоду та снігу із дротів жердинами, мотузками, перекинутими через проводи, за допомогою автодрезин. При тепловому способі використовують перемінний та постійний струми.

На дорогах лід сколюють або посипають піском та шлаком, особливо на поворотах та на ділянках з обмеженою видимістю. При ліквідації снігових заметів, обледеніння та їх наслідків влаштовують місця для обігрівання і відпочинку особового складу формувань та населення, яке залучається.

При буревіях, ураганах, смерчах проводяться попереджувальні (запобіжні), рятувальні та інші невідкладні роботи. У районах, де часто виникають урагани,

будинки та споруди будуються із найбільш стійких матеріалів, ставлять міцні опори ліній електрозв'язку, а для укриття людей — заглиблені захисні споруди. Про загрозу виникнення урагану оповіщається населення, адміністрація об'єктів та формування.

До появи ураганного вітру здійснюються різноманітні інженерно-технічні заходи стосовно посилення конструкцій будівель та споруд, зміцнення та закріплення техніки, дахів будинків, зачиняються вікна та двері, перекриваються комунально-енергетичні мережі, забезпечується укриття людей у захисних спорудах (пристосованих приміщеннях).

Після урагану особовий склад формувань і працездатне населення проводять рятувальні та інші невідкладні роботи щодо надання допомоги потерпілим і відновлення життєдіяльності в районах лиха.

Боротьба з пожежами (лісовими та торф'яними). Щоб ліквідувати пожежу потрібно її зупинити, локалізувати, погасити і організувати патрулювання.

Основні способи гасіння лісових пожеж:

- захльостування або закидання кромки пожежі землею;
- влаштування огорожувальних та мінералізованих смуг та канав;
- гасіння пожежі водою або розчинами вогнегасячих хімікатів;
- відпал (пуск зустрічного вогню).

Основним способом гасіння підземної торф'яної пожежі є окопування палаючої території канавами (ровами). Ширина рову становить 0,7—1 метр, а глибина — до мінерального ґрунту або ґрунтових вод. Окопують пожежу насамперед з боку підприємства або населеного пункту, в яких існує потенційна небезпека загорання від палаючого торфу. Палаючий торф заливається водою у вигляді потужного струменя (під сильним тиском).

Успіх боротьби з лісовими та торф'яними пожежами залежить від своєчасного виявлення та негайного прийняття заходів щодо його обмеження і ліквідації. На підставі даних розвідки начальник ЦЗ об'єкта оцінює пожежну обстановку і ставить завдання перед формуваннями на її ліквідацію. Командир

формування отримавши завдання організовує висування свого підрозділу в район пожежі.

З метою уточнення обстановки на маршруті та в районі пожежі він висилає розвідку із завданням:

- визначити характер та межі пожежі;
- визначити напрямок розповсюдження вогню та можливі місця улаштування загороджувальних сил;

- наявність і стан вододжерел, як до них під'їхати;
- шляхи виведення та способи рятування людей, які потрапили у зону пожежі.

Прибувши на місце пожежі, командир формування на підставі отриманого завдання даних розвідки та особистого спостереження визначає:

- прийоми, способи і порядок дій при гасінні пожежі;
- ставить завдання кожному відділенню. При постановці завдання командир вказує:

- напрямок розповсюдження пожежі;
- прийоми, способи і порядок дій при гасінні пожежі;
- район відпочинку;
- пункт харчування;
- заходи безпеки.

Усі формування, задіяні для гасіння пожежі, взаємодіють із протипожежними (лісопожежними) формуваннями. Їх головне завдання — рятування людей, надання їм медичної допомоги, евакуація людей і матеріальних цінностей із зони можливого розповсюдження пожежі. У першу чергу розшукують людей, які опинилися в районі пожежі, в палаючих будинках чи спорудах. З метою безпеки розшук ведуть парами: один веде пошук, другий, за допомогою мотузки — страхує, знаходячись у менш небезпечному місці. У зонах задимлення, загазованості роботи ведуться в засобах захисту.

Таким чином, передбачений для механічної дільниці комплекс заходів по забезпеченню безпеки, виробничої санітарії, гігієни праці і пожежної безпеки забезпечує безпечні та комфортні умови праці персоналу.

Передбачені заходи з цивільного захисту, по захисту населення при ліквідації наслідків стихійних лих та безпеки персоналу в умовах надзвичайної ситуації.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ ДО ДОДАТКУ Б

Б1. НПАОП0.00-4.12-05.Типове положення про порядок проведення навчання і перевірки знань з питань охорони праці. [На заміну ДНАОП0.00-4.12-99, ДНАОП-0.00-8.01-93]. К.: Держнагляд охорони праці, 2005. 26 с. – (Нормативно-правовий акт охорони праці)¶

Б2. ДСТУ EN ISO 14120:2017 «Безпечність машин. Захисні огорожі. Загальні вимоги до проектування та будівництва стаціонарних і знімних захисних огорож».¶

Б3. ДСТУ EN 894-3:2017 «Безпечність машин. Ергономічні вимоги до проектування індикаторів і органів керування. Частина 3. Органи керування»¶

Б4. НПАОП0.00-1.71-13 «Правила охорони праці під час роботи з інструментом та пристроями». Наказ Міністерства енергетики та вугільної промисловості України 19.12.2013 року №966.¶

Б5. ПУЕ-2017. Правила улаштування електроустановок. [На заміну ПУЕ-86; чинний з 2017-08-21]. К.: Міненерговугілля України, 2017. 617 с.¶

Б6. ДБН В.2.2-28:2010 Будинки і споруди. Будинки адміністративного та побутового призначення. [На заміну СНиП2.09.04-87; чинний від 2011-10-01]. К.: Міненбуд України, 2011. 31 с.¶

Б7. Юдин, Е.Я. Охрана труда в машиностроении. [Текст]: учебник для машиностроительных вузов. 2-е, перераб. и доп. — М.: Машиностроение, 1983. 432 с.¶

Б8. Технічний регламент безпеки машин [Електронний ресурс]. — Чинний від 2013-08-12. — станом на 11.07.2018 р. — К.: КМ України, 2013. — 76 с. — URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/62-2013-п> — (Постанова)¶

Б9. ДСТУ EN 60204-32:2018 «Безпечність машин. Електрообладнання машин. Частина 1»¶

Б10. ДСТУ EN ISO 14119:2017 «Безпечність машин. Блокувальні пристрої, з'єднані з огорожами. Принципи проектування та вибору».¶

Б11. Гігієнічна класифікація праці за показниками шкідливості та небезпечності факторів виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу. [На заміну ГН³3.5-8.6.6.1-2002; чинний від 2014-05-30]. К.: МОЗ України, 2014. 37с. URL: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/z0472-14>. (Державні санітарні норми та правила)¶

Б12. ДСН³3.6.042-99. Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень [Електронний ресурс].— Чинний від 1999-12-01. К.: МОЗ України, 1999. URL: <http://zakon2.rada.gov.ua/rada/show/va042282-99>.¶

Б13. ДБН^В2.5-28-2018. Природне і штучне освітлення. [На заміну ДБН^В2.5-28-2006; чинний з 2019-03-01]. К.: Мінрегіон України, 2018. 133с.¶

Б14. Жидецький В. Ц. Основи охорони праці: підручник вид. 5-те, доп. К.: Знання, 2014. 373с. + 1^озл. опт. диск (CD-ROM). ISBN⁹78-617-07-0134-3¶

Б15. Методичні вказівки до лабораторного заняття «Розрахунок загального рівномірного штучного освітлення виробничих приміщень» з дисципліни «Цивільний захист і охорона праці в галузі»: для студентів усіх спеціальностей та форм навчання. / Укл.: В.І. Шмирко, О.В. Коробко, Ю.І. Троян. — Запоріжжя: каф. ОПіНС НУ «Запорізька політехніка», 2020. — 36с., 3 рис., 12 табл.¶

Б16. ДСН³3.6.039-99 Державні санітарні норми виробничої загальної та локальної вібрації. [Електронний ресурс]. Чинний від 1999-12-01. К.: МОЗ України, 1999. URL: <http://zakon2.rada.gov.ua/rada/show/va039282-99>¶

Б17. ДСТУ^БВ.1.1-36:2016. Визначення категорій приміщень, будинків та зовнішніх установок за вибухопожежною та пожежною безпекою. [На заміну НАПБ^Б03.002-2007; чинний від 2017-01-01]. К.: Мінрегіонбуд України, 2016. 66с. (Державний Стандарт України)¶

Б18. ДБН^В1.1-7:2016. Пожежна безпека об'єктів будівництва. Загальні вимоги. [На заміну ДБН^В1.1.7-2002; чинний від 2017-06-01]. К.: Мінрегіон України, 2017. 47с. (Державні будівельні норми)¶

Б19.°Правила експлуатації та типових норм належності вогнегасників. [На заміну НАПБ°Б.03.001-2004 ; чинний від 2018-02-23]. - К. : МВС України, 2018. - 23°с. - (Правила)¶

Б20.°Кодекс цивільного захисту України : Закон України від 02.10.2012°р. №5403-VI. Редакція від 01.01.2018. URL: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/5403-17>.¶

Б21.°Демиденко°Г.°П. [и др.]. Повышение устойчивости работы объектов народного хозяйства в военное время : учебное пособие. - К. : Вища шк. Головное изд-во, 1984. - 232°с.¶