

Міністерство освіти і науки України
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

Факультет інженерії машин, споруд та технологій

Кафедра інжинірингу машинобудівних технологій

(повна назва кафедри)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

Окіпний І.Б.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

«24» січня 2023 р.

ЗАВДАННЯ

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

на здобуття освітнього ступеня бакалавр

(назва освітнього ступеня)

за спеціальністю 131 Прикладна механіка

(шифр і назва спеціальності)

студенту Пасічник Євген Андрійович

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Вдосконалення технологічного процесу механічного оброблення корпусу.
35.15.01-10

Керівник роботи Паньків Марія Романівна, к.т.н., доцент

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

Затверджені наказом ректора від «23» січня 2023 року № 4/7-41

2. Термін подання студентом завершеної роботи 14 червня 2023 року

3. Вихідні дані до роботи , базовий технологічний процес виготовлення корпусу 35.15.01-10
річна програма випуску -35 000 шт.

4. Зміст роботи (перелік питань, які потрібно розробити)

Реферат. Зміст. Вступ. Загально-технічна частина. Технологічна частина.

Конструкторська частина. Безпека життєдіяльності, основи охорони праці.

Висновки. Перелік посилань.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень, слайдів)

Креслення заготовки деталі. Технологічні наладки на операції. Креслення контрольних
приспособлень. Пристрій для механічної обробки деталі.

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
<i>Безпека життєдіяльності та основи охорони праці</i>	<i>Сенчишин В.С., к.т.н., доцент каф. МТ</i>		

7. Дата видачі
завдання

24 січня 2023 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	<i>Реферат</i>	<i>14.06.2023</i>	
2	<i>Зміст</i>	<i>14.06.2023</i>	
3	<i>Вступ</i>	<i>11.02.2023</i>	
4	<i>Загально-технічна частина</i>	<i>11.02.2023</i>	
5	<i>Технологічна частина</i>	<i>06.06.2023</i>	
6	<i>Конструкторська частина</i>	<i>06.06.2023</i>	
7	<i>Безпека життєдіяльності, основи охорони праці</i>	<i>11.06.2023</i>	
8	<i>Висновки</i>	<i>14.06.2023</i>	
9	<i>Перелік посилань</i>	<i>14.06.2023</i>	
10	<i>Графічна частина</i>	<i>14.06.2023</i>	

Студент

(підпис)

Пасічник Є.А.

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

(підпис)

Паньків М.Р.

(прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

В кваліфікаційній роботі бакалавра проведено аналіз конструкції корпусу, зроблено аналіз базового технологічного процесу механічної обробки даної деталі.

Спроектовано новий варіант технологічного процесу виготовлення деталі, запропоновано новий спосіб одержання заготовки. Обґрунтовано вибір оптимального технологічного процесу. Визначено базові поверхні для кожної операції, а також припуски на обробку. Для реалізації технологічного процесу вибрано різальний та вимірювальний інструмент, запропоновано обладнання, обґрунтовано режими різання та норми часу. Проведено розрахунок економічного ефекту від реалізації запропонованого технологічного процесу

Здійснено вибір технологічного оснащення, а також розглянуто питання охорони праці та безпеки життєдіяльності.

ЗМІСТ

РЕФЕРАТ		
ВСТУП		
1. ЗАГАЛЬНО-ТЕХНІЧНА ЧАСТИНА		7
1.1. Службове призначення та характеристики об'єкту виробництва. Аналіз технічних вимог на виріб.		7
1.2. Аналіз базового технологічного процесу		8
1.3. Висновки та постановка задач на кваліфікаційну роботу		9
2. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА		11
2.1. Характеристика типу та організаційної форми виробництва		11
2.2. Вибір та техніко-економічне обґрунтування способу одержання заготовки		16
2.3. Вибір та розрахункове обґрунтування баз		18
2.4. Визначення допусків, припусків і операційних розмірів, проектування заготовки		21
2.5. Розрахунок режимів різання, вибір обладнання та оснащення		25
2.6. Технічне нормування розробленого технологічного процесу		32
2.7. Техніко – економічне обґрунтування технологічного процесу виготовлення деталі		38
3. КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА		
3.1. Вибір пристосувань для механічної обробки		45
3.1.1. Силевий розрахунок параметрів приводу		47
3.1.2. Розрахунок на точність		50
3.1.3. Загальний опис конструкції, принцип дії		54
3.2. Вибір методів контролю параметрів виробу		55
4. БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ, ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ		58
ВИСНОВКИ		72
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ		73

ВСТУП

В даний час машинобудування займає одну з пріоритетних галузей промисловості за вкладом у валовий внутрішній продукт. Однак у розвитку промисловості намітилася очевидна всім учасників ринку стагнація. Незважаючи на той факт, що машинобудування є провідним промисловим комплексом, інвестиційна привабливість сектора була втрачена. Проте розвиваються технологічна база та системи оцінювання якості продукції.

Вся продукція, яка випускається реальним сектором економіки повинна відповідати як національній моделі виробництва, так і стандартам світового ринку. Тому пріоритети держави спрямовані на виробництво інноваційної продукції за умови збереження традиційних галузей промисловості. Тим не менш, нововведення мають базуватися на існуючій технологічній базі та бути спрямовані на її модернізацію.

1. ЗАГАЛЬНО - ТЕХНІЧНА ЧАСТИНА

1.1 Службове призначення та характеристики об'єкту виробництва. Аналіз технічних вимог на виріб

Деталь “Корпус 32.15.01-10” є комплектуючою частиною одного з основних механізмів, який встановлюється на автобусах ЛАЗ 4301 з дизельним двигуном, а саме гідромеханічної передачі моделі.

До даної деталі висувають високі вимоги до точності і жорсткості поверхонь, які є приєднувальним. До всіх інших - вимоги не досить високі.

Відпрацювання конструкції деталі на технологічність проведемо за допомогою існуючої програми.

1. Кількість поверхонь – 15;
2. Шорсткість поверхонь, які підлягають механічній обробці:
 1. $Ra = 3,2 - 3$;
 2. $Ra = 1,25 - 3$;
 3. $Ra = 6,3 - 2$;
 4. $Ra = 10 - 2$;
 5. $Ra = 12,5 - 2$;
 6. $Ra = 1,6 - 3$.
3. Допуски розмірів, які підлягають механічній обробці:
 1. 3 розмір по 12 квалітету;
 2. 3 розмірів по 8 квалітету;
 3. 5 розмірів по 7 квалітету;
 4. 2 розмірів по 6 квалітету;
 5. 2 розмірів по 14 квалітету;

Після запуску програми отримаємо такі основні результати:

- коефіцієнт уніфікації конструктивних елементів = $1,000 > 0,6$
- коефіцієнт точності обробки = $0,889 > 0,8$
- коефіцієнт шорсткості поверхонь = $0,789 > 0,32$

Отже, деталь являється технологічною.

1.1 Аналіз базового технологічного процесу виготовлення

Базовий технологічний процес механічного оброблення корпусу (річна програма випуску 2500 шт., тип виробництва – серійний) передбачає наступні операції:

005 Токарно-гвинторізна

1. Точити поверхню 1.
2. Точити поверхню 2, чорно.
3. Точити поверхню 3.
4. Точити поверхню 7, чорно.
5. Точити поверхню 7, чисто.

Верстат токарно-гвинторізний моделі 165.

010 Токарно-гвинторізна

1. Точити поверхню 6.
2. Точити поверхню 5, чорно.
3. Точити поверхню 4.
4. Точити поверхню 9.
5. Точити поверхню 8, чорно.
6. Точити поверхню 8, чисто.

Верстат токарно-гвинторізний моделі 165.

015 Вертикально-свердлильна

1. Свердлити 12 отв. 11, одночасно.

Верстат вертикально-свердлильний моделі 2170.

020 Радіально-свердлильна

1. Свердлити 11 отв. 12, послідовно.

Верстат радіально-свердлильний моделі 2657.

025 Вертикально-свердлильна

1. Свердлити отвір 10.

Верстат вертикально-свердлильний моделі 2170.

030 Токарно-гвинторізна

1. Точити поверхню 7, тонко.

2. Точити поверхню 2, чисто.

Верстат токарно-гвинторізний моделі 16К50П.

035 Токарно-гвинторізна

1. Точити поверхню 8, тонко.

2. Точити поверхню 5, чисто.

Верстат токарно-гвинторізний моделі 16К50П.

Аналіз базового технологічного процесу показує:

1. Метод отримання заготовки (литво в кокіль) є раціональним з огляду на існуюче серійне виробництво;

2. Чорнові, чистові і проміжні бази вибрано вірно. Правило єдності і постійності баз зберігається;

3. Послідовність операцій процесу вибрано вірно;

4. Ступінь концентрації операції є середньою;

5. Припуски на механічну обробку вибрано вірно;

6. Режими різання у даному технологічному процесі не є прогресивними. Їх можна прийняти більш жорсткими, застосувавши інструмент оснащений пластиною з твердого сплаву.

7. Якість оброблення деталі є задовільною, технічні вимоги виконуються.

1.4 Висновки та постановка завдання на кваліфікаційну роботу

Таким чином проаналізувавши заводський варіант технологічного процесу механічної обробки деталі корпус, робимо висновок про можливість модернізації існуючого технологічного процесу. Ця модернізація зводиться до наступного:

1. Зміна структури технологічного процесу;

2. Заміна швидкорізального інструменту на прогресивний твердосплавний;

3. Вибір оптимального, з точки зору мінімальної собівартості і максимальної продуктивності, технологічного обладнання;
4. Вибір заготовки з мінімальною собівартістю отримання;
5. Розроблення технологічного оснащення для збільшення продуктивності і зменшення собівартості обробки.

2. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

2.1 Характеристика типу та організаційної форми виробництва

Коефіцієнт закріплення операцій:

$$K_{з.о} = \frac{\sum O}{\sum C_n}, \quad (2.1)$$

де, O – кількість операцій закріплених за одним робочим місцем;

C_n – кількість одиниць технологічного обладнання.

Кількість операцій закріплених за одним робочим місцем:

$$O = \frac{\eta_{з.норм}}{\eta_{з.ф.}}, \quad (2.2)$$

де, $\eta_{з.норм.}$ – нормативний коефіцієнт завантаження обладнання;

$\eta_{з.ф.}$ – фактичний коефіцієнт завантаження обладнання.

Фактичний коефіцієнт завантаження обладнання:

$$\eta_{з.ф.} = \frac{C_p}{C_n}, \quad (2.3)$$

де, C_p , C_n – відповідно розрахункова і прийнята кількість технологічного обладнання.

Розрахункова кількість технологічного обладнання:

$$C_p = \frac{N \cdot T_{шт}}{60 \cdot F_g \cdot \eta_{з.норм}}, \quad (2.4)$$

де, N – річна програма випуску продукції, шт.;

F_g – річний дійсний фонд часу роботи обладнання в дві зміни,
 $F_g = 3876 год.$;

$T_{шт}$ – штучний час на операцію, хв.

Штучний час:

$$T_{\text{шт}} = \varphi \cdot T_o, \quad (2.5)$$

де, φ – коефіцієнт приведення для даного типу виробництва;

T_o – основний час обробки, хв.

Для попереднього великосерійного типу виробництва значення коефіцієнта φ :

- для токарних верстатів $\varphi=1,36$;
- для вертикально-свердлильних $\varphi=1,3$;
- для радіально-свердлильних $\varphi=1,41$.

Основний час обробки T_o для операцій ТП:

а) чорнова підрізка торця: $T_o=0,37(D^2-d^2)$;

б) чистова підрізка торця: $T_o=0,052(D^2-d^2)$;

в) чорнове обточування: $T_o=0,1 \cdot d \cdot \ell$;

г) чистове обточування: $T_o=0,17 \cdot d \cdot \ell$;

д) свердління отворів: $T_o=0,52 \cdot d \cdot \ell$,

де, D, d – діаметр оброблюваної поверхні (обробки), мм;

ℓ - довжина (глибина) обробки.

Підставивши значення у формулу 2.1. отримаємо:

$$K_{з.о.} = \frac{30,61}{9} = 3,4.$$

За умови $1 < K_{з.о.} \leq 10$ маємо великосерійний тип виробництва.

Таблиця 2.1 – Встановлення типу виробництва

Номер, назва і зміст операції	T_o , хв.	$T_{\text{шт}}$, хв	C_p	C_n	$\eta_{з.ф.}$	О
005 Токарно-гвинторізна	$\Sigma T_o=5,41$	7,36	1,48	2	0,74	1,01
1. Точити поверхню 1	0,68					
2. Точити поверхню 2, чорно	1,59					
3. Точити поверхню 3	1,59					
4. Точити поверхню 7, чорно	0,57					
5. Точити поверхню 7, чисто	0,97					

Продовження таблиці 2.1						
010 Токарно-гвинторізна 1. Точити поверхню 6 2. Точити поверхню 5, чорно 3. Точити поверхню 8, чорно 4. Точити поверхню 9 5. Точити поверхню 4 6. Точити поверхню 8, чисто	$\Sigma T_o=5,5$ 0,94 1,43 0,31 0,87 1,43 0,52	7,48	1,5	2	0,75	1
015 Вертикально-свердлильна 1.Свердлити 12отв. 11, одночасно	$T_o=0,18$	0,23	0,05	1	0,05	15
020 Радіально-свердлильна 1. Свердлити 11отв. 12, послідовно	$T_o=1,13$	1,58	0,32	1	0,32	2,4
025 Вертикально-свердлильна 1. Свердлити отвір 10	$T_o=0,31$	0,41	0,08	1	0,08	9,1
030 Токарно-гвинторізна 1. Точити поверхню 8, тонко 2. Точити поверхню 5, чисто	$\Sigma T_o=2,53$ 0,52 2,01	3,44	0,69	1	0,69	1,1
035 Токарно-гвинторізна 1. Точити поверхню 7, тонко 2. Точити поверхню 2, чисто	$\Sigma T_o=2,75$ 0,65 2,1	3,74	0,75	1	0,75	1
Разом		24,24		9		30,61

Визначаємо організаційну форму виробництва.

Попередньо пропонуємо застосування потокової форми організації виробництва.

Величина програми випуску деталей:

$$N_g = \frac{N}{D}, \quad (2.6)$$

де, D – кількість робочих днів в році, $D=303$ дні.

$$N_g = \frac{35000}{303} = 115,5 \text{ шт / день.}$$

Добова продуктивність лінії:

$$Q_g = \frac{r \cdot F_c \cdot \eta_{з.л.}}{\sum_{i=1}^n T_{ум}}, \quad (2.7)$$

де, r – кількість операцій технологічного процесу;

F_c – фонд часу добової роботи обладнання, хв.

$\eta_{з.л.}$ – коефіцієнт завантаження обладнання лінії;

$F_c=952\text{хв.}; \eta_{з.л.}=0,6$.

Отже,

$$Q_g = \frac{7 \cdot 952 \cdot 0,6}{24,24} = 164,95 \text{дет} / \text{день}.$$

Так, як $N_g < Q_g$, то потоковому форми організації виробництва застосувати неможливо.

Розглянемо групову форму організації виробництва.

Попередній розмір партії деталей:

$$P_o = \frac{N}{D} \cdot a, \quad (2.8)$$

де, $D=303$ дні – кількість робочих днів у році;

$a=6$ днів – періодичність запуску.

Отже,

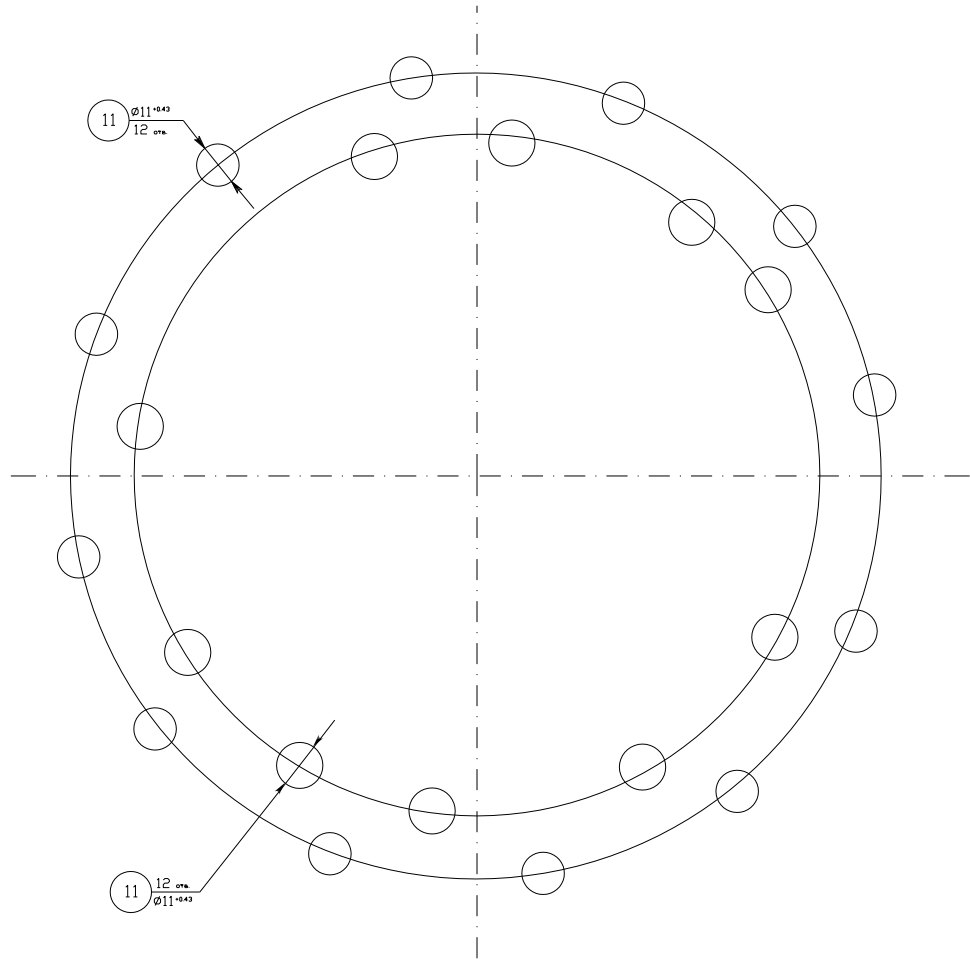
$$P_o = \frac{35000}{303} \cdot 6 = 693.$$

Кількість змін Z_o :

$$Z_o = \frac{\sum T_{ум} \cdot P_o}{F_c \cdot \eta_{з.норм}}, \quad (2.9)$$

де, $F_c=476\text{хв.}$ – добовий фонд часу роботи обладнання в одну зміну;

$\eta_{з.норм}=0,75$ – нормативний коефіцієнт завантаження обладнання.



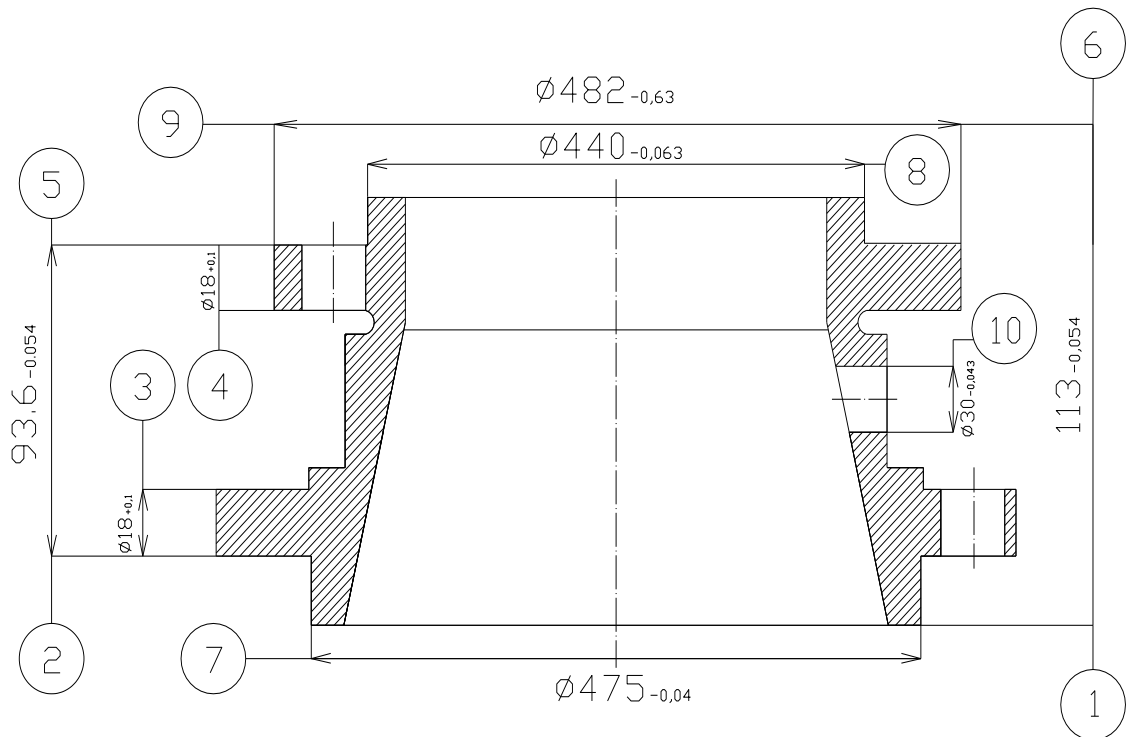


Рисунок 2.1 – Ескіз деталі і нумерація оброблюваних поверхонь

Отже,

$$z_o = \frac{24,24 \cdot 693}{476 \cdot 0,75} = 47,1.$$

Приймаємо $z_\phi = 48$ змін.

Фактична кількість деталей в партії для одночасного запуску визначається за формулою:

$$C_{\phi} = \frac{F_c \cdot \eta_{\zeta, \text{під}}}{\sum \dot{\phi}_{\phi \phi}};$$

$$z_\phi = \frac{476 \cdot 0,75}{24,24} \cdot 48 = 706,9 \approx 707 \text{ дет.}$$

2.2 Вибір та техніко-економічне обґрунтування способу одержання заготовки

Заготовку для даної деталі можна отримати наступними методами:

1. ЛИТВОМ В КОКІЛЬ;
2. ЛИТВОМ ПІД ТИСКОМ.

Загальні вихідні дані:

- матеріал заготовки АЛ4;
- маса деталі – 8,6 кг.;
- річна програма випуску - 35000 шт.;
- тип виробництва – великосерійний.

Розрахунок вартості заготовки виконуємо за формулою:

$$S_{заг} = \frac{C_i}{1000} \cdot (Q \cdot K_T \cdot K_c \cdot K_b \cdot K_m \cdot K_n) - (Q - q) \cdot \frac{S_{від}}{1000}, \quad (2.10)$$

де, C_i – базова вартість 1т. заготовок, грн.;

Q – маса заготовки, кг.;

q – маса деталі, кг.;

$S_{від}$ – ціна 1т. відходів, грн.;

K_m, K_c, K_b, K_m, K_n – коефіцієнти, що залежать від класу точності, групи складності, маси, марки матеріалу об'єкту виробництва заготовок.

Отже,

$$S_{заг}^{(кок.)} = \frac{7034}{1000} \cdot (9,5 \cdot 1,13 \cdot 0,89 \cdot 0,96 \cdot 1 \cdot 0,9) - (9,5 - 8,6) \cdot \frac{4100}{1000} = 54,3 \text{ грн.};$$

$$S_{заг}^{(л.п.т.)} = \frac{7034}{1000} \cdot (9,1 \cdot 1,155 \cdot 0,94 \cdot 0,64 \cdot 1 \cdot 1,09) - (9,1 - 8,6) \cdot \frac{4100}{1000} = 46,41 \text{ грн.}$$

Для порівняння двох методів отримання заготовки, а саме: лиття в кокіль (кок) і лиття під тиском (л.п.т.) складаємо таблицю 2.2.

Економічний ефект річної програми буде:

$$\Delta S = (S_{заг}^{(кок)} - S_{заг}^{(л.п.т.)}) \cdot N, \quad (2.11)$$

$$\Delta S = (54,37 - 46,41) \cdot 35000 = 278600 \text{ грн.}$$

Таблиця 2.2 – Визначення вартості заготовки

Найменування показників	Спосіб отримання заготовки	
	ЛИТВО В КОКІЛЬ	ЛИТВО ПІД ТИСКОМ
1. Марка матеріалу	АЛ4	АЛ4
2. Маса деталі, кг.	8,6	8,6
3. Вартість 1т. заготовок, грн./т.	70340	70340
4. Вартість 1т. відходів, грн./т.	41000	41000
5. Клас точності	7т.	6
6. Група складності	2	2
7. Група серійності	2	3
8. маса заготовки, кг	9,5	9,1
9. Коефіцієнти: K_T	1,13	1,155
K_C	0,89	0,94
K_B	0,96	0,64
K_M	1,0	1,0
K_n	0,9	1,09
Вартість заготовки, грн./шт..	540,37	460,41

В якості остаточного варіанту отримання заготовки вибираємо литво під тиском.

2.3 Вибір, та розрахункове обґрунтування баз

Аналіз креслення деталі показує, що основними базовими поверхнями деталі є поверхні 2, 7, 8, 6 (див. рис. 2.1). Форма виготовлення поверхні 8 обумовлена вимогами співвісності відносно поверхні 7, та перпендикулярності відносно поверхні 2. Положення поверхні 5 обумовлено вимогами що до паралельності відносно поверхні 2. Поверхня 2 обумовлена вимогами торцевого биття відносно поверхні 7. Осі отворів 11 і 12 повинні бути паралельні між собою і перпендикулярні торцям 2 і 5.

- Найбільш шорсткі вимоги ставляться до форми і положення поверхонь 2, 7, 5, 8. Тому обробляти ці поверхні треба від однієї бази і бажано за один установ. Такою базою може бути технологічна база: заготовки на основні бази.

- отвори 11 бажано обробляти при базуванні заготовки на основні бази;
- отвори 12 бажано обробляти при базуванні на технологічну базу, площину і два отвори, але можливе базування і на основі бази деталі;

- обробка вільних поверхонь може проводитись при базуванні, в залежності від зручності, на основні або допоміжні бази.

Похибка базування на площину і два базові отвори буде рівною:

$$E_{\bar{b}_{A_0}} = S_{\max} = \bar{b}_n + \bar{b}_A + S_{\min},$$

де, \bar{b}_n – допуск на виготовлення пальця;

\bar{b}_A – допуск на виготовлення базового отвору;

S_{\min} – мінімальний зазор між діаметром отвору і пальця.

Для операції 015 Радіально-свердлильної:

Варіант 1

$$\varepsilon_{\delta_{A_0}} = S_{\max},$$

$$S_{\max} = \delta_{A_1} + \delta_n + S_{\min},$$

$$\varepsilon_{\delta_{A_0}} = 0,018 + 0,011 + 0,006 = 0,035 \text{ мм.}$$

Варіант 2

$$\varepsilon_{\delta_{A_0}} = S_{\max},$$

$$S_{\max} = \delta_{A_2} + \delta_n + S_{\min},$$

$$\varepsilon_{\delta_{A_0}} = 0,015 + 0,063 + 0 = 0,218 \text{ мм.}$$

Варіант 1

Варіант 2

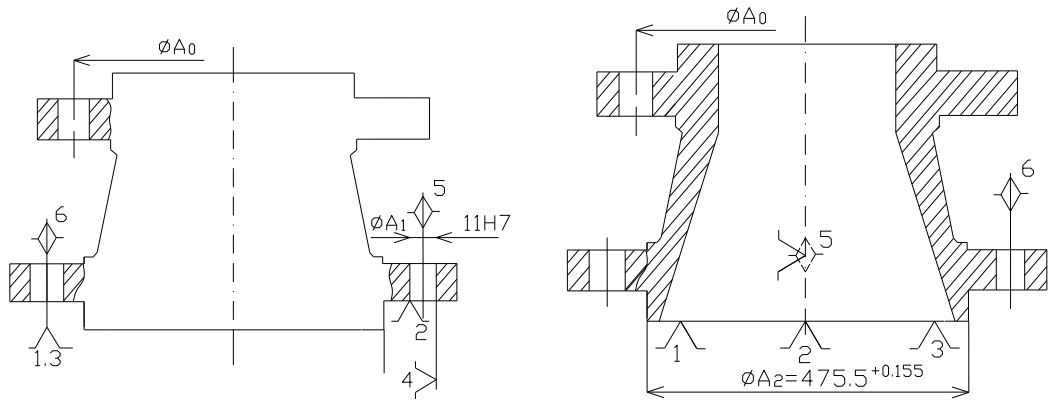


Рисунок 2.2 – Аналіз вибору технологічних баз для 015 операції

Для операції 025 Алмазно-розточувальної:

Варіант 1

$$\varepsilon_{\delta A_3 A_4} = S_{\max} = \delta_{A_1} + \delta_n + S_{\min};$$

$$\varepsilon_{\delta A_3 A_4} = 0,018 + 0,011 + 0,006 = 0,035 \text{ мм.}$$

Варіант 2

$$\varepsilon_{\delta A_4} = 0,5 \delta_{A_5} \cdot 2e = 0,5 \cdot 0,155 + 2 \cdot 30 = 0,01375 \text{ мм.}$$

Варіант 1

Варіант 2

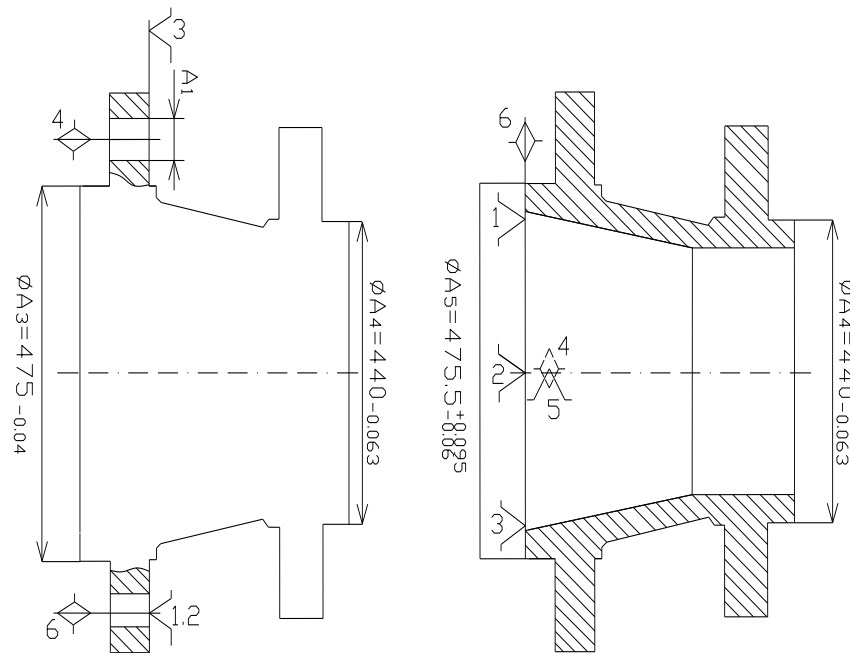


Рисунок 2.3 – Аналіз вибору технологічних баз для 025 операції

Приймаємо, що базовий отвір буде оброблений по $\text{Ø}11\text{H}7^{(+0,018)}$.
 Допуск на виготовлення пальця становить $\text{Ø}11\text{d}6^{(-0,006}_{-0,017})}$.

Отже,

$$S_{min} = 0 - (-0,006) = 0,006 = 0,006 \text{ мм.};$$

$$E_{\bar{b}_{A0}} = 0,018 + 0,011 + 0,006 = 0,035 \text{ мм.}$$

Похибка базування на площину 1 і поверхню 7 буде становити:

$$E_{\bar{b}_{A0}} = S_{max} = \bar{b}_n + \bar{b}_{A2} + S_{min}.$$

Приймаємо, що установочна втулка виготовлена по $\text{Ø}475,5\text{H}7^{(+0,063)}$,
 тоді:

$$E_{\bar{b}_{A0}} = 0,063 + 0,155 + 0 = 0,118 \text{ мм.}$$

Як бачимо з розрахунків похибка базування в першому варіанті менша і тому в якості баз при обробці отворів 12 приймаємо площину 2 і два базові отвори 11.

2.4 Визначення допусків, припусків і операційних розмірів, проектування заготовки

Проведемо розрахунок припусків для поверхні 8 ($\text{Ø}440\text{h}7$) (див. рис. 2.1.) аналітичним методом.

Загальне значення припуску визначається за формулою:

$$2Z_{i\min} = 2\left(R_{z_{i-1}} + T_{i-1} + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + E_i^2}\right), \quad (2.12)$$

де, $R_{z_{i-1}}$ – шорсткість досягнута на попередньому переході, мкм.;

T_{i-1} – глибина дефектного шару, який отримався на попередньому переході, мкм.;

ρ_{i-1} – просторове відхилення заготовки на попередньому переході, мкм.;

E_i – похибка встановлення на даному переході.

Заготовка являє собою виліток масою 9,1 кг., клас точності 6. технологічний маршрут обробки поверхні 7 ($\text{Ø}440\text{h}7$) складається з трьох переходів: обточування чорнове, обточування чистове, обточування тонке.

Схему базування заготовки показано на рисунку 2.2.

Таблиця 2.4 – Розрахунок допусків на обробку поверхні $\text{Ø}440\text{h}7$

Технологічні переходи обробки поверхні $\text{Ø}440\text{h}7$	Елементи припуску, мкм				Розрахунковий припуск $2Z_{i\min}$, мкм	Допуск ρ , мкм.
	R_z	T	ρ	E		
Заготовка	200	100	474	-	-	1100
Обточування: чорнове	50	50	24	502	2·990	630
чистове	20	20	7,1	20	2·131	155
тонке	3	-	0,9	7,5	2·50	63

Сумарне значення просторових відхилень заготовок даного типу визначається за формулою:

$$\rho = \sqrt{\rho_{\text{кор}}^2 + \rho_{\text{зм}}^2}; \quad (2.13)$$

де, $\rho_{\text{кор}}$ – короблення заготовки, мкм.;

$\rho_{\text{зм}}$ – зміщення заготовки, мкм.;

Короблення заготовки слід відряховувати як в діаметральному так і в осьовому напрямку, яке вираховують за формулою:

$$\rho_{\text{кор}} = \sqrt{(\Delta k \cdot d)^2 + (\Delta k \cdot \ell)^2},$$

де, Δk – питома кривизна заготовки на 1мм., довжини, мкм., $\Delta k=0,7$ (табл.32 стор. 72 [5]);

d, ℓ - діаметр і довжина оброблювальної поверхні, мм.

Зміщення заготовки приймаємо рівним допуску на розмір від базової поверхні до торця оброблювальної поверхні, $\rho_{\text{зм}}=360$ мкм.

Просторові відхилення по переходах приймаємо рівними:

- при чорновому обточуванні – 4% $\rho_{\text{заг}}$;
- при чистовому обточуванні – 1,5% $\rho_{\text{зог}}$;
- при тонкому обточуванні – 0,2% $\rho_{\text{зог}}$.

Підставивши значення у формулу отримуємо:

$$\rho_{\text{кор}} = \sqrt{(0,7 \cdot 440)^2 + (0,7 \cdot 7)^2} = 308 \text{ мкм.};$$

$$\rho_{\text{аз}} = \sqrt{308^2 + 360^2} = 474 \text{ мкм.};$$

$$\rho_1 = 0,04 \cdot 474 = 19 \text{ мкм.};$$

$$\rho_2 = 0,015 \cdot 474 = 7,1 \text{ мкм.};$$

$$\rho_3 = 0,002 \cdot 474 = 0,9 \text{ мкм.}$$

Похибка встановлення заготовки визначається за формулою:

$$2Z_{\min_1} = 2(200 + 100 + \sqrt{474^2 + 502^2}) = 2 \cdot 990 \text{ мкм.};$$

$$2Z_{\min_2} = 2(50 + 50 + \sqrt{24^2 + 20^2}) = 2 \cdot 131 \text{ мкм.};$$

$$2Z_{\min_3} = 2(20 + 20 + \sqrt{7,1^2 + 7,5^2}) = 2 \cdot 50 \text{ мкм.}$$

Значення припусків і допусків представлено в таблиці 2.5.

Для вилівка даної деталі клас точності розмірів і мас – 6, ряд припусків- 2.

Таблиця 2.5 – Припуски і допуски на оброблюванні поверхні деталі

Поверхня	Розмір, мм.	Припуск, мкм.	Допуск, мкм.
1,6	113 -0,54	1,4+1	
2,5	93,6 -0,36	14+1,4	
3	15 \pm 0,1	1,0	
4	18 \pm 0,1	1,0	
7	Ø475 -0,04	2·2,0	
8	Ø400 -0,063	2·2,0	
9	482 -0,63	2·2,0	
10	Ø30	2·1,2	

2.5 Розрахунок режимів різання, вибір обладнання та оснащення

Розрахунок режимів різання розрахунково-аналітичним методом виконуємо для операції 005 Токарно-гвинторізна.

Позиція I, II. Зняти деталь встановити заготовку.

Позиція III. Точити поверхню 2 чорно, точити поверхню 1 і 4 фаски $1 \times 45^\circ$.

Інструмент: 2 підрізних різці з пластинами із твердого сплаву марки ВК4; 4 прохідних різці ВК4.

Глибина різання t , мм.: $t_1=2,1$ мм.; $t_2=1,3$ мм.

Подача S , мм/об.: $S=0,6$ мм/об

Швидкість різання V , м/хв.

Швидкість різання:

$$V = \frac{C_v}{T_{mi}^m \cdot S^y} \cdot K_v, \quad (2.15)$$

де, C_v – коефіцієнт швидкості; T_{mi} – стійкість інструменту, хв.; m , x , y – показники етапів; K_v – поправочний коефіцієнт швидкості

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{nv} \cdot K_{uv} \cdot K_{\phi v} \cdot K_{\phi 1v} \cdot K_{rv}, \quad (2.16)$$

де, K_{mv} – коефіцієнт який враховує якість матеріалу, що обробляється; $K_{mv}=0,8$ K_{nv} – коефіцієнт який відображає стан поверхні заготовки, $K_{nv}=0,9$; K_{uv} – коефіцієнт який враховує якість матеріалу інструменту, $K_{uv}=2,5$; $K_{\phi v}$, $K_{\phi 1v}$, K_{rv} – коефіцієнти, що враховують геометричні параметри ріжучого інструменту; $K_{\phi v}=0,7$; $K_{\phi 1v}=0,97$; $K_{rv}=1$.

$$K_v = 0,8 \cdot 0,9 \cdot 2,5 \cdot 0,7 \cdot 0,97 \cdot 1,0 = 1,22;$$

Стійкість різального інструменту:

$$T_{mi} = T \cdot K_{ti}; \quad (2.17)$$

де, T – стійкість лімітуючого інструменту;

K_{ti} – коефіцієнт, який враховує кількість інструментів в наладці.

$$T = 60 \text{ хв.}$$

$$K_{ti} = 1,7;$$

$$T_{mi} = 60 \cdot 1,7 = 102 \text{ хв.};$$

$$C_v = 328; x = 0,12; y = 0,5; m = 0,28.$$

$$V = \frac{238}{102^{0,28} \cdot 2,1^{0,12} \cdot 0,6^{0,5}} \cdot 1,22 = 133,8 (\text{м/ хв}).$$

Частота обертання шпинделя

:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D}, \quad (2.18)$$

де, D – діаметр поверхні, мм.

$$n = \frac{1000 \cdot 133,8}{3,14 \cdot 526} = 81(x8^{-1}).$$

1.6. Сила різання P_z (Н) визначається за формулою:

$$P_z = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_p, \quad (2.19)$$

де, C_p – коефіцієнт сили різання;

x, y, n – показники степенів;

K_p – поправочний коефіцієнт сили різання

$$K_p = K_{mp} \cdot K_{\varphi p} \cdot K_{\gamma p} \cdot K_{\gamma p}, \quad (2.20)$$

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

$K_{mp} = 1$;

$K_{\varphi p}, K_{\gamma p}, K_{\gamma p}$ – коефіцієнти що враховують геометричні параметри ріжучого інструменту;

$K_{\varphi p} = 0,89$; $K_{\gamma p} = 1,1$; $K_{\gamma p} = 1$;

$K_p = 1 \cdot 0,89 \cdot 1,1 \cdot 1 = 0,98$;

$C_p = 40$; $x = 1$; $y = 0,75$; $n = 0$;

Тоді:

$$P_{z1} = 10 \cdot 40 \cdot 2,1^1 \cdot 0,6^{0,75} \cdot 133,8^0 \cdot 0,98 = 696(H);$$

$$P_{z2} = 10 \cdot 40 \cdot 1,3^1 \cdot 0,6^{0,75} \cdot 133,8^0 \cdot 0,98 = 431(H);$$

$$\Sigma P_z = P_{z1} + P_{z2} = 696 + 431 = 1127(H);$$

Потужність різання N , кВт.:

$$N_{III} = \frac{\sum P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{1127 \cdot 133,8}{1020 \cdot 60} = 3,96(\text{квт}). \quad (2.21)$$

Позиція IV. Точити поверхню 5 чорно, точити поверхні 6, 3, 4.

Інструмент: 4 підрізних різці із пластиною з твердого сплаву ВК4.

Глибина різання t , мм.:

$t_1 = 1,7\text{мм}$; $t_2 = 1,45\text{мм}$; $t_3 = 1,4\text{мм}$; $t_4 = 1,9\text{мм}$;

Подача S , мм/об.:

$$S=0,6\text{мм/об.}$$

Швидкість різання V , м/хв.:

$$C_v=328; x=0,12; y=0,5; m=0,28;$$

$$T=60\text{хв.};$$

$$K_{tu}=2;$$

$$T_{mu}=60 \cdot 2=120\text{хв.}$$

$$V = \frac{328}{120^{0,28} \cdot 1,9^{0,12} \cdot 0,6^{0,5}} \cdot 1,22 = 131,6(\text{м/хв}).$$

Частота обертання шпинделя n , хв.⁻¹;

$$n = \frac{1000 \cdot 131,6}{3,14 \cdot 526} = 80(\text{хв}^{-1}).$$

$$C_p=40; x=1; y=0,75; n=0; K_p=0,98.$$

$$P_{z1}=10 \cdot 40 \cdot 1,7^1 \cdot 0,6^{0,75} \cdot 131,6^0 \cdot 0,98=564(\text{Н});$$

$$P_{z2}=10 \cdot 40 \cdot 1,45^1 \cdot 0,6^{0,75} \cdot 131,6^0 \cdot 0,98=481(\text{Н});$$

$$P_{z3}=10 \cdot 40 \cdot 1,4^1 \cdot 0,6^{0,75} \cdot 131,6^0 \cdot 0,98=446(\text{Н});$$

$$P_{z4}=10 \cdot 40 \cdot 1,9^1 \cdot 0,6^{0,75} \cdot 131,6^0 \cdot 0,98=648(\text{Н});$$

$$\Sigma P_z = P_{z1} + P_{z2} + P_{z3} + P_{z4} = 564 + 481 + 446 + 648 = 2139(\text{Н}).$$

Потужність різання N , (кВт).

Позиція V. Точити поверхню 7, чорно:

Інструмент. Різець прохідний упорний з пластиною із твердого сплаву ВК4;

Глибина різання t , мм.: $t=1,4\text{мм.}$;

Подача $S=0,42\text{мм/об.}$;

Швидкість різання V , м/хв. ;

$$C_v=328; x=0,12; y=0,5 m=0,28;$$

$$T_{yu}=60\text{хв.};$$

$$K_{tu}=1;$$

$$T_{mu}=60 \cdot 1=60\text{хв.};$$

$$V = \frac{328}{60^{0,28} \cdot 1,4^{0,12} \cdot 0,42^{0,5}} \cdot 1,22 = 198,3(\text{м/хв}).$$

Частота обертання шпинделя n , хв.⁻¹:

$$n = \frac{1000 \cdot 198,3}{3,14 \cdot 475} = 133(\text{хв}^{-1}).$$

Сила різання P_z , Н:

$C_p=40$; $x=1$; $y=0,75$ $n=0$; $K_p=0,98$.

$$P_z = 10 \cdot 40 \cdot 1,4^1 \cdot 0,42^{0,75} \cdot 198,3^0 \cdot 0,98 = 286(\text{Н}).$$

Потужність різання N , кВт:

$$N_v = \frac{286 \cdot 198,3}{1020 \cdot 60} = 1,9(\text{кВт}).$$

Позиція VI. Точити поверхню 8 чорно, точити поверхню 9.

Інструмент: різець прохідний упорний з пластиною із твердого сплаву ВК4;

$\varphi=90^0$; $\varphi_1=10^0$; різець прохідний ВК4;

$\varphi=45^0$; $\varphi_1=10^0$;

Глибина різання t , мм.: $t_1=1,4\text{мм.}$; $t_2=2\text{мм.}$;

Подача $S=0,42\text{мм/об.}$;

Швидкість різання V , м/хв.:

$C_v=328$; $x=0,12$; $y=0,5$ $m=0,28$; ; $K_v=1,22$;

$T_{yu}=60\text{хв.}$; ;

$K_{tu}=2$; ;

$T_{tu}=60 \cdot 2=120\text{хв.}$;

$$V = \frac{328}{120^{0,28} \cdot 2^{0,12} \cdot 0,42^{0,5}} \cdot 1,22 = 180(\text{м/хв}).$$

Частота обертання шпинделя n , хв.⁻¹:

$$n = \frac{1000 \cdot 180}{3,14 \cdot 432} = 119(\text{хв}^{-1}).$$

Сила різання P_z , Н:

$C_p=40$; $x=1$; $y=0,75$ $n=0$; $K_p=0,98$.

$$P_{z1}=10 \cdot 40 \cdot 1,4^1 \cdot 0,42^{0,75} \cdot 180^0 \cdot 0,98=286(H);$$

$$P_{z2}=10 \cdot 40 \cdot 2^1 \cdot 0,42^{0,75} \cdot 180^0 \cdot 0,98=409(H);$$

$$\Sigma P_z = P_{z1} + P_{z2} = 286 + 409 = 695(H).$$

Потужність різання N , кВт.:

$$N_v = \frac{695 \cdot 180}{1020 \cdot 60} = 2,8(\text{кВт}).$$

Позиція VII. Точити поверхню 7 чисто.

Інструмент: різець прохідний упорний з пластиною із твердого сплаву ВК4 ;

$$\varphi=80^0; \varphi_1=10^0;$$

Глибина різання t , мм.: $t=0,5\text{мм.}$;

Подача $S=0,3\text{мм/об.}$;

Швидкість різання V , м/хв.:

$$C_v=328; x=0,12; y=0,5 m=0,28; K_v=1,22;$$

$$T=60\text{хв.};$$

$$K_{tu}=1;$$

$$T_{tu}=60 \cdot 1=60\text{хв.};$$

$$V = \frac{328}{60^{0,28} \cdot 0,5^{0,12} \cdot 0,3^{0,5}} \cdot 1,22 = 265(\text{м/хв}).$$

Частота обертання шпинделя n , хв.⁻¹:

$$n = \frac{1000 \cdot 265}{3,14 \cdot 475} = 178(\text{хв}^{-1});$$

Сила різання P_z , Н:

$C_p=40$; $x=1$; $y=0,75$ $n=0$; $K_p=0,98$.

$$P_z=10 \cdot 40 \cdot 0,5^1 \cdot 0,3^{0,75} \cdot 265^0 \cdot 0,98=80(H).$$

Потужність різання N , кВт:

$$N_{VII} = \frac{80 \cdot 265}{1020 \cdot 60} = 0,9(\text{кВт}).$$

Позиція VIII. Точити поверхню 8 чисто.

Інструмент: різець прохідний упорний з пластиною із твердого сплаву ВК4;

$$\varphi = 90^\circ; \quad \varphi_I = 10^\circ;$$

Глибина різання t , мм.: $t = 0,5 \text{ мм.};$

Подача $S = 0,3 \text{ мм/об.};$

Швидкість різання V , м/хв.:

$$C_v = 328; \quad x = 0,12; \quad y = 0,5 \quad m = 0,28; \quad K_v = 1,22;$$

$$T = 60 \text{ хв.};$$

$$K_{tu} = 1;$$

$$T_{mi} = 60 \cdot 1 = 60 \text{ хв.};$$

$$V = \frac{328}{60^{0,28} \cdot 0,5^{0,12} \cdot 0,3^{0,5}} \cdot 1,22 = 265(\text{м/хв}).$$

Частота обертання шпинделя n , хв.⁻¹:

$$n = \frac{1000 \cdot 265}{3,14 \cdot 440} = 192(\text{хв}^{-1}).$$

Сила різання P_z , Н:

$$C_p = 40; \quad x = 1; \quad y = 0,75 \quad n = 0; \quad K_p = 0,98.$$

$$P_z = 10 \cdot 40 \cdot 0,5^1 \cdot 0,3^{0,75} \cdot 265^0 \cdot 0,98 = 80(\text{Н});$$

Потужність різання N , кВт.:

$$N_{VIII} = \frac{80 \cdot 265}{1020 \cdot 60} = 0,9(\text{кВт}).$$

Загальна потужність різання:

$$N = \frac{N_{III} + N_{IV} + N_{V+VI} + N_{VII} + N_{VIII}}{\eta}, \quad (2.27)$$

де, $\eta = 0,85$ – ККД верстату.

$$N = \frac{3,96 + 5,6 + 1,9 + 2,8 + 0,9 + 0,9}{0,85} = 18,9(\text{кВт}).$$

Вибираємо восьмишпindelний вертикальний токарний напівавтомат моделі $N_{el}=22кВт$.

Позиція III: 1. Дійсне значення подачі (скоректоване) $S_g=0,504мм/об$;

Дійсна частина обертання шпинделя $n_g=80хв^{-1}$;

Дійсна швидкість різання:

$$V_g = \frac{\pi D n_g}{1000} = \frac{3,14 \cdot 526 \cdot 80}{1000} = 132,2(м/хв).$$

Позиція V: 1) $S_g=0,4мм/об$; 2) $n_g=126хв^{-1}$;

$$3) V_g = \frac{3,14 \cdot 475 \cdot 126}{1000} = 188(м/хв).$$

Позиція VI: 1) $S_g=0,4мм/об$; 2) $n_g=112хв^{-1}$;

$$3) V_g = \frac{3,14 \cdot 482 \cdot 112}{1000} = 169,5(м/хв).$$

Позиція VII: 1) $S_g=0,25мм/об$; 2) $n_g=160хв^{-1}$;

$$3) V_g = \frac{3,14 \cdot 475 \cdot 160}{1000} = 238,8(м/хв).$$

Позиція VIII: 1) $S_g=0,25мм/об$; 2) $n_g=178хв^{-1}$;

$$3) V_g = \frac{3,14 \cdot 440 \cdot 178}{1000} = 246(м/хв).$$

Результати розрахунків режимів різання зводимо в таблицю 2.8

2.7 Технічне нормування розробленого технологічного процесу

Норма часу кожної операції:

$$T_{итт} = T_o + T_\partial + T_{тех} + T_{орг} + T_{від}, \quad (2.22)$$

де, $T_{итт}$ – штучний час, хв.;

T_o – основний час, хв.;

T_∂ – допоміжний час, хв.;

$T_{тех}$ – час технічного обслуговування, хв.;

$T_{орг}$ – час організаційного обслуговування, хв.;

$T_{від}$ – час на відпочинок, хв.;

Допоміжний час:

$$T_{\partial} = T_{в.з} + T_{закр} + T_{кер} + T_{вим}, \quad (2.23)$$

де, $T_{в.з}$ – час на встановлення, зняття деталі, хв.;

$T_{закр}$ – час на закріплення, розкріплення деталі, хв.;

$T_{вим}$ – час на вимірювання, хв.;

Нормування технологічного процесу показано на прикладі операції 005 (Токарна-напівавтаматна).

Визначаємо основний час обробки T_o :

$$T_o = \frac{L}{n \cdot S}, \quad (2.24)$$

де, L – довжина робочого ходу, мм;

n – частота обертання шпинделя, хв.⁻¹;

S – подача, мм/об;

$$L = \ell + \ell_1 + \ell_2,$$

де, ℓ – довжина оброблюваної поверхні, мм;

ℓ_1 – величина врізання ріжучого інструменту, мм;

ℓ_2 – величина перебігу ріжучого інструменту, мм;

Позиція III:

$$\ell = \frac{D - d}{2} = \frac{526 - 475,2}{2} = 25,4(\text{мм}),$$

$\ell_1 = 0$; $\ell_2 = 1,5$ мм;

$$T_o = \frac{25,4 + 1,5}{0,504 \cdot 80} = 0,68(\text{хв}).$$

Позиція IV:

$$\ell = \frac{D - d}{2} = \frac{526 - 475,2}{2} = 25,4(\text{мм});$$

$\ell_1 = 0$; $\ell_2 = 1,5$ мм;

$$T_o = \frac{25,4 + 1,5}{0,504 \cdot 80} = 0,68(\text{хв}).$$

Позиція V:

$$\ell = 0; \ell_1 = \ell_2 = 0 \text{ мм};$$

$$T_o = \frac{12}{0,4 \cdot 126} = 0,24(\text{хв}).$$

Позиція VI:

$$\ell = 18 \text{ мм}; \ell_1 = 3; \ell_2 = 2 \text{ мм};$$

$$T_o = \frac{18 + 3 + 2}{0,4 \cdot 112} = 0,51(\text{хв}).$$

Позиція VII:

$$\ell = 12; \ell_1 = \ell_2 = 0 \text{ мм};$$

$$T_o = \frac{12}{0,25 \cdot 160} = 0,3(\text{хв}).$$

Позиція VIII:

$$\ell = 6,5; \ell_1 = \ell_2 = 0 \text{ мм};$$

$$T_o = \frac{6,5}{0,25 \cdot 178} = 0,15(\text{хв}).$$

Лімітуючим шпинделем є позиції III і IV, для якого $T_o = 0,68$ хв.

По заданих позиціях нормуватимемо вказану операцію .

Допоміжний час:

$$T_{вст.зн} + T_{закр} = 0,18 \text{ хв.}$$

(Переходи: взяти деталь, встановити і закріпити, відкріпити, зняти і відложити);

$$T_{пер} = 0,02 + 0,05 = 0,07 \text{ хв.}$$

(Переходи: включити і виключити верстат, повернення стола з однієї позиції на іншу);

$$T_{вим} = 0,07 \cdot 2 + 0,06 \cdot 2 = 0,28 (\text{хв.});$$

$$T_{дон} = 0,18 + 0,07 + 0,28 = 0,53 (\text{хв.}).$$

Оперативний час:

$$T_{он} = T_o + T_{дон} = 0,68 + 0,53 = 1,21 (\text{хв.})$$

Час на організаційне і технічне обслуговування:

$$T_{мех} = \frac{T_o \cdot t_{см}}{T},$$

де, $t_{см}$ – час на зміну інструментів;

$T = 60 \text{ хв}$ – стійкість інструменту;

$$T_{мех} = \frac{0,68 \cdot 2,5}{60} = 0,03 (\text{хв});$$

$$T_{орг} = \frac{П \cdot T_{он}}{100},$$

де, $П = 3,1\%$.

Тоді: $T_{орг} = 0,031 \cdot 1,21 = 0,04 (\text{хв.})$

Час на відпочинок:

$$T_{відп} = \frac{П_1 \cdot T_{он}}{100},$$

де, $П_1 = 6\%$;

$$T_{відп} = \frac{6\% \cdot 1,21}{100\%} = 0,079 (\text{хв}).$$

Штучний час на операцію 005 Токарна-напівавтоматна:

$$T_{шт} = 0,68 + 0,53 + 0,03 + 0,04 + 0,07 = 1,35 (\text{хв.})$$

Норма штучно-калькуляційного часу:

$$T_{ш.к} = \frac{T_{n-3}}{n} + T_{шт}, \quad (2.25)$$

де, T_{n-3} – підготовчо-заключний час, хв.;

n – кількість деталей в партії, (попередня), $n=693$ шт.;

$T_{n-3005}=12$ хв.; $T_{n-3010}=6$ хв.; $T_{n-3015}=7$ хв.; $T_{n-3020}=6$ хв.; $T_{n-3025}=8$ хв.;;

Отже:

$$T_{ш-к005} = \frac{12}{693} + 1,35 \approx 1,37(\text{хв}).$$

Подальші розрахунки проводимо аналогічно.

Таблиця 2.9 – Технічні норми часу по операціях

Номер і назва операції	T _о , хв.	T _д , хв.			T _{он} , хв	T _{обсл} хв.		T _{від} , хв	T _{шт} хв	T _{н-з} хв	n, шт	T _{ш-к}
		T _{в.зн} +T _{закр} хв	T _{пер}	T _{вим}		T _{тех}	T _{орг}					
005 Токарна-напівавтоматна	0,68	0,18	0,07	0,28	1,21	0,03	0,04	0,07	1,35	12	693	1,37
010 Вертикально-свердлильна	0,24	0,11	0,03	0,06	0,44	0,02	0,01	0,04	0,51	6		0,52
015 Радіально-свердлильна	0,77	0,12	0,53	0,06	1,48	0,02	0,04	0,09	1,63	7		1,64
020 Вертикально-свердлильна	0,08	0,16	0,03	0,06	0,33	0,02	0,03	0,02	0,4	6		0,41
025 Алмазно-розточувальна	4,31	0,16	0,24	0,22	4,93	0,2	0,07	0,03	5,5	8		5,51
Разом									9,3			945

Визначаємо кількість верстатів:

$$m_p = \frac{N \cdot T_{шт-к}}{60 \cdot F_g \cdot \eta_n},$$

де N – річна програма випуску, шт.;

F_g – дійсний фонд часу, год.;

η_n – нормативний коефіцієнт завантаження обладнання.

Річний випуск деталей $N = 35\,000$ шт. Річний дійсний фонд роботи обладнання прийнятий $F_g = 4015$ год. Нормативний коефіцієнт завантаження обладнання для багатосерійного виробництва приймаємо $\eta_{zn} = 0,75$ [1].

Кількість верстатів по кожній операції:

$$1. m_{p1} = \frac{35000 \cdot 1,37}{60 \cdot 4015 \cdot 0,75} = 0,27.$$

Токарні (1 операція) приймаємо:

$P=1$ верстат.

$$2. m_p = \frac{35000 \cdot 0,93}{60 \cdot 4015 \cdot 0,75} = 0,18.$$

Свердлильні (2 операції) приймаємо:

$P=1$ верстат.

$$3. m_p = \frac{35000 \cdot 1,64}{60 \cdot 4015 \cdot 0,75} = 0,32.$$

Радіально-свердлильні (1 операція) приймаємо:

$P=1$ верстат.

$$4. m_p = \frac{35000 \cdot 5,51}{60 \cdot 4015 \cdot 0,75} = 1,01.$$

Алмазно-розточувальні (1 операція) приймаємо:

$P=1$ верстат.

Для кожної операції визначається фактичний коефіцієнт завантаження робочого місця:

$$\eta_\phi = m_p / p.$$

$$\eta_{\phi1}=0,27; \eta_{\phi2}=0,18; \eta_{\phi3}=0,32; \eta_{\phi3}=1,01.$$

Кількість операцій:

$$Q = \eta_H / \eta_\phi.$$

$$Q_1 = \frac{0,75}{0,27} = 2,78; \quad Q_2 = \frac{0,75}{0,18} = 4,17;$$

$$Q_3 = \frac{0,75}{0,32} = 2,34; \quad Q_3 = \frac{0,75}{1,01} = 0,74.$$

Отже, $K_{zo} = \frac{2,78 + 4,17 + 2,34 + 0,74}{1 + 1 + 1 + 1} = 2,51$. - виробництво багатосерійне.

Попередньо тип виробництва вибраний правильно.

2.8 Техніко – економічне обґрунтування технологічного процесу виготовлення деталі

Розрахунок операції 005 Токарна (заводський варіант):

Величина часових приведених витрат:

$$C_{n.3} = \frac{C_3}{M} + C_{ч.3} + E_u \times (K_c + K_3), \quad (2.26)$$

де C_3 – основна і допоміжна заробітна плата, а також нарахування на соціальне страхування оператора і наладчику за фізичний час роботи обслуговуючих машин, грн./хв.;

M – коефіцієнт багатостатності, який приймається по фактичному стану на розглядуваній ділянці;

$C_{ч.3}$ – часові затрати по експлуатації робочого місця, грн./хв.;

E_u – нормативний коефіцієнт економічної ефективності капітальних вкладів: для машинобудування приймається рівним $E_u = 0,2$;

K_3 – залишкові часові капітальні вкладення в будівлю

Величина основної та допоміжної заробітної плати:

$$C_3 = C_{т.ф} \cdot 1,53 \cdot k, \quad (2.27)$$

де $C_{т.ф}$ – годинна тарифна ставка верстатника відповідного розряду;

$C_{т.ф} = 41,5$ грн./год;

k – коефіцієнт, що враховує зарплату наладчика, при крупносерійному виробництві $k=1$.

$$C_3 = 41,5 \cdot 1,53 \cdot 1 = 63,5 \text{ грн./год};$$

Часові затрати на експлуатацію робочого місця:

$$C_{ч.з} = C_{ч.з}^{б.у} \times k_M, \quad (2.28)$$

де $C_{ч.з}^{б.у}$ – практичні скоректовані часові затрати по базовому робочому місці,

$$C_{ч.з}^{б.у} = 33,6 \text{ грн.}$$

k_M – коефіцієнт, що показує в скільки разів затрати пов'язані з роботою даного верстату, більші ніж аналогічні витрати в базового верстату;

Знайдемо k_M :

$$k_M = \left(\frac{4,68 \times Ц}{1000} + 1,02 + R + 0,68 + M_y \right) \times \frac{1}{20}, \quad (2.29)$$

де Ц – балансова вартість верстату, грн.;

R – сумарна ремонтна складність механічної та електричної частини верстату;

$$R = 0,94$$

M_y – потужність електродвигуна верстату, кВт (по паспорту);

$$k_M = \left(\frac{4,68 \times 40000}{1000} + 1,02 + 0,94 + 0,68 + 22 \right) \times \frac{1}{20} = 10,59;$$

Знайдемо часові витрати по експлуатації робочого місця:

$$C_{ч.з} = 33,6 \times 10,59 = 355,8 \text{ грн./год}$$

Капітальні вкладення у верстат і будівлю

$$K_c = \frac{Ц}{3200} \quad (2.30)$$

$$K_3 = \frac{F \times 75}{3200}, \quad (2.31)$$

де $Ц$ – балансова вартість верстату, грн.;

F – виробнича площа, яку займає верстат, m^2 ;

Підставивши значення у відповідні формули отримаємо:

$$K_c = \frac{40000}{3200} = 12,50 \text{ грн./год}$$

$$K_3 = \frac{22 \times 75}{3200} = 0,516 \text{ грн./год}$$

$$C_{n.з} = \frac{63,5}{1} + 355,8 + 0,2 \times (12,50 + 0,516) = 546,02 \text{ грн./год}$$

Вартість механічної обробки на зазначеній операції :

$$C_0 = \frac{C_{n.з} \times T_{шт}}{60}, \quad (2.32)$$

де $T_{шт}$ – штучний час на операцію, хв. $T_{шт} = 2,85 \text{ хв}$;

Знайдемо C_0 :

$$C_0 = \frac{546,02 \times 2,85}{60} = 25,93 \text{ грн.}$$

Розрахунок операції 005 Токарна напівавтоматна (проектний варіант):

Для розрахунку використаємо раніше приведені формули.

Визначимо основну і допоміжна заробітну плату, а також відрахування на соціальне страхування оператора і наладчику:

$$C_3 = 41,5 \cdot 1,53 \cdot 1 = 63,5 \text{ грн./год};$$

$$k_M = \left(\frac{4,68 \times 27000}{1000} + 1,02 + 0,86 + 0,68 + 13 \right) \times \frac{1}{20} = 7,06;$$

$$C_{ч.3} = 33,6 \times 7,06 = 237,21 \text{ грн./год};$$

$$K_c = \frac{27000}{3200} = 8,4375 \text{ грн./год};$$

$$K_3 = \frac{13 \times 75}{3200} = 0,3046 \text{ грн./год};$$

$$C_{н.з} = \frac{63,5}{1} + 237,21 + 0,2 \times (8,4375 + 0,3046) = 235,05 \text{ грн./год};$$

$$C_0 = \frac{235,06 \times 1,87}{60} = 7,32 \text{ грн./год};$$

Величина приведеної річної економії

$$E_M = (C_{об} - C_{оп}) \times N, \quad (2.33)$$

де $C_{об}$ – вартість механічної обробки по операціях базового технологічного процесу, грн.;

$C_{оп}$ – вартість механічної обробки по операціях проектного технологічного процесу, грн.;

N – річна програма випуску, шт. ($N=80000$);

$$E_M = (25,93 - 7,32) \times 35000 = 651350 \text{ грн.};$$

На решту операцій розрахунки проводимо аналогічним способом, використовуючи попередні формули.

Операція 020 (заводський варіант):

$$C_3 = 39,5 \cdot 1,48 \cdot 1 = 58,46 \text{ грн./год};$$

$$k_M = \left(\frac{4,68 \times 29920}{1000} + 1,02 + 0,92 + 0,68 + 4 \right) \times \frac{1}{20} = 7,33;$$

$$C_{ч.з} = 033,6 \times 7,33 = 246,288 \text{ грн./год};$$

$$K_c = \frac{29920}{3200} = 9,35 \text{ грн./год};$$

$$K_3 = \frac{4 \times 75}{3200} = 0,09375 \text{ грн./год};$$

$$C_{н.з} = \frac{58,46}{1} + 246,288 + 0,2 \times (9,35 + 0,09375) = 287,939 \text{ грн./год};$$

$$C_0 = \frac{287,939 \times 2,26}{60} = 10,84 \text{ грн./год};$$

Операція 020 (проектний варіант):

$$C_3 = 39,5 \cdot 1,48 \cdot 1 = 58,46 \text{ грн./год};$$

$$k_M = \left(\frac{4,68 \times 13200}{1000} + 1,02 + 0,86 + 0,68 + 2,2 \right) \times \frac{1}{20} = 3,32;$$

$$C_{ч.з} = 033,6 \times 3,32 = 111,5 \text{ грн./год};$$

$$K_c = \frac{13200}{3200} = 4,125 \text{ грн./год};$$

$$K_3 = \frac{2,2 \times 75}{3200} = 0,0515 \text{ грн./год};$$

$$C_{н.з} = \frac{58,46}{1} + 111,5 + 0,2 \times (4,125 + 0,0515) = 71,067 \text{ грн./год};$$

$$C_0 = \frac{71,067 \times 1,76}{60} = 4,08 \text{ грн./год};$$

Величина приведеної річної економії становитиме:

$$E_M = (10,84 - 4,08) \times 35000 = 236600 \text{ грн.};$$

Операція 025 (заводський варіант):

$$C_3 = 39,5 \cdot 1,48 \cdot 1 = 58,46 \text{ грн./год};$$

$$k_M = \left(\frac{4,68 \times 29920}{1000} + 1,02 + 0,92 + 0,68 + 4 \right) \times \frac{1}{20} = 7,33;$$

$$C_{q.3} = 33,6 \times 7,33 = 246,288 \text{ грн./год};$$

$$K_c = \frac{29920}{3200} = 9,35 \text{ грн./год};$$

$$K_3 = \frac{4 \times 75}{3200} = 0,09375 \text{ грн./год};$$

$$C_{n.3} = \frac{58,46}{1} + 246,288 + 0,2 \times (9,35 + 0,09375) = 287,939 \text{ грн./год};$$

$$C_0 = \frac{287,939 \times 0,814}{60} = 3,9 \text{ грн./год};$$

Операція 025 (проектний варіант):

$$C_3 = 0,395 \cdot 1,48 \cdot 1 = 0,5846 \text{ грн./год};$$

$$k_M = \left(\frac{4,68 \times 13200}{1000} + 1,02 + 0,86 + 0,68 + 2,2 \right) \times \frac{1}{20} = 3,32$$

$$C_{q.3} = 0,336 \times 3,32 = 1,115 \text{ грн./год};$$

$$K_c = \frac{13200}{3200} = 4,125 \text{ грн./год};$$

$$K_3 = \frac{2,2 \times 75}{3200} = 0,0515 \text{ грн./год}$$

$$C_{n.3} = \frac{058,46}{1} + 111,5 + 0,2 \times (4,125 + 0,0515) = 71,067 \text{ грн./год}$$

$$C_0 = \frac{71,067 \times 1,04}{60} = 1,23 \text{ грн./год}$$

Величина приведеної річної економії становитиме:

$$E_M = (3,9 - 1,23) \times 35000 = 167895 \text{ грн.};$$

Загальна сума приведеної річної економії при використанні нового технологічного процесу становитиме:

$$\Sigma_{Em} = Em_{005} + Em_{020} + Em_{025};$$

$$\Sigma_{Em} = 561350 + 236600 + 167895 = 965845 \text{ грн.}$$

Запропонований технологічний процес є доцільний у використанні, і при його застосуванні економічний ефект складе близько 965845 грн.

3 КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА

3.1 Вибір пристосування для механічної обробки

Для базування і закріплення деталі при обробці радіального отвору $\varnothing 30$ мм на операції 020 Вертикально-свердлильна вибираємо спеціальний пристрій пристрій-кондуктор. Цей пристрій встановлюється на вертикально-свердлильний верстат моделі 2170. Базування заготовки в пристрої, згідно вибраної схеми базування виконуємо на площину і два технологічні отвори. Для підвищення продуктивності праці пристрій плануємо з пневматичним приводом. Зусилля затиску повинно бути достатнім для надійного закріплення деталі в пристрої і запобігання її вириву під час обробки. Для зручності встановлення і зняття заготовки виконуємо пристрій з відкидною кондукторною планкою.

Прийняті для синтезу варіанти закріплення заготовки показані на рисунку 3.1.

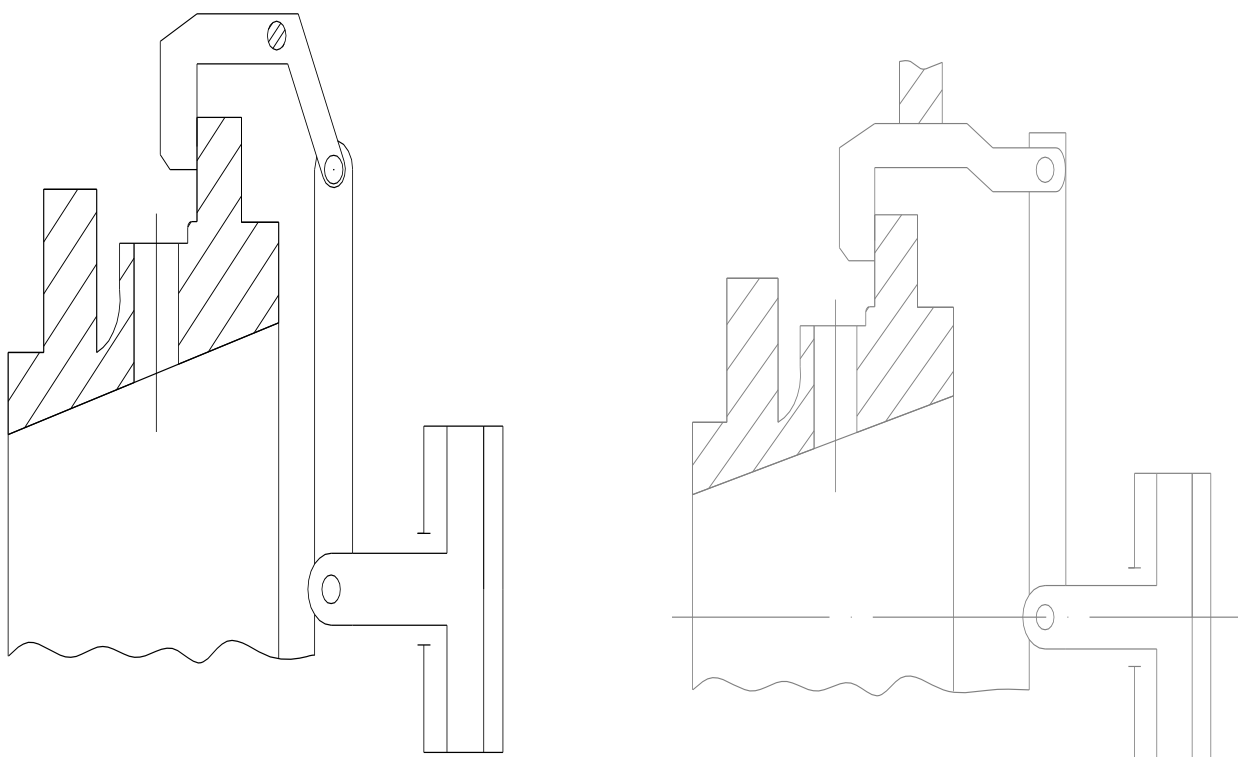


Рисунок 3.1 – Варіанти закріплення заготовки

Для визначення найбільш раціональної схеми закріплення заготовки у проектуваному пристрої проводимо синтез кількох можливих схем згідно розрахунку, що проводиться з допомогою ряду коефіцієнтів, які характеризують

пристрій за критеріями компактності, кількості ланок, наявності проміжних ланок на умови самогальмування, вибираємо оптимальну схему закріплення заготовки в пристрої.

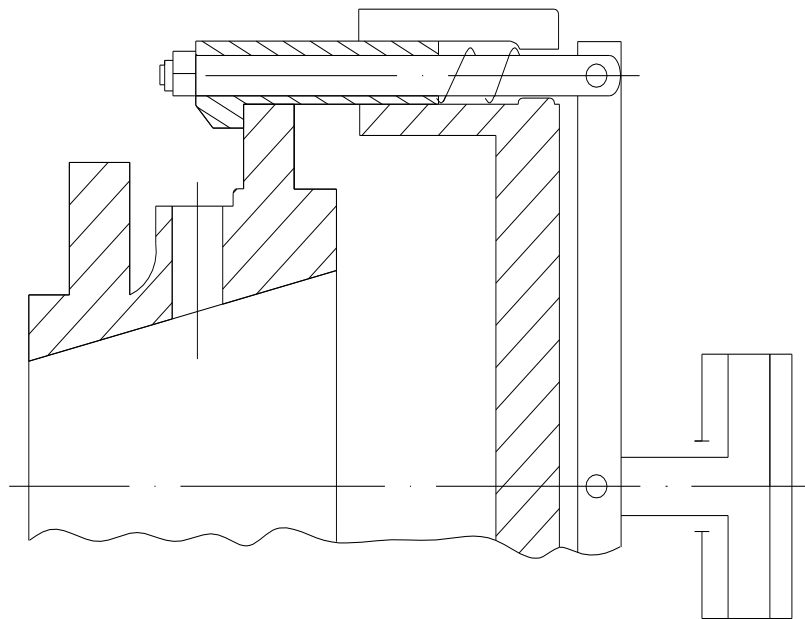


Рисунок 3.2 – Схеми варіанту закріплення заготовок

Синтез схеми компоновки виконуємо по коефіцієнту раціональності згідно формули:

$$K_{\Sigma} = 0,5K_1 + 0,35K_2 + 0,05K_5 - 0,1K_3 - 0,1K_4, \quad (3.1)$$

де, K_1 – відносний коефіцієнт підсилення;

K_2 – коефіцієнт, що вказує на можливість самогальмування;

K_3 – коефіцієнт, який вказує на кількість передаточних механізмів;

K_4 – коефіцієнт, що вказує на наявність проміжної ланки;

K_5 – коефіцієнт компактності.

Результати і дані розрахунку приведені в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 – Коефіцієнти оцінки схеми компоновки пристрою

№ схеми	Коефіцієнти оцінки					
	K_1	K_2	K_3	K_4	K_5	K_{Σ}
1	2	0	3	1	0	0,65
2	2	1	2	1	2	1,15
3	2	0	3	1	0	0,6

Згідно проведеного синтезу найбільший коефіцієнт раціональності належить схемі 2. Отже таку компоновку приймаємо за основну в проектуванні верстатного пристрою.

3.1.1 Силовий розрахунок параметрів приводу

Деталь, що обробляється знаходиться в рівновазі, так як сили, що виникають внаслідок різання свердлінням компенсуються затискними силами.

Величина сили затиску розраховується виходячи із умови цієї рівноваги при умові збереження надійного контакту заготовки із базовими поверхнями установочних елементів пристрою, і цілковитого виключення можливості зсуву в процесі обробки. При розрахунку слід визначити необхідну силу затиску із врахуванням коефіцієнту запасу, який визначається за формулою:

$$K = K_0 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_6; \quad (3.2)$$

де, K_0 – коефіцієнт гарантованого запасу;

K_1 – коефіцієнт, що враховує збільшення сили різання при затупленні інструменту;

K_2 – коефіцієнт, що враховує зміну величини припуску чорнових заготовок;

K_3 – коефіцієнт, що враховує збільшення сили різання при переривистому різанні;

K_4 – коефіцієнт, що враховує вид приводу;

K_5 – коефіцієнт, що враховує зручність розташування ручки для ручних затискних пристроїв;

K_6 – коефіцієнт, що враховує наявність матеріалів, які стараються повернути заготовку на опорах.

Значення коефіцієнтів:

$$K_0=1,5; K_1=1,15; K_2=1; K_3=1; K_4=1; K_5=1; K_6=1,5;$$

$$K=1,5 \cdot 1,15 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1,5=2,59.$$

Схема дії сил на заготовку під час обробки зображено на рис. 3.2.

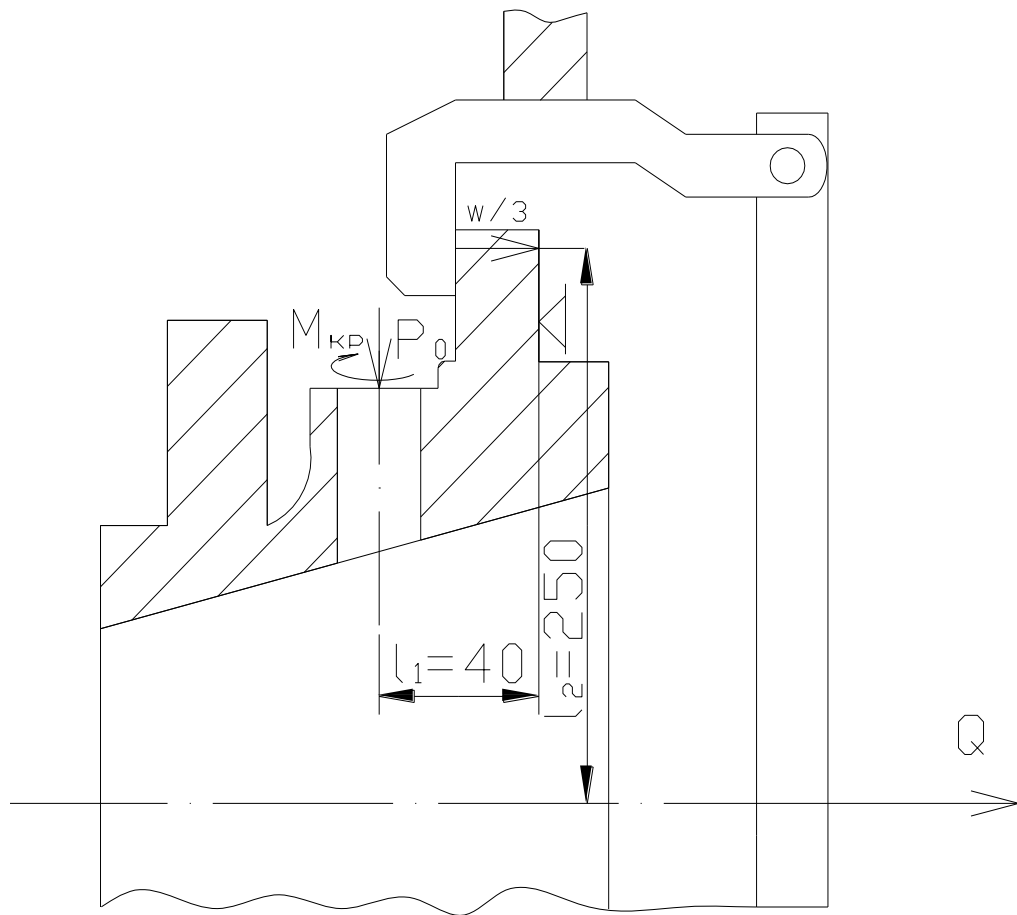


Рисунок 3.3 – Схеми дії сил на заготовку під час обробки

Складаємо суму моментів відносно точки О:

$$\Sigma M_o = 0; P_o \cdot \ell - W \cdot \ell_2 + M_{кр} = 0,$$

де, P_o – осьова сила при свердлінні; $P_o = 5280 \text{ Н}$;

$M_{кр}$ – крутний момент на свердлі; $M_{кр} = 51,77 \text{ Н} \cdot \text{м}$;

W – сила прижиму;

$$W = \frac{P_o \cdot \ell_1 + M_{кр}}{\ell_2}. \quad (3.3)$$

Сила прижиму із врахуванням коефіцієнту запасу визначається за формулою:

$$W = \frac{P_o \cdot \ell_1 + M_{кр} \cdot K}{\ell_2} = \frac{5280 \cdot 2,59 \cdot 0,04 + 51,77 \cdot 2,59}{0,25} = 2517 \text{ (Н)}.$$

Сила на штоці пневмоциліндра Q , як видно із схеми буде рівна силі прижиму W :

$$Q = W = 2517 \text{ Н}. \quad (3.4)$$

Розрахунок діаметру поршня силового приводу виконуємо виходячи із залежності:

$$Q = P \cdot \frac{\pi}{4} (D^2 - d^2) \cdot \eta, \quad (3.5)$$

де, P – тиск повітря в магістралі, $P = 0,4 \text{ Мпа}$;

D – діаметр поршня силового приводу;

d – діаметр штоку поршня, $d = 32 \text{ мм}$;

η – ККД приводу, $\eta = 0,9$.

Визначаємо необхідний діаметр поршня пневмоприводу:

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot Q}{P \cdot \pi \cdot \eta} + d^2} = \sqrt{\frac{4 \cdot 2517}{0,4 \cdot 10^6 \cdot 3,14 \cdot 0,9} + 0,035^2} = 0,095 \text{ м} = 95 \text{ мм}.$$

Отже, ми отримали $D=95\text{мм}$. Згідно до нормального ряду приймаємо діаметр поршня пневмоприводу $D=100\text{мм}$, діаметр штоку $d=32\text{мм}$.

3.1.2. Розрахунок на точність

При розрахунку верстатного пристрою на точність сумарна похибка при обробці заготовки немає перевищувати величину допуску T на розмір поверхні, що обробляється, тобто має витримуватись умова:

$$\Sigma E \leq T. \quad (3.6)$$

Величина сумарної похибки ΣE залежить від ряду факторів і в загальному випадку може бути представлена виразом:

$$\Sigma E = E_{yc} + E_{обр} E_{np} + E_{ni}, \quad (3.7)$$

де, E_{yc} – похибка установки заготовки в пристрої;

$E_{обр}$ – похибка обробки даної заготовки;

E_{np} – розрахункова похибка пристрою;

E_{ni} – похибка переходу різального інструменту.

Похибка установки заготовки в пристрої визначається за формулою:

$$E_{ycm} = E_{\delta} + E_z + E_n, \quad (3.8)$$

де, E_{δ} – похибка базування заготовки;

E_z – похибка закріплення заготовки;

E_n – похибка положення заготовки в пристрої відносно прикладання сил різання;

$$E_{\delta} = \ell \cdot \text{tg } \alpha, \quad (3.9)$$

де, ℓ - довжина оброблюваного отвору;

α – найбільший кут повороту заготовки на установчих пальцях:

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{\delta_o + \delta_n + S_{\min}}{\ell_1},$$

де, δ_o – допуск на виготовлення базових отворів;

δ_n – допуск на виготовлення установчих пальців;

S_{\min} – мінімальний зазор між діаметром отвору і пальця;

ℓ_1 – відстань між установочними пальцями.

Базові отвори виготовлені: $\text{Ø}11\text{H}7^{+0,018}$.

Установочні пальці виготовлені $\text{Ø}11\text{d}6_{-0,017}^{-0,006}$; $\ell_1=500\text{мм}$; $\ell_2=25\text{мм}$.

Отримаємо:

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{0,018 + 0,11 + 0,024}{500} = 0,000106;$$

$$E_\delta = 25 \cdot 0,000106 = 0,0026(\text{мм});$$

$$E_s = 0,012\text{мм};$$

$$E_n = 0,031\text{мм}.$$

Тоді:

$$E_{yc} = 0,0026 + 0,012 + 0,031 = 0,0456(\text{мм}).$$

Величина похибки обробки визначається як:

$$E_{обр} = \alpha_{вер} + \beta_{ін} + \gamma_{н.о} + E_{yc} + i_{д.з} + \epsilon_{д.т} + \omega_k + \Psi_{винь}, \quad (3.10)$$

де, $\alpha_{вер}$ – похибка неточності роботи верстату;

$\beta_{ін}$ – похибка точності виготовлення інструменту;

$\gamma_{н.о}$ – неточність обробки, що залежить від установки інструменту та настройки верстату;

E_{yc} – похибка встановлення заготовки;

$i_{д.з}$ – деформація заготовки внаслідок затиску;

$\epsilon_{д.т}$ – деформація, що виникає внаслідок теплового впливу процесу різання свердлінням та роботи верстату;

ω_k – похибка, що виникає внаслідок замірювання викликаного етапом шорсткості поверхні;

$\Psi_{вин}$ – похибка з вини робітника.

$$A_{вер} = 0,1 \text{ мм};$$

$$\gamma_{н.о} = 0,03 \text{ мм};$$

$$E_{ус} = 0,0450 \text{ мм};$$

$$i_{д.з} = 0,001 \text{ мм};$$

$$ч_{д.м} = 0,003 \text{ мм};$$

$$\omega_k = 0,008 \text{ мм};$$

$$\Psi_{вин} = 0,02 \text{ мм};$$

Отже:

$$E_{обр} = 0,1 + 0,03 + 0,045 + 0,001 + 0,003 + 0,008 + 0,02 = 0,207 \text{ мм}.$$

Розрахункова похибка пристрою визначається як:

$$E_{np} = K \sqrt{(K_{T1} \cdot E_{\delta})^2 + E_s^2 + E_{y.n}^2 + E_{zn}^2 + E_{ni}^2 + (K_{T2} \cdot \omega)^2}, \quad (3.11)$$

де, $K=1$ – коефіцієнт, що враховує відхилення розмірів від закону нормального розподілу;

$K_{T1}=0,8$ – коефіцієнт, що враховує зменшення граничного значення похибки базування при роботі на налагодженому верстаті;

$K_{T2}=0,6$ – коефіцієнт, що враховує долю похибки обробки в сумарній похибці;

$\omega=0,013$ – коефіцієнт, що враховує економічність обробки заготовки;

$E_{зк}$ – похибка зношування елементів пристрою;

$E_{ун}$ – похибка установки пристрою;

E_{ni} – похибка від перекосу інструменту.

Величина визначається за формулою:

$$E_{ni} = 0,5S + \frac{S(\ell_1 + m)}{\ell_2}, \quad (3.12)$$

де, S – зазор між інструментом і внутрішнім діаметром втулки;

ℓ_1 – глибина свердління;

m – відстань між кондукторною втулкою і заготовкою;

ℓ - висота кондукторної втулки.

Величина зазору S визначається за формулою:

$$S = \frac{D_{отв} - D_{інстр}}{2}, \quad (3.13)$$

де, $D_{отв}$ – діаметр отвору, що обробляється;

$D_{інстр}$ – робочий діаметр свердла;

$$D_{інстр} = D_{ном} + 0,6 \cdot T_{отв}, \quad (3.14)$$

де, $D_{ном}$ – номінальний діаметр отвору, що обробляється;

$T_{отв}$ – допуск на отвір;

$D_{ном} = 11 \text{ мм}; T_{отв} = 0,43 \text{ мм};$

$$D_{інстр} = 11 + 0,6 \cdot 0,43 = 11,258 (\text{мм}).$$

$\ell_1 = 25 \text{ мм}; \ell_2 = 40 \text{ мм}; m = 10 \text{ мм}.$

$$S = \frac{11,3 - 11,258}{2} = 0,021 (\text{мм}).$$

$$E_{ni} = 0,5 \cdot 0,021 + \frac{0,021(25 + 10)}{2} = 0,029 (\text{мм});$$

$E_{зп} = 0,035 \text{ мм};$

$E_{yh} = 0,021 \text{ мм}.$

$$E_{np} = 1 \sqrt{(0,8 - 0,0026)^2 + 0,012^2 + 0,021^2 + 0,035^2 + 0,029^2 + (0,6 \cdot 0,013)^2} =$$

$$= 0,052 (\text{мм}).$$

$$\Sigma E = 0,045 + 0,207 + 0,052 + 0,029 = 0,333 (\text{мм}).$$

Отже, розроблений верстатний пристрій відноситься до категорії точних, так як витримується нерівність:

$$\Sigma E < T,$$

$$0,333\text{мм} < 0,43\text{мм}.$$

3.1.2 Загальний опис конструкції принцип дії

Кондуктор призначений для базування і закріплення деталі на вертикально-свердлильній операції при обробці отвору Ø30. Кондуктор встановлюється на вертикально-свердлильний верстат моделі 2170. Заготовка в пристрої встановлюється на опорні пластини і два пальці – циліндричний і зрізаний. Закріплення здійснюється за допомогою трьох прихватів, які розміщені під кутом 120^0 між собою. Пристрій оснащений пневмоприводом, що збільшує продуктивність праці робітника. Для зручності встановлення і зняття заготовки на пристрій встановлена відкидна кондукторна планка.

Для визначення економічної ефективності розробленого верстатного пристрою проводимо порівняльну характеристику 2-х значень собівартості пристроїв – заводського і нового, розробленого, оснащеного пневмоприводом.

Величину вартості цих двох пристроїв встановлюємо за формулою:

$$C_c = z_c \cdot \left(1 + \frac{Z}{100}\right) + S_c \cdot \left(\frac{1 + q_n}{i} + q_e\right); \quad (3.15)$$

$$C_n = z_n \cdot \left(1 + \frac{Z}{100}\right) + S_n \cdot \left(\frac{1 + q_n}{i} + q_e\right), \quad (3.16)$$

де, S_c , S_n – основна зарплата при використанні даної технологічної операції із застосуванням старого і нового пристроїв, відповідно;

$Z=200...300\%$ - цехові накладні витрати;

$q_n=0,5$ – коефіцієнт проектування пристрою;

$q_e=0,2...0,3$ – коефіцієнт, що враховує умови експлуатації пристрою;

$i=2-3$ роки – термін експлуатації пристрою;

S_c, S_n – собівартість виготовлення старого і нового пристроїв, відповідно.

Величина основної зарплати визначається як:

$$Z_{осн} = T_{шт} \cdot v_{ч} \cdot m, \quad (3.17)$$

де, $T_{шт}$ – штучний час на дану операцію;

$v_{ч} = 0,470$ грн. – погодинна ставка робітника першого розряду;

$m = 1,203$ – транспортний коефіцієнт розряду роботи для виконання даної технологічної операції.

Отже:

$$z_n = 0,4 \cdot 0,47 \cdot 1,203 = 0,226 (\text{грн.});$$

$$z_c = 0,62 \cdot 0,47 \cdot 1,203 = 0,35 (\text{грн.}).$$

Величина собівартості пристрою:

$$S = n \cdot C_n, \quad (3.18)$$

де, n – кількість основних деталей; $n_n = 29$; $n_c = 38$;

C_n – питома собівартість пристрою на одну деталь;

$C_c = 3,3$ грн; $C_n = 3,1$ грн.

$$C_c = 0,35 \cdot \left(1 + \frac{250}{100}\right) + 38 \cdot 3,3 \left(\frac{1+0,5}{2} + 0,25\right) = 126,63 (\text{грн});$$

$$C_n = 0,226 \cdot \left(1 + \frac{250}{100}\right) + 29 \cdot 3,1 \left(\frac{1+0,5}{2} + 0,25\right) = 90,69 (\text{грн}).$$

Як видно з розрахунків, собівартість виготовлення нового пристрою – менша, що пояснюється зменшенням кількості деталей пристрою.

Отже, з економічної точки зору доцільніше впроваджувати у виробництво прогресивні пристрої з елементами механізації.

3.2 Вибір методів контролю параметрів виробів

Пристрій контрольний призначений для контролю торцевого биття поверхні 2. Цей пристрій встановлюється на робочому столі контролера ВТК.

Розрахунок точності контрольного пристрою виконуємо за формулою:

$$\sum E = K \sqrt{E_i^2 + E_{\sigma}^2 + E_{pn}^2 + E_3^2 + E_{zn}^2 + E_{pn}^2 + E_t^2}, \quad (3.19)$$

де, $K=1,2$;

E_i – похибка вимірювального інструменту (індикатора);

E_{σ} – похибка базування;

E_{pn} – похибка розташування деталі у пристрої;

E_3 – похибка закріплення вимірювального інструменту (індикатора);

E_{zn} – похибка зношування установчих елементів;

E_{pn} – похибка розташування напрямляючих;

E_t – похибка від температурних деформацій.

Похибка зношування установчих елементів визначається за формулою:

$$E_{zn} = \beta \cdot N^n, \quad (3.20)$$

де, β – коефіцієнт, що залежить від типу виробництва;

N – річна програма випуску продукції, шт.;

n – коефіцієнт, що враховує вид установочних елементів;

$\beta=0,003\text{мм}$;

$n=0,1$;

Отже:

$$E_{zn} = 0,003 \cdot 35000^{0,1} = 0,008(\text{мм});$$

$E_i = 0,0012(\text{мм})$;

$E_{\sigma} = 0$ (вимірювальна база співпадає з конструкторською);

$E_{pn} = 0,02\text{мм}$; $E_t = 0$;

$E_{pn} = 0,005\text{мм}$;

$E_3 = 0,01\text{мм}$.

$$\sum E = 1,2 \sqrt{0,0012^2 + 0^2 + 0,02^2 + 0,008^2 + 0,01^2 + 0,005^2 + 0^2} = 0,024(\text{мм}).$$

Технологічний допуск на торцеве биття становить $T=0,12\text{мм}$, а це значить, що запропонований контрольний пристрій забезпечує необхідну точність вимірювання.

4 БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ ТА ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ

4.1 Аналіз об'єкта проектування з точки зору безпеки праці

При механічній обробці корпусу існують небезпечні та шкідливі виробничі фактори. Для забезпечення можливості запобігання їх виникненню потрібно знати причини їх виникнення.

Виконаний для цього аналіз конструкцій найбільш широко застосовуваних металорізальних верстатів різних груп в різноманітних умовах навантажень дозволяє сформулювати висновок, що до найчастіше виникаючих фізичних небезпечних факторів в даному випадку відноситимуться: рухомі частини виробничого обладнання; рухомі заготовки та деталі; стружка матеріалу заготовки, що обробляється; частинки поломаного металорізального інструменту; високі температури поверхонь різального інструменту і деталі, що обробляється; підвищена напруга в електроланцюгах верстатів та інші.

До фізичних шкідливих виробничих факторів, що виникатимуть при обробці деталі, відносяться: високий рівень шуму і вібрації від роботи металорізального обладнання; недостатнє освітлення робочої зони; прямий і відображений блиск; підвищена пульсація світлового потоку та інші.

Наведені небезпечні та шкідливі виробничі фактори відносяться до групи активних факторів, які можуть впливати на людину за рахунок включених в них енергетичних ресурсів. Пасивно-активними факторами в даному випадку є нерівності поверхонь підлоги цеху та решіток, гострі нерухомі елементи верстатів, допоміжного обладнання та огорожі. До пасивних небезпечних та шкідливих виробничих факторів належатимуть небезпечні явища, пов'язані з недостатньою міцністю конструкцій; підвищеними навантаженнями на вузли та механізми металорізального обладнання; впливом змащувально-охолоджувальних рідин на здоров'я працівників цеху.

Вібрації, які виникатимуть при експлуатації вибраного для оброблення деталі обладнання, негативно впливатимуть не тільки на здоров'я працівників, але і на точність обробки і довговічність обладнання. Послаблення впливу вібрацій можна досягнути певними заходами як конструктивного, так і технологічного характеру: використання динамічних компенсаторів вібрацій, різного типу амортизаторів тощо. Зокрема використання амортизаторів особливо ефективно для віброізоляції тих типів металорізального обладнання, що вибрано для механічної обробки деталі. Вибираємо металогумовий тип віброопор, який забезпечує зменшення амплітуди виниклих коливань в межах до 65 % від початкових їх величин.

Підвищений рівень напруги в електричних ланцюгах металорізальних верстатів є важливим небезпечним виробничим фактором при механічній обробці корпусу. Для запобігання ураження верстатників електричним струмом передбачаємо наступні заходи безпеки:

- забезпечення недоступності струмоведучих частин верстатів;
- розподіл електричної мережі;
- захисне заземлення верстатів;
- застосування кожухів, огорож, захисної ізоляції;
- контроль і профілактика пошкоджень ізоляції;
- застосування спеціальних і запобіжних пристроїв;
- організація безпечної експлуатації металообробного обладнання.

Для заземлення металорізальних верстатів використовуємо контурний тип заземлення, оскільки він має певні переваги порівняно з випадком розміщення електродів в ряд, а саме: зменшується коефіцієнт дотику і кроку до значень, при яких напруга дотику і крокова напруга не перевищуватимуть допустимі значення. В якості вертикальних електродів використовуємо круглі сталеві стрижні діаметром 15 мм, а в якості горизонтального провідника зв'язку - сталеву стрічку. При цьому виконуємо розрахунковий вибір кількості електродів з метою, щоб загальний еквівалентний опір

заземлення не перевищував допустимих величин. В даному випадку (для металорізальних верстатів) допустима величина опору становить 4 Ом.

Відомо, що від того, на якій основі виготовлені мастильно-охолоджувальні матеріали, (що використовуються для металорізального обладнання), істотно залежить хімічний склад повітряного середовища у виробничому приміщенні (від якого істотно залежить здоров'я працівників). В якості змащувального матеріалу в металообробному обладнанні використовуємо масло індустріальне типу 1-20 А, температура спалаху якого значно вища нормованих 150°C і яке вільне від кислот та вологи.

У відповідності з нормативними документами значення температури, відносної вологості і швидкості руху повітря встановлюються для робочої зони виробничих приміщень в залежності від категорії важкості роботи, що виконується, величини надлишків явного тепла, що виділяється в приміщенні, і періоду року. Категорія робіт - це розподіл робіт на основі загальних енергозатрат організму, котрі вимірюються в джоулях в секунду. Для нашого випадку приведені нормативні величини відповідають середній важкості категорії робіт

Щодо теплового режиму, то в залежності від нього розрізняють приміщення з незначними і значними надлишками явного тепла. Під явним теплом розуміють тепло, що поступає в приміщення від обладнання, отоплювальних приладів, нагрітих матеріалів і інших джерел, котре впливає на температуру повітря в приміщенні. Значить, в нашому випадку, використовується приміщення з незначними надлишками тепла, для якого і встановлені приведені вище нормативні величини.

Вказані параметри нормуються для робочої зони – простору, обмеженого по висоті 2 м над рівнем підлоги чи майданчика, на якому знаходиться робочі місця постійного або непостійного перебування працівників. Оптимальними вважаються такі умови праці, яких робітник має найвищу працездатність і добре самопочуття.

Природна та штучна вентиляція повинна відповідати наступним санітарно-гігієнічним вимогам:

- забезпечення нормованих метеорологічних умов праці (температури, вологості і швидкості руху повітря);
- усунення з приміщення цеху шкідливих газів, парів, пилу та аерозолі;
- не вносити в приміщення забруднене повітря ззовні або шляхом всмоктування забрудненого повітря з суміжних приміщень;
- не створювати на робочих місцях протягів чи різкого охолодження;
- доступність для управління та ремонту під час експлуатації;
- не створювати під час експлуатації додаткових незручностей (наприклад, шуму, вібрацій, попадання дощу, снігу).

Найбільш повно вище перерахованим вимогам відповідає система кондиціонування повітря, яка застосовується в спроектованому цеху механічної обробки. За допомогою кондиціонерів створюються і автоматично підтримуються у виробничому приміщенні задані параметри повітряного середовища.

Створення сприятливих умов зорової роботи, які б виключали швидку втомлюваність очей, виникнення професійних захворювань, нещасних випадків і сприяли підвищенню продуктивності праці та якості продукції, виробниче освітлення спроектованого цеху відповідає наступним вимогам:

- створення на робочій поверхні освітленості, що відповідає характеру зорової роботи і не є нижчою за встановлені норми;
- не повинно чинити засліплюючої дії як від самих джерел освітлення, так і від інших предметів, що знаходяться в полі зору;
- забезпечення достатньою рівномірністю та постійністю рівня освітленості у виробничих приміщеннях, щоб уникати постійної переадаптації органів зору;
- не створювати на робочій поверхні різких та глибоких тіней (особливо рухомих);

контраст поверхонь, що освітлюються повинен бути достатній для розрізнення деталей ;

не створювати небезпечних та шкідливих виробничих факторів (шум, теплові випромінювання, небезпечне ураження струмом, пожежо- та вибухонебезпека світильників);

надійним і простим в експлуатації, економічним та естетичним;

Знаки безпеки призначені для попередження працюючих про можливу небезпеку, про необхідність застосування відповідних засобів захисту, а також дозволяють чи забороняють певні дії працівників. Встановленні знаки безпеки наступних груп: забороняючі, попереджуючі, приписуючі та вказівні, які відіграють роль закодованого носія відповідної інформації (червоний-“небезпека”, жовтий-“увага”, зелений-“безпека”, синій-“інформація”). Білим кольором позначають межі проїздів, проходів, місць складування.

Для забезпечення виробничої безпеки при роботі в механічному цеху, передбачено використання захисних пристроїв.

Біля верстатів є дерев'яні решітки – для безпеки роботи і професійного захворювання. Всі верстати обов'язково заземлені - це дозволяє захистити робітника від враження електричним струмом у випадку попадання струму на корпус верстата.

З метою безпеки роботи, обертові частини верстата закриті захисними кожухами. Конструкція і розміщення механізмів повинна забезпечувати вільний доступ до них, безпечність при ремонті, монтажі та експлуатації.

При роботі на верстатах є небезпека вилітання стружки. Використовують захисні окуляри або екрани.

В цеху для створення сприятливого мікроклімату в приміщенні працює приточно-витяжна вентиляція. Застосовується комбінована система освітлення, на робочих місцях – місцеве.

Рішенням проблеми важкої праці і робіт із шкідливими умовами є організаційні заходи та технічні засоби праці, що реалізуються методом

механізації, автоматизації і роботизації виробництва. У випадку, коли це неможливо здійснити визначальним фактором являється використання засобів колективного захисту, а також дотримання санітарно-гігієнічних умов. На ділянці ці вимоги виконуються наступним чином: використання напівавтоматичних верстатів, переміщення деталей і заготовок механізованим шляхом, шум на робочому місці не перевищує допустимого.

Забезпечуються оптимальні режими праці і відпочинку, що сприяє зменшенню захворюваності, збереженню працездатності і підвищенню культури виробництва.

4.2 Планування протипожежних заходів

В цехах механічної обробки необхідно дотримуватись технічних, експлуатаційних, організаційних протипожежних заходів та протипожежних заходів режимного характеру. До технічних заходів відносяться заходи по дотриманню протипожежних правил, норм (зокрема, при монтуванні і обслуговуванні електрообладнання, освітленні, правильному розміщенні обладнання). До експлуатаційних протипожежних заходів відносяться своєчасні профілактичні огляди, ремонти та випробування обладнання. Організаційні заходи передбачають правильну експлуатацію металообробного обладнання, підтримання виробничої території у належному порядку, протипожежний інструктаж робітників, організацію добровільних пожежних дружин та пожежно-технічних комісій, підготовку та видання наказів з питань посилення пожежної безпеки. Заходи режимного характеру - це заборона куріння в невстановлених місцях.

Виникнення пожеж в будівлях і приміщеннях, особливості розповсюдження вогню в них залежать від того, із яких конструкцій і матеріалів вони виготовлені, які розміри будівель і їх планування.

Будівля вважається правильно спроектованою в тому випадку, якщо разом з рішенням функціональних, санітарних і інших технічних і економічних вимог, відповідає умовам пожежної безпеки.

Приміщення за вибухопожежною та пожежною небезпекою поділяють на п'ять категорій (А, Б, В, Г, Д). Якісним критерієм вибухопожежної небезпеки приміщень (будівель) є наявність в них речовин з певними показниками вибухопожежної небезпеки. Кількісним критерієм визначення категорії є надмірний тиск (Р), який може розвинутиися при вибуховому загорянні максимально можливого скупчення (навантаження) вибухонебезпечних речовин у приміщенні.

Категорія А (вибухонебезпечна).

Горючі гази, легкозаймисті речовини з температурою спалаху не більше 28°C в такій кількості, що можуть утворюватися вибухонебезпечні парогазоповітряні суміші, при спалахуванні котрих розрахунковий надлишковий тиск вибуху в приміщенні перевищує 5 кПа. Речовини та матеріали здатні вибухати та горіти при взаємодії з водою, киснем повітря або одне з одним в такій кількості, що розрахунковий надлишковий тиск вибуху в приміщенні перевищує 5кПа.

Категорія Б (вибухопожежонебезпечна).

Вибухонебезпечний пил і волокна, легкозаймисті рідини з температурою спалаху більше 28°C та горючі рідини за температурних умов і в такій кількості, що можуть утворюватися вибухонебезпечні пилоповітряні або пароповітряні суміші, при спалахуванні котрих розвивається розрахунковий надлишковий тиск вибуху в приміщенні, що перевищує 5кПа.

Категорія В (пожежонебезпечна).

Горючі рідини, тверді горючі та важкогорючі речовини, матеріали, здатні при взаємодії з водою, киснем повітря або одне з одним горіти лише за умов, що приміщення, в яких вони знаходяться або використовуються, не належать до категорій А та Б.

Категорія Г.

Негорючі речовини та матеріали в гарячому, розжареному або розплавленому стані, процес обробки яких супроводжується виділенням променистого тепла, іскор, полум'я; горючі газы, спалимі рідини, тверді речовини, які спалюються або утилізуються як паливо.

Категорія Д.

Негорючі речовини та матеріали в холодному стані

Характеристика пожежо- та вибухонебезпеки може бути загальною для усього приміщення або різною в окремих його частинах. Це також стосується надвірних установок і ділянок територій. Приміщення, або їх окремі зони, поділяються на пожежо-небезпечні та вибухонебезпечні. Залежно від класу зони здійснюється вибір виконання електроустановок таким чином, щоб під час їх експлуатації виключити можливість виникнення вибуху або пожежі від теплового прояву електроструму.

Пожежонебезпечна зона - це простір у приміщенні або за його межами, у якому постійно або періодично знаходяться (зберігаються, використовуються або виділяються під час технологічного процесу) горючі речовини, як при нормальному технологічному процесі, так і при його порушенні в такій кількості, яка вимагає спеціальних заходів у конструкції електрообладнання під час його монтажу та експлуатації. Ці зони в разі використання у них електроустаткування поділяються на чотири класи:

- Пожежонебезпечна зона класу П-І - простір у приміщенні, у якому знаходиться горюча рідина, що має температуру спалаху, більшу за +61С.

Займистість будівельних конструкцій визначається, як правило, займистістю матеріалів, з яких вони виготовлені. Проте у ряді випадків займистість конструкцій виявляється меншою, ніж займистість вхідних в її склад матеріалів (наприклад, при покритті теплоізоляційного шару, що згорає, металевими листами можна зробити конструкцію важкоспалимої).

В умовах пожежі, окрім високих температур, на будівельні конструкції надають дію її власна маса і експлуатаційні навантаження, а також додаткові

статичні навантаження (від пролітої при гасінні пожежі води або уламків конструкцій, що обрушилися) і динамічні дії (водяні струмені або падаючі уламки).

В результаті вказаних дій несучі конструкції деформуються і втрачають міцність. Крім того, при пожежі конструкції можуть нагрітися до небезпечних температур, прогоріти або отримати наскрізні тріщини, що приведе до поширення пожежі в суміжні приміщення. Здатність конструкцій чинити опір дії пожежі протягом певного часу, зберігаючи при цьому звичайні експлуатаційні функції, називається вогнестійкістю.

Вогнестійкість конструкцій характеризується межею вогнестійкості, що є часом в годинах від початку випробування конструкції по стандартному температурному режиму до виникнення одного з наступних ознак: утворення в конструкції тріщин або отворів, наскрізь яких проникають продукти горіння або полум'я; підвищення температури на поверхні конструкції, що не обігрівається, в середньому більш ніж на 140° або в будь-якій точці цієї поверхні більш ніж на 180° ; втрати конструкцією своєї несучої здатності; перехід горіння на суміжні конструкції або приміщення; руйнування вузлів кріплення конструкції.

По вогнестійкості, що характеризується групою займистості і межею вогнестійкості, будівельні конструкції підрозділяються на п'ять категорій: I, II, III, IV, V. Із зростанням номера категорії збільшується ступінь займистості конструкцій і зменшується межа їх вогнестійкості. Конструкції, що згорають, не володіють вогнестійкістю. Вогнестійкість будівель і споруд визначається ступеню вогнестійкості їх основних конструктивних елементів. Необхідна норма ступінь вогнестійкості будівель залежить від категорії пожежної небезпеки виробництва, поверховості будівель і величини допустимої площі підлоги між протипожежними стінами.

Відповідно, при устаткуванні приміщень спеціальними автоматичними установками пожежогасіння, площу поверху між протипожежними стінами

можна збільшувати на 100%, а при устаткуванні приміщень установками автоматичної пожежної сигналізації — на 25%.

Підвищити вогнестійкість будівель і споруд можна облицюванням або обштукатурюванням будівельних конструкцій. Перевагою користуються облицювальні матеріали, що володіють мінімальною масою і мінімальним коефіцієнтом температуропровідності. Так, при облицюванні сталевих колон гіпсовими плитами завтовшки 6 см межа вогнестійкості підвищується з 0,25 до 3,3 ч. Існують фарби, які в умовах звичайної експлуатації оберігають металеві конструкції від корозії, а при пожежі спучуються і в результаті збільшення їх термічного опору підвищують V межу вогнестійкості.

Велике значення має захист дерев'яних конструкцій, так як при нагріванні їх поверхні до $270\text{—}280^\circ\text{C}$ вони запалюються і продовжують горіти самостійно. З наявних видів штукатурки перевага віддається вапняно - цементній товщиною 20 мм, асбестоцементній або гіпсовій. Захищені такою штукатуркою дерев'яні конструкції відносяться до важко займистих.

Іншим ефективним видом вогнезахисної обробки деревини є просочення антипиренами. Антипирени є хімічними речовинами, призначеними для додання деревині негорючості, такі, наприклад, як фосфорнокислий амоній $(NH_4)HPO_4$, сірчаноокислий амоній $(NH)_2SO$. Найбільший ефект досягається, якщо деревина поглинула антипиренів до 75 кг/м³. Таке проникнення називається глибоким і здійснюється в спеціально призначених пристосуваннях. Поряд з глибоким проникненням деревини існують засоби її поверхневої обробки, при якій деревина покривається розчинами антипиренів з витратою сухої солі неменше 100 г на 1 м² оброблюваної поверхні. до поверхневої обробки відноситься також спосіб покриття дерев'яних конструкцій вогнезахисними фарбами.

Зонування території. Цей захід полягає в групуванні при генеральному плануванні підприємств в окремі комплекси об'єктів, споріднених по функціональному призначенню і ознаці пожежної небезпеки. Для таких комплексів на промисловому майданчику відводяться певні ділянки.

При цьому споруди з підвищеною пожежною небезпекою розташовують з підвітряного боку. При зонуванні враховують рельєф місцевості, напрям і силу вітру.

Важливе значення для пожежної безпеки має правильне розміщення внутрізаводських доріг, які повинні забезпечувати безперешкодний і зручний проїзд пожежним автомобілям до будь-якої будівлі, і переїздів, а також вибір місць розташування пожежних депо. Одна із сторін підприємства повинна приєднуватись до дороги загального користування або сполучатися з нею проїздами.

Протипожежні розриви. Для попередження розповсюдження пожежі з однієї будівлі на іншу між ними влаштовують протипожежні розриви. При визначенні протипожежних розривів виходять з того, що найбільшу пожежну небезпеку відносно можливого займання сусідніх будівель і споруд представляє теплове випромінювання від вогнища пожежі.

При визначенні протипожежних розривів враховуються категорія пожежної небезпеки виробництва, ступінь вогнестійкості будівлі, наявність і площа світлових отворів, протяжність і поверховість будівель.

Величини протипожежних розривів між виробничими і допоміжними будівлями, спорудами і закритими складами залежно від ступеня їх вогнестійкості регламентуються нормами.

За певних умов, що виключають можливість виникнення або розповсюдження пожежі, розриви не нормуються. Ці умови, наприклад, досягаються при розміщенні виробництв категорій Г і Д в будівлях I і II ступеней вогнестійкості з кривлею, що не згорає, а також в пристроях зовнішніх протипожежних стін.

Противопожежні перегороди. Як конструктивні заходи, що обмежують розповсюдження пожежі, застосовуються противопожежні перешкоди: брандмауери, противопожежні перекриття і двері, водяні завіси, противопожежні зони.

Брандмауером називається глуха стіна, що не згорає, з межею вогнестійкості не менше 2,5 год, що перетинає всі важкоспалимі елементи будівлі, що згорають. Ця стіна спирається безпосередньо на фундамент і підноситься на 60 см над крівлю (рис. 4.1). При цьому конвективні потоки відхиляються на висоту, безпечну для загоряння ділянки крівлі, що знаходиться за брандмауером.

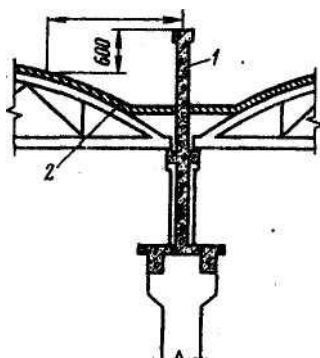


Рисунок 4.1 - Схема пристрою противопожежної стіни:

1 — противопожежна стіна; 2 — конструкція, що згорає або важкоспалима

Як правило, в брандмауерах і інших противопожежних перешкодах отвори не влаштовують. Якщо ж по умовах технологічного процесу (транспортування матеріалів і готових виробів і т. п.) отвори необхідні, то їх захищають дверима, що не згорають або важкоспалимими, воротами і т.п.

Протипожежні зони. Ці зони влаштовують в тих випадках, коли за умовами технологічного процесу пристрій брандмауерів неможливий. Для цього важкоспалимі покриття і стіни, що згорають, розділяють на відсіки для допомоги об'ємних просторових елементів для того, щоб обмежити розповсюдження вогню в площині покриття і усередині приміщень.

Протипожежна зона є смугою покриття шириною, що не згорає 6 м, перетинаючи приміщення по всій його ширині або довжині. Межа вогнестійкості несучих конструкцій протипожежних зон повинна складати 4 год., а покриттів — 2 год. Для попередження проникнення вогню всередину будівель пристрій протипожежної зони, як правило, поєднують з водяними завісами.

Шляхи евакуації. При проектуванні будівель необхідно передбачити безпечну евакуацію людей на випадок виникнення пожежі. При виникненні пожежі люди повинні покинути будівлю протягом мінімального часу, який визначається найкоротшою відстанню від місця їх знаходження до виходу назовні.

На шляхах евакуації недопустимі пристрої пандусів з крутизною підйому більше $1/5$ порогів, гвинтових сходів, розрізних майданчиків і інших перешкод, що можуть викликати падіння людей.

Видалення з приміщення диму при пожежі. Як правило, виникнення пожежі в будівлях і спорудах супроводжується виділенням великої кількості диму, що затемняє приміщення і утрудняє умови евакуації і гасіння пожежі. Крім того, дим володіє задушливими властивостями і тому у випадку недостатньо оперативній евакуації люди, як правило, гинуть від задухи. Особливо це відноситься до сучасних висотних будівель.

Видалення газів і диму з приміщень, що горять, проводиться через вікна, аераційні ліхтарі, а також за допомогою спеціальних димових люків, легкозкидуючих конструкцій. Димові люки призначені для видалення продуктів горіння, забезпечення незадимленості суміжних приміщень і

управління процесом горіння на пожежах (з тим, щоб додати полум'ю бажаний напрям). Пристрій димового люка приведений на рис. 4.2.

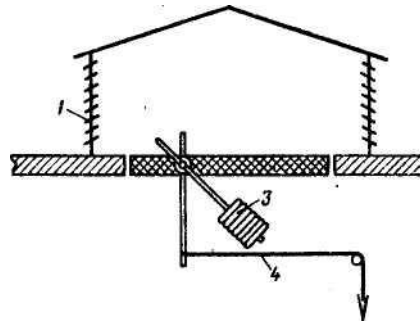


Рисунок 4.2 - Схема пристрою димового люка:

1 — жалюзі; 2 — клапан; 3 — віджимний важіль; 4 — трос до лебідки

Димові люки встановлюють в підвальних приміщеннях, в покриттях складських і безліхтарних виробничих будівель. Площа перетину димових люків визначається розрахунком, а у ряді випадків вона нормується в процентному відношенні до площі приміщення, для якого вони призначені.

ВИСНОВКИ

У результаті вирішення завдань, винесених на КРБ, виконане наступне:

- проаналізовано діючий варіант виготовлення деталі, виявлені недоліки і вказані шляхи їх усунення;
- запропоновано нова більш точна і металомістка заготовка деталі;
- проведено структурний аналіз можливих варіантів технологічного процесу виготовлення деталі, вибраний оптимальний по собівартості варіант;
- для нового варіанту заготовки розраховані величини загальних і проміжних припусків операційних розмірів, проведено розмірний аналіз нового варіанту технологічного процесу;
- для нового ТП визначені режими різання, норми часу та операційної механічної обробки;
- модернізовано існуючі і спроектовано нове технологічне оснащення;
- проведено розрахунок очікуваного економічного ефекту.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Кухарський О. М., Кушак І. В. Методичний посібник до курсового проекту по курсу “Технологія машинобудування”. Тернопіль, 2001. 58 с.
2. Классификатор ЕСКД. Иллюстрированный определитель деталей. Классы 71,72,73,74,75,76 (в отдельных книгах). М.: Издательство стандартов, 1986. 235 с.
3. Орлова П. Н., Скороходова Е. А. Краткий справочник металлиста. М.: Машиностроение, 1986. 456 с.
4. Боженко Л. І. Технологія виробництва заготовок у машинобудуванні. Київ: НМК ВО, 1990. 264 с.
5. Дьячков В. Б. Специальные металлорежущие станки общемашиностроительного применения: справочник. М.: Машиностроение, 1983. 328 с.
6. Косилова А. Г., Мещеряков Р. К. Справочник технолога-машиностроителя: в 2-х т. М. : Машиностроение, 1985. Т. 2. 496 с.
7. Кухарський, О. М., Кузьмін М. І. Визначення припусків табличним методом. Тернопіль : Видавництво ТДТУ, 2004. 135 с.
8. Паливода Ю. Є., Кухарський О. М. Визначення припусків розрахунково-аналітичним методом, Тернопіль, 2003. 81 с.
9. Косилова А.Г., Мещеряков Р. К. Справочник технолога-машиностроителя: в 2-х т. М. : Машиностроение, 1985. Т. 1. 1986. 656 с.
10. Барановский Ю. В. Режимы резания металлов. М.: Машиностроение, 1972. 258 с.
11. Паливода Ю. Є., Ткаченко І. Г., Капаціла Ю. Б., Гевко Ів. Б. Технологія оброблення корпусних деталей : навч. посіб. Тернопіль : ТНТУ, 2016. 156 с.
12. Горбацевич А. Ф. Курсовое проектирование по технологии машиностроения. Минск: Вышэйшая школа, 1975. 288 с.

13. Ансеров М. А. Приспособления для металлорежущих станков. М.: Машиностроение, 1966. 650 с.
14. Кухарський О. М. Методичні вказівки на тему “Проектування калібра-пробки, калібра-скоби” для виконання конструкторської частини дипломного проекту. Тернопіль, 2005.
15. Жидецький В. Ц., Джигирей В. Ц., Мельников О. В. Основи охорони праці : навчальний посібник. Львів: Афіша, 2000. 350 с.
16. Жидецький В. Ц. Практикум із охорони праці : Неавчальний посібник. Львів: Афіша, 2000. 349 с. 1
17. Паливода Ю. Є., Ткаченко І. Г., Капаціла Ю. Б. Технологія оброблення валів : навч. посіб. Тернопіль : ТНТУ, 2016. 198 с.
18. Паливода Ю.Є., Дячун А.Є., Лещук Р.Я. Інструментальні матеріали, режими різання і технічне нормування механічної обробки : навчальний посібник. Тернопіль: Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, 2019. 240 с.
20. Дячун А. Є. Методичний посібник з виконання курсового проекту з дисципліни «Технологія обробки типових деталей та складання машин» / А. Є. Дячун, Ю. Б. Капаціла, Ю. Є. Паливода, І. Г. Ткаченко. Тернопіль : ТНТУ, 2016. 75 с.
21. Дичковський М. Г. Технологічна оснастка. Проектно-конструкторські розрахунки пристосувань: навч. посіб. Тернопіль : ТДТУ, 2001. 277 с.
22. Пилипець М. І., Данильченко Л. М., Ткаченко І. Г. Методичні вказівки до виконання курсового проекту з дисципліни «Організація виробництва». Тернопіль : ТНТУ, 2018. 60 с.