

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

Інженерії машин, споруд та технологій  
(повна назва факультету)  
Інжинірингу машинобудівних технологій  
(повна назва кафедри)

# КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня

бакалавр

(назва освітнього ступеня)

на тему: Вдосконалення технологічного процесу механічного оброблення  
тримача М9.009-00.00.008

Виконав: студент IV курсу, групи МТз-41  
спеціальності 131 “Прикладна механіка”

(шифр і назва спеціальності)

	(підпис)	Задворний Р.І. (прізвище та ініціали)
Керівник	(підпис)	Дичковський М.Г. (прізвище та ініціали)
Нормоконтроль	(підпис)	(прізвище та ініціали)
Завідувач кафедри	(підпис)	(прізвище та ініціали)
Рецензент	(підпис)	(прізвище та ініціали)

Тернопіль  
2021

## РЕФЕРАТ

кваліфікаційної роботи бакалавра на тему:

“Вдосконалення технологічного процесу механічного оброблення тримача М9.009-00.00.008” студента групи МТз-41 ТНТУ імені Івана Пулюя Задворного Р.І. Керівник роботи - кандидат техн. наук, доцент Дичковський М.Г.

Ключові слова: технологічний процес, токарно-револьверний верстат, операція, фрезерування, заготовка.

Мета роботи - вдосконалити технологію виготовлення тримача М9.009-00.00.008 з відповідним обґрунтуванням.

Для досягнення поставленої мети вирішено такі завдання.

У першому розділі проведено аналіз конструктивних особливостей тримача М9.009-00.00.008, його застосування, технічні вимоги до поверхонь, його технологічність. Детально розглянуто базовий технологічний процес.

У другому розділі визначили тип виробництва - середньосерійний, вибрали оптимальний варіант виготовлення заготовки – прокат гарячекатаний круглий. Провели синтез технологічного маршруту обробки деталі, визначили припуски та міжопераційні розміри. Провели вибір інструментів, технологічного оснащення та обладнання. Провели розрахунок режимів різання.

У третьому розділі спроектували спеціальний п'ятимісний пристрій для фрезерування пазів в деталі, розрахували його точність та силові параметри. Також спроектовано кондуктор для свердління отвору діаметром 9мм, кондуктор для свердління отвору під різь М10-7Н.

У четвертому розділі розглянули питання безпеки життєдіяльності та основ охорони праці.

Представлено відповідні висновки та перелік посилань.

У додатка подано технологічний процес виготовлення тримача М9.009-00.00.008 та специфікації до графічної частини.

# ЗМІСТ

## **Вступ**

### **1 Загально-технічна частина**

- 1.1. Службове призначення деталі
- 1.2. Аналіз технічних вимог деталі
- 1.3. Аналіз технологічності конструкції деталі
- 1.4. Аналіз базового технологічного процесу
- 1.5. Висновки та завдання на кваліфікаційну роботу

### **2 Технологічна частина**

- 2.1. Визначення типу виробництва
- 2.2. Вибір способу одержання заготовки
- 2.3. Вибір технологічних баз
- 2.4. Проектування технологічного маршруту механічного оброблення деталі
- 2.5. Визначення припусків на оброблення
- 2.6. Розрахунок і вибір режимів оброблення та технічних норм часу

### **3 Конструкторська частина**

- 3.1. Опис конструкції пристосування для механічної обробки
- 3.2. Розрахунок похибки пристосування
- 3.3. Розрахунок приводу пристосування

### **4. Безпека життєдіяльності, основи охорони праці**

- 4.1. Техніка безпеки під час роботи на верстатах
- 4.2. Обов'язки працівника за трудовим договором щодо охорони праці

Висновки

Перелік посилань

## ВСТУП

У кваліфікаційній роботі бакалавра вдосконалено технологічний процес механічного оброблення деталі “Тримач” М9.009-00.00.008. Деталь застосовується для кріплення конструктивних елементів на валі. Виготовляється зі сталі Ст 3сп. Заготовка одержана з гарячекатаного круглого прокату, відповідно до типу виробництва, матеріалу, а також з умови одержання економічного ефекту.

У базовому технологічному процесі механічної обробки деталі “Тримач” М9.009-00.00.008 на підприємстві для дрібносерійного виробництва використовуються такі основні параметри: для механічної обробки деталі використовуються універсальні налагоджувальні пристрої як технологічне оснащення; застосовується універсальне металоріжуче обладнання нормальної точності; застосування універсальних вимірювальних інструментів для контролю точності та шорсткості оброблених поверхонь; використання універсальних стандартних ріжучих інструментів для механічної обробки заготовок; концентрація операцій базового технологічного процесу відповідала серійному типу виробництва.

Для підвищення продуктивності та ефективності обробки деталі “Тримач” М9.009-00.00.008 в проектний технологічний процес внесено такі зміни: впроваджено в проектний технологічний процес економічнішого методу отримання заготовки – прокат; токарна обробка поверхонь проводиться на токарно-револьверних верстатах з використанням багатоінструментальних наладок замість універсальних токарно-гвинторізних верстатів 16К20; при зміні технологічного обладнання відбулась заміна технологічного оснащення та різальних інструментів, при цьому використано можливість використання комбінованих інструментів, пристроїв з механізованими системами затиску.

# 1 ЗАГАЛЬНО-ТЕХНІЧНА ЧАСТИНА

## 1.1. Службове призначення деталі

Деталь “Тримач” М9.009-00.00.008 застосовується для кріплення конструктивних елементів на валі.

Деталь виготовляється зі сталі Ст 3сп.

Відповідно до класифікатора ЄСКД [2] деталь “Тримач” М9.009-00.00.008 відноситься до класу 72.

До основних поверхонь деталі, що мають важливе значення при її застосуванні віднесено такі поверхні: отвір  $\varnothing 17,6H7^{(+0,018)}$ ; Ra 0,8 – посадочна поверхня; отвір  $\varnothing 9H14$ ; Ra 6,4 – призначена для установки вісі; різевий отвір М10-7Н; Ra 3,2 – призначена для загвинчування кріпильного елемента; торцеві поверхні 100h14; Ra 6,4 – призначені для точного взаємного розташування тримача у вузлі.

Решта поверхонь розглядаються як допоміжні та другорядні.

Деталь “Тримач” М9.009-00.00.008 виготовляється зі сталі Ст 3сп (відповідно до даних, взятих із креслення деталі) – вуглецевої сталі звичайної якості, спокійної ступені розкислення, групи А.

У таблицях, представлених нижче, представлено хімічний склад, механічні властивості та технологічне застосування сталі Ст 3сп [3].

Таблиця 1.1 – Хімічний склад вуглецевої сталі Ст 3сп, %

C	Si	Mn	P	S	N
			не більше		
0,14-0,22	0,15-0,30	0,40-0,65	0,045	0,045	0,009

Таблиця 1.2 – Механічні властивості вуглецевої сталі Ст 3сп

$\sigma_T$ , МПа	$\sigma_B$ , МПа	$\delta_5$ , %	$\rho$ , г/см <sup>3</sup>	$a_{нб}$ , Дж/см <sup>2</sup>
не менше				
235	370-480	25	7,8	80

## 1.2. Аналіз технічних вимог деталі

Після детального вивчення креслення деталі, точності розмірів, шорсткості поверхонь, їх взаємного розташування і точності форми кожній із поверхонь присвоєні порядкові номери та проведено аналіз технічних вимог, заданих конструктором, який представлено у вигляді таблиці 1.3.

Таблиця 1.3 – Результати аналізу технічних вимог “Тримача”  
M9.009-00.00.008

Позначення поверхні (поверхонь)	Зміст технічної вимоги	Метод виконання	Метод контролю
1	2	3	4
1,9	Торцева поверхня 100h14; Ra6,4	Напівчистове точіння при поперечній подачі	Штангенциркуль
2,8	Фаска зовнішня 1×45°; Ra6,4	Точіння однократне	Кутомір універсальний тип 4-10
3	Лиска 24h14 <sub>(-0,52)</sub> ; 42±IT14/2; Ra6,4	Фрезерування однократне	Штангенциркуль
4	Зовнішня циліндрична поверхня Ø 30h14 <sub>(-0,52)</sub> ; Ra6,4	Напівчистове точіння при поздовжній подачі	Штангенциркуль
5	Отвір під різь М10-7Н; Ø 8,5H14 <sup>(+0,360)</sup> ; 14±IT14/2; Ra12,5	Свердління по кондуктору	Штангенциркуль
6	Фаска внутрішня під різь М10-7Н 0,75×45°; Ra6,4	Зенкування	Кутомір універсальний тип 4-10
7	Різовий отвір М10-7Н; 14±IT14/2; Ra3,2	Нарізання різі мітчиком	Калібр-пробка (М10) 8221-02587Н
10,13	Фаска внутрішня 0,5×45°; Ra6,4	Зенкування	Кутомір універсальний тип 4-10
11	Внутрішня циліндрична поверхня Ø17,6H7 <sup>(+0,018)</sup> ; Ra 1,6	Розвертання чистове	Калібр-пробка двосторонній двограничний 8133-0952 Н7 Взірці шорсткості

Закінчення таблиці 1.3

1	2	3	4
12	Внутрішня циліндрична поверхня $\varnothing 9H14^{(+0,360)}$ ; $l=24$ $14\pm IT14/2$ ; Ra 6,4	Свердління по кондуктору	Штангенциркуль
14	Зовнішня циліндрична поверхня $\varnothing 28h14_{(-0,52)}$ ; Ra 6,4	Точіння напівчистове при поздовжній подачі	Штангенциркуль

### 1.3. Аналіз технологічності конструкції деталі

Конструкція деталі “Тримач” М9.009-00.00.008 не є складною і не вимагає спрощення або зміни, навіть при умові зміни типу виробництва.

Матеріал деталі сталь СтЗсп відповідає технічним вимогам, що висунуті до деталі та умовам експлуатації тримача у вузлі. Заготовка може отримуватись з прокату, штампуванням, куванням і литтям.

Для обробки деталі не потрібні додаткові штучні технологічні бази, при цьому застосовуються зовнішні та внутрішні циліндричні і торцеві поверхні деталі. У конструкції деталі відсутні особливо точні, важкодоступні та важкооброблювані поверхні. При цьому є достатній доступ для застосування контрольних інструментів. При виготовленні деталі можливе використання високопродуктивного спеціалізованого та спеціального обладнання та оснащення. Отже, деталь технологічною.

Кількісну оцінку технологічності деталі проведено на основі коефіцієнта точності обробки, коефіцієнта шорсткості поверхонь, коефіцієнта уніфікації.

Для визначення показників технологічності деталі “Тримач” М9.009-00.00.008 використано числові показники з таблиці 1.4.

Таблиця 1.4. – Кількісні показники технологічності

Назва поверхні. Позначення на кресленні	Кількість поверхонь	Кількість уніфікованих поверхонь	Квалітет точності	Параметр шорсткості	Клас шорсткості (чистоти поверхні)
1	2	3	4	5	6
Торцева поверхня 100h14	2	2	14	Ra6,4	4
Фаска зовнішня 1×45°	2	2	14	Ra6,4	4
Лиска 24h14 <sub>(-0,52)</sub> ; 42±IT14/2	2	2	14	Ra6,4	4
Зовнішня циліндрична поверхня Ø 30h14 <sub>(-0,52)</sub>	1	1	14	Ra6,4	4
Фаска внутрішня під різь М10-7Н; 0,75×45°	1	1	14	Ra6,4	4
Різейй отвір М10-7Н; 14±IT14/2;	1	1	12	Ra3,2	5
Фаска внутрішня 0,5×45°	2	2	14	Ra6,4	4
Внутрішня циліндрична поверхня Ø17,6H7 <sup>(+0,018)</sup>	1	–	7	Ra 1,6	6
Внутрішня циліндрична поверхня Ø9H14 <sup>(+0,360)</sup> ; l=24 14±IT14/2;	1	1	14	Ra 6,4	4
Зовнішня циліндрична поверхня Ø28h14 <sub>(-0,52)</sub>	1	1	14	Ra 6,4	4
Разом	14	13			

Розраховуємо значення коефіцієнта точності обробки деталі “Тримач”  
М9.009-00.00.008



$$K_{\text{т.ч.}} = 1 - \frac{1}{T_{\text{cp}}}, \quad (1.1)$$

$$T_{\text{cp}} = \frac{\sum T_i \cdot n_i}{\sum n_i} = \frac{6 \cdot n_6 + 7 \cdot n_7 + \dots + 17 \cdot n_{17}}{n_6 + n_7 + \dots + n_{17}};$$

$$T_{\text{cp}} = \frac{14 \cdot 12 + 12 \cdot 1 + 7 \cdot 1}{14} = 13,357;$$

$$K_{\text{т.ч.}} = 1 - \frac{1}{13,357} = 0,925.$$

Якщо  $K_{\text{т.ч.}} = 0,92 > 0,8$ , то тримач М9.009-00.00.008 є технологічним.

Розраховуємо значення коефіцієнта шорсткості поверхонь деталі “Тримач” М9.009-00.00.008

$$K_{\text{ш}} = \frac{1}{B_{\text{cp}}}, \quad (1.2)$$

$$B_{\text{cp}} = \frac{\sum B_i \cdot n_i}{\sum n_i} = \frac{1 \cdot n_1 + 2 \cdot n_2 + \dots + 14 \cdot n_{14}}{n_1 + n_2 + \dots + n_{14}},$$

$$B_{\text{cp}} = \frac{4 \cdot 12 + 5 \cdot 1 + 6 \cdot 1}{14} = 4,21;$$

$$K_{\text{ш}} = \frac{1}{4,21} = 0,237.$$

Якщо  $K_{\text{ш}} = 0,23 > 0,16$ , то тримач М9.009-00.00.008 є технологічним.

Розраховуємо значення коефіцієнта уніфікації конструктивних елементів деталі “Тримач” М9.009-00.00.008

$$K_{\text{y.e.}} = \frac{N_{\text{y.e.}}}{N_e}, \quad (1.3)$$

$$K_{\text{y.e.}} = \frac{13}{14} = 0,928.$$

Якщо  $K_{\text{y.e.}} = 0,92 > 0,6$ , то тримач М9.009-00.00.008 є технологічним.

На основі кількісного та якісного аналізу встановлено, що деталь “Тримач” М9.009-00.00.008 є технологічним і не має потреби у заміні її конструкції, точності і шорсткості поверхонь, які підлягають механічній обробці.

#### 1.4. Аналіз базового технологічного процесу

Для проведення аналізу базового технологічного процесу виготовлення деталі “Тримач” М9.009-00.00.008 сформовано таблицю 1.5.

Таблиця 1.5 – Аналіз базового технологічного процесу виготовлення деталі “Тримач” М9.009-00.00.008

№ п/п	Номер і назва операції	Обладнання	Пристосування
1.	005. Токарно-гвинторізна	16К20	Патрон 3-х кулачковий із ручним затиском
2.	010. Токарно-гвинторізна	16К20	Патрон 3-х кулачковий із ручним затиском
3.	015 Горизонтально-фрезерна	6Р81	Пристрій спеціальний
4.	020 Вертикально-свердлильна	2Н135	Кондуктор спеціальний
5.	025 Вертикально-свердлильна	2Н135	Кондуктор спеціальний
6.	030 Вертикально-свердлильна	2Н135	Підставка спеціальна

При розробленні базового технологічного процесу механічної обробки деталі “Тримач” М9.009-00.00.008 на підприємстві для дрібносерійного виробництва використовуються такі основні параметри:

- заготовка – поковка, що виготовляється вільним куванням вибрана раціонально для даного типу виробництва;
- для механічної обробки деталі використовуються універсальні налагоджувальні пристрої як технологічне оснащення;
- застосовується універсальне металоріжуче обладнання нормальної точності;

- застосування універсальних вимірювальних інструментів для контролю точності та шорсткості оброблених поверхонь;
- використання універсальних стандартних ріжучих інструментів для механічної обробки заготовок;
- концентрація операцій базового технологічного процесу відповідає серійному типу виробництва.

### **1.5. Висновки та завдання на кваліфікаційну роботу**

Деталь “Тримач” М9.009-00.00.008 відповідно до проведеного аналізу є технологічним, що підтверджують якісні та кількісні показники. У конструкції деталі відсутні особливо точні, важкодоступні та важкооброблювані поверхні. При цьому є достатній доступ для застосування ріжучих та контрольних інструментів.

Поставлені вимоги щодо якості поверхонь деталі “Тримач” М9.009-00.00.008 забезпечуються базовим технологічним процесом, при цьому внаслідок зміни типу виробництва виникає необхідність його вдосконалення.

Для підвищення продуктивності та ефективності обробки деталі “Тримач” М9.009-00.00.008 в проектний технологічний процес необхідно внести такі зміни:

- впровадження в проектний технологічний процес ефективнішого та точнішого методу отримання заготовки – прокат;
- токарна обробка поверхонь, буде проводитись на токарно-револьверних верстатах з використанням багатоінструментальних наладок замість універсальних токарно-гвинторізних верстатів мод. 16К20;
- при зміні технологічного обладнання відбудеться заміна технологічного оснащення та різальних інструментів, при цьому є можливість використання комбінованих інструментів, пристроїв з механізованими системами затиску.

## 2 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

### 2.1. Визначення типу виробництва

Тип виробництва попередньо визначено на основі завдання, річної програми випуску  $N = 18000$  шт. та маси деталі “Тримач” М9.009-00.00.008  $m=0,13$  кг із стандартних таблиць, при цьому на основі цих даних тип виробництва – середньосерійний.

Для розрахунку типу виробництва також використано розрахунково-аналітичний метод.

Тип виробництва визначено за коефіцієнтом закріплення операцій [1]:

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

де  $\Sigma O$  – сумарна кількість операцій на дільниці;

$\Sigma P$  – сумарна кількість робочих місць на дільниці.

Дані базового технологічного процесу записано в таблицю 2.1.

Таблиця 2.1 – Трудозатрати базового технологічного процесу

Операція	(Т шт.к)	Операція	(Т шт.к)
005 Токарно-гвинторізна	5,42 хв.	020 Вертикально-свердлильна	0,25 хв.
010 Токарно-гвинторізна	0,68 хв.	025 Вертикально-свердлильна	0,208 хв.
015 Горизонтально-фрезерна	3,70 хв.	030 Вертикально-свердлильна	1,92 хв.

Визначаємо кількість верстатів для кожної операції згідно [1]:

$$m_p = \frac{N \cdot T_{шт}}{60 \cdot F_d \cdot \eta_{зн}}, \quad (2.2)$$

де  $N$  – річна програма, шт.  $N = 18000$  шт.,  $F_d=3979$  годин для двох змін,

$\eta_{з.н.}=0,75$  для серійного типу виробництва.

Після визначення кількості верстатів для кожної операції  $m_p$ , визначаємо кількість робочих місць  $P$ , як цілі числа

$$m_{p005} = \frac{18000 \cdot 5,42}{60 \cdot 3979 \cdot 0,75} = 0,54. P_{005} = 1 \text{ верстат.}$$

$$m_{p010} = \frac{18000 \cdot 0,68}{60 \cdot 3979 \cdot 0,75} = 0,068. P_{010} = 1 \text{ верстат.}$$

$$m_{p015} = \frac{18000 \cdot 3,70}{60 \cdot 3979 \cdot 0,75} = 0,37. P_{015} = 1 \text{ верстат.}$$

$$m_{p020} = \frac{18000 \cdot 0,25}{60 \cdot 3979 \cdot 0,75} = 0,025. P_{020} = 1 \text{ верстат.}$$

$$m_{p025} = \frac{18000 \cdot 0,208}{60 \cdot 3979 \cdot 0,75} = 0,02. P_{025} = 1 \text{ верстат.}$$

$$m_{p030} = \frac{18000 \cdot 1,92}{60 \cdot 3979 \cdot 0,75} = 0,19. P_{030} = 1 \text{ верстат.}$$

Розраховуємо фактичний коефіцієнт завантаження робочого місця [1]:

$$\eta_{з.ф.} = \frac{m_p}{P}, \quad (2.3)$$

$$\eta_{з.ф.005} = \frac{0,54}{1} = 0,54;$$

$$\eta_{з.ф.010} = \frac{0,068}{1} = 0,068.$$

$$\eta_{з.ф.015} = \frac{0,37}{1} = 0,37.$$

$$\eta_{з.ф.020} = \frac{0,025}{1} = 0,025.$$

$$\eta_{з.ф.025} = \frac{0,02}{1} = 0,02.$$

$$\eta_{з.ф.030} = \frac{0,19}{1} = 0,19.$$

Розраховуємо кількість операцій на робочому місці, заокруглюючи до цілого числа [1]:

$$O = \frac{\eta_{з.н.}}{\eta_{з.ф.}}, \quad (2.4)$$

$$O_{005} = \frac{0,75}{0,54} = 1,4. \quad O_{005} = 2 \text{ операції.}$$

$$O_{010} = \frac{0,75}{0,068} = 11. \quad O_{010} = 11 \text{ операцій.}$$

$$O_{015} = \frac{0,75}{0,37} = 2. \quad O_{015} = 2 \text{ операції.}$$

$$O_{020} = \frac{0,75}{0,025} = 30. \quad O_{020} = 30 \text{ операцій.}$$

$$O_{025} = \frac{0,75}{0,02} = 37,5. \quad O_{025} = 38 \text{ операцій.}$$

$$O_{030} = \frac{0,75}{0,19} = 3,94. \quad O_{030} = 4 \text{ операцій.}$$

Розраховуємо коефіцієнт закріплення операцій  $K_{з.о.}$  за формулою (2.1):

$$K_{з.о.} = \frac{\sum O}{\sum P} = \frac{2+11+2+30+38+4}{1+1+1+1+1+1} = \frac{87}{6} = 14,5.$$

Отже, на основі розрахунково-аналітичного методу тип виробництва середньосерійний.

Такт випуску  $t_B$  [1]:

$$t_B = \frac{60 \cdot F_D}{N}, \quad (2.5)$$

$$t_{\text{в}} = \frac{60 \cdot 3979}{18000} = 13,26 \text{ хв.}$$

## 2.2. Вибір способу одержання заготовки

Для одержання заготовки деталі “Тримач” М9.009-00.00.008 проведено порівняння двох методів:

– перший метод – прокат гарячекатаний круглий, підвищеної точності прокатки (Б), діаметром 31 мм зі сталі вуглецевої Ст 3сп. Довжина прутка 3 м. Різання прокату здійснюється на токарно-револьверному прутковому верстаті. Позначення прокату в конструкторській документації:

Круг  $\frac{31 - \text{Б} - \text{II ГOST 2590} - 88}{\text{Ст3сп 1} - \text{II ГOST 535} - 88}$  [3].

– другий метод – поковка, що виготовляється вільним куванням на молотах.

Згідно [7] поковка відноситься до першої групи.

Розрахункові загальні табличні припуски представлено в таблиці 2.2.

Таблиця 2.2 – Загальні припуски

Оброблювана поверхня, її розмір, точність	Параметр шорсткості деталі, мкм	Допуск заготовки, мм	Загальний припуск, мм	Розмір заготовки із граничними відхиленнями
1	2	3	4	5
1) круг $\frac{31 - \text{Б} - \text{II ГOST 2590} - 88}{\text{Ст3сп 1} - \text{II ГOST 535} - 88}$				
Торцева поверхня 100 h14 <sub>(-0,87)</sub>	Ra6,4	0,6	3,5 × 2 = 7,0	107±0,3
Зовнішня циліндрична поверхня Ø30h14 <sub>(-0,52)</sub>	Ra6,4	0,9	0,5 × 2 = 1,0	Ø31 <sup>+0,2</sup> <sub>-0,7</sub>
2) поковка, що виготовляється вільним куванням на молотах				
Торцева поверхня 100 <sub>-0,87</sub>	Ra6,4	4,0	3,125 × 2 = = 6,25	106,25±2,0

Закінчення таблиці 2.2

1	2	3	4	5
Торцева поверхня 42±0,3	Ra6,4	4,0	3,75	38,25±2,0
Зовнішня циліндрична поверхня Ø30h14(-0,52)	Ra6,4	4,0	2,5 × 2 = 5,0	Ø35±2,0
Зовнішня циліндрична поверхня Ø28h14(-0,52)	Ra6,4	4,0	2,5 × 2 = 5,0	Ø29±2,0

Витрати матеріалу на деталь через неkratності довжини прокату :

$$L_{\text{нк.}} = L_{\text{пр.}} - x \cdot (L_{\text{заг.}} + L_{\text{р.}}), \quad (2.6)$$

де  $L_{\text{пр.}} = 3000$  мм – довжина прокату за стандартом;

$x$  – кількість заготовок на одному прутку, шт.;

$$x = \frac{L_{\text{пр.}} - L_{\text{т.о.}} - L_{\text{заг.}}}{L_{\text{заг.}} + L_{\text{р.}}}, \quad (2.7)$$

де  $L_{\text{т.о.}}$  – довжини торцьового обрізу прокату.

$$L_{\text{т.о.}} = (0,3 \div 0,5) \cdot d, \quad (2.8)$$

де  $d$  – діаметр заготовки, 31 мм.

$$L_{\text{т.о.}} = (0,3 \div 0,5) \cdot 31 = 9,3 \div 15,5 = 12,4 \text{ мм.}$$

$L_{\text{заг.}}$  – мінімальна довжина затискного кінця заготовки.

$L_{\text{заг.}} = 60$  для затиску в патроні [7];

Тоді кількість заготовок на одному прутку:

$$x = \frac{3000 - 12,4 - 60}{107 + 3} = \frac{2927,6}{110} = 26,61 \text{ шт.}$$

Приймаємо 26 штук.

Витрати матеріалу на деталь через неkratності довжини прокату:



$$L_{\text{нк.}} = 3000 - 26 \cdot (107 + 3) = 140 \text{ мм.}$$

Розраховуємо розхід матеріалу на заготовку:

$$Q_{\text{тв.}} = \frac{Q_1 \cdot (100 + B_{\text{заг.}})}{100}, \quad (2.9)$$

$$Q = V_3 \cdot \rho, \quad (2.10)$$

$$V_3 = \frac{\pi \cdot d^2 \cdot H}{4}, \quad (2.11)$$

$$V_3 = \frac{\pi \cdot 31^2 \cdot 107}{4} = 80719,2 \text{ мм}^3 = 80,7 \text{ см}^3$$

$$Q_1 = 80,7 \cdot 7,85 = 633,5 \text{ г} \approx 0,63 \text{ кг.}$$

Визначаємо загальні витрати матеріалу (%):

$$B_{\text{заг.}} = B_{\text{нк.}} + B_{\text{т.о.}} + B_{\text{зат.}}, \quad (2.12)$$

де  $B_{\text{нк.}}$  – витрати матеріалу на неkratність, (%);

$$B_{\text{нк.}} = \frac{(L_{\text{нк.}} \cdot 100)}{L_{\text{пр.}}}, \quad (2.13)$$

$$B_{\text{нк.}} = \frac{(140 \cdot 100)}{3000} = 4,66\%.$$

$B_{\text{т.о.}}$  – витрати матеріалу на торцьовий обріз прокату, (%);

$$B_{\text{т.о.}} = \frac{(L_{\text{т.о.}} \cdot 100)}{L_{\text{пр.}}}, \quad (2.14)$$

$$B_{\text{т.о.}} = \frac{(12,4 \cdot 100)}{3000} = 0,41\%.$$

$B_{\text{зат.}}$  – витрати матеріалу при затиску прокату, (%);

$$B_{\text{зат.}} = \frac{(L_{\text{зат.}} \cdot 100)}{L_{\text{пр.}}},$$

$$B_{\text{заг.}} = \frac{(60 \cdot 100)}{3000} = 2,0\%.$$

Отже, загальні витрати при виготовленні деталі з прокату:

$$B_{\text{заг.}} = 4,66 + 0,41 + 2,0 = 7,07\%.$$

Розраховуємо розхід матеріалу на заготовку:

$$Q_{\text{гв.}} = \frac{0,63 \cdot (100 + 7,07)}{100} = 0,67 \text{ кг.}$$

Об'єм заготовки для другого методу - кування:

$$V_1 = \frac{\pi \cdot 33^2 \cdot 41,375}{4} = 35370 \text{ мм}^3 = 35,37 \text{ см}^3;$$

$$V_2 = \frac{\pi \cdot 35^2 \cdot 64,875}{4} = 62385,42 \text{ мм}^3 = 62,385 \text{ см}^3;$$

$$V_3 = 2\pi \cdot R \cdot h \cdot l = 2\pi \cdot 16,5 \cdot 2 \cdot 41,375 = 4287,3 \text{ мм}^3 = 4,287 \cdot 2 = 8,57 \text{ см}^3;$$

$$V_{\text{заг2}} = V_1 + V_2 - V_3;$$

$$V_{\text{заг}} = 35,37 + 62,385 - 8,57 = 89,18 \text{ см}^3.$$

Визначаємо масу заготовки:

$$Q_2 = 89,18 \cdot 7,85 = 700 \text{ г} = 0,7 \text{ кг.}$$

Коефіцієнт використання матеріалу:

$$K_{\text{в.м.}} = \frac{q}{Q}, \quad (2.15)$$

$$K_{\text{в.м.1}} = \frac{0,13}{0,67} = 0,19.$$

$$K_{\text{в.м.2}} = \frac{0,13}{0,7} = 0,186.$$

Для розроблення технологічного процесу виготовлення вала вибираємо метод отримання заготовки прокат через вищий коефіцієнт використання матеріалу.

#### 2.4. Проектування технологічного маршруту механічного оброблення деталі

Для вибору раціонального технологічного маршруту механічного оброблення деталі порівнюємо два варіанти із таблиці 2.4.

Таблиця 2.4 – Методи обробки поверхонь деталі

№ пов.	Вид поверхні, позначення	Вихідні параметри деталі		Варіанти методів, маршрутів обробки поверхонь	
		Квалітет (ступінь точності)	Шорсткість, мкм	1	2
1	2	3	4	5	6
1,9	Торцева поверхня 100h14	14	Ra6,4	1. Чорнове точіння при поперечній подачі 2. Напівчистове точіння при поперечній подачі	
2,8	Фаска зовнішня 1×45°	14	Ra6,4	Точіння однократне	
3	Лиска 24h14 <sub>(-0,52)</sub> ; 42±IT14/2	14	Ra6,4	Фрезерування однократне	
4	Зовнішня циліндрична поверхня Ø 30h14 <sub>(-0,52)</sub>	14	Ra6,4	Напівчистове точіння при поздовжній подачі	
5	Отвір під різь M10-7H; Ø 8,5H14 <sup>(+0,360)</sup> ; 14±IT14/2	14	Ra12,5	Свердління по кондуктору	Свердління без кондуктора
6	Фаска внутрішня під різь M10-7H 1,5×45°	14	Ra6,4	Зенкування	Обробка комбінованим інструментом

Закінчення таблиці 2.4

1	2	3	4	5	6
7	Різовий отвір M10-7H; 14±IT14/2	12	Ra3,2	Нарізання різи мітчиком	Накатування різи
10,13	Фаска внутрішня 0,5×45°	14	Ra 6,4	Розточування однократне	
11	Внутрішня циліндрична поверхня Ø17,6H7(+0,018)	7	Ra 1,6	1. Свердління 2. Зенкерування 3. Розвертання чорнове 4. Розвертання чистове	1. Свердління 2. Розвертання чорнове 3. Шліфування чистове
12	Внутрішня циліндрична поверхня Ø9H14(+0,360); l=24 14±IT14/2	14	Ra 6,4	Свердління по кондуктору	Свердління без кондуктора
14	Зовнішня циліндрична поверхня Ø28h14(-0,52)	14	Ra 6,4	1. Точіння чорнове при поздовжній подачі 2. Точіння напівчистове при поздовжній подачі	

Записуємо структуру маршруту обробки деталі “Тримач”  
M9.009-00.00.008.

Операція 005 Токарно-револьверна

1. Подати пруток до упора, закріпити.
2. Підрізати попередньо торець 9, витримуючи розмір 104<sub>-1,4</sub>.
3. Підрізати остаточно торець 9, витримуючи розмір 103,5<sub>-0,87</sub>.
4. Точити остаточно зовнішню циліндричну поверхню 4, витримуючи розмір Ø30<sub>-0,52</sub>; точити зовнішню фаску 8, витримуючи розмір 1×45° одночасно.
5. Свердлити отвір 11, витримуючи розміри Ø16,75<sup>+0,43</sup>; l=103,5.
6. Зенкерувати отвір 11, витримуючи розміри Ø17,46<sup>+0,07</sup>; l=103,5.

7. Зенкувати внутрішню фаску 10, витримуючи розмір  $0,57 \times 45^\circ$ .
8. Відрізати деталь, витримуючи розмір  $100,5_{-0,87}$ .
9. Зняти деталь.
10. Перевірити розміри:  $103,5_{-0,87}$ ;  $1 \times 45^\circ$ ;  $0,57 \times 45^\circ$ ;  $\varnothing 17,46^{+0,07}$ ;  $\varnothing 30_{-0,52}$ .

Контроль 30 %.

#### Операція 010 Токарно-револьверна

1. Встановити заготовку, закріпити.
2. Підрізати остаточно торець 1, витримуючи розмір  $100_{-0,87}$ .
3. Точити остаточно зовнішню циліндричну поверхню 14, витримуючи розміри  $\varnothing 28_{-0,52}$ ;  $l=42 \pm 0,1$ ; точити зовнішню фаску 2, витримуючи розмір  $1 \times 45^\circ$  одночасно.

4. Зенкувати внутрішню фаску 13, витримуючи розмір  $0,57 \times 45^\circ$ .

5. Зняти деталь.

Перевірити розміри:  $100_{-0,87}$ ;  $\varnothing 28_{-0,52}$ ;  $l=42 \pm 0,1$ ;  $1 \times 45^\circ$ ;  $0,57 \times 45^\circ$ .

Контроль 30 %.

#### Операція 015 Горизонтально-фрезерна

Фрезерувати одночасно дві лиски 3 на горизонтально-фрезерному верстаті мод. 6Т804Г.

#### Операція 020 Вертикально-свердлильна

Свердлити отвір 5 під різь 7 з одночасним зенкуванням фаски 6 по кондуктору на вертикально-свердлильному верстаті.

#### Операція 025 Різенарізна

Нарізати різь 7 на різенарізному верстаті мод. 2056.

#### Операція 030 Вертикально-свердлильна

Свердлити отвір 12 по кондуктору на вертикально-свердлильному верстаті.

#### Операція 035 Вертикально-свердлильна

1. Встановити заготовку, закріпити.
2. Розвернути попередньо отвір 11, витримуючи розміри  $\varnothing 17,561^{+0,027}$ ;  $l=100$ .

3. Розвернути остаточно отвір 11, витримуючи розміри  $\varnothing 17,6^{+0,018}$ ;  $l=100$ .

4. Зняти деталь.

Перевірити розміри:  $\varnothing 17,6^{+0,018}$ ;  $l=100$ .

Контроль 30 %.

Операція 040 Контроль.

## 2.5. Визначення припусків на оброблення

Результати розрахунку припусків для механічної обробки поверхонь деталі “Тримач” М9.009-00.00.008 представлено в таблиці 2.5

Схему графічного розташування припусків для поверхні  $\varnothing 17,6H7$  представлено рис. 2.3.

Таблиця 2.5 – Розрахункові припуски для механічної обробки

Технологічні операції і переходи обробки поверхонь деталі	Квалітет (ступінь точності)	Шорсткість, мкм	Допуск, мм	Припуск, мм	Операційні (проміжні) розміри із граничними відхиленнями
1	2	3	4	5	6
<b>Зовнішня циліндрична поверхня <math>\varnothing 30h14_{(-0,52)}</math>, Ra6,4</b>					
Точіння напівчистове	14	Ra6,4	0,52	$0,5 \times 2 = 1,0$	$\varnothing 30_{-0,520}$
Заготовка (прокат)	підвищ. точн. прокатки	Rz50	0,9	1,0	$\varnothing 31^{+0,2}_{-0,7}$
<b>Зовнішня циліндрична поверхня <math>\varnothing 28h14_{(-0,52)}</math>, Ra6,4</b>					
Точіння напівчистове	14	Ra6,4	0,52	$1,0 \times 2 = 2,0$	$\varnothing 28_{-0,520}$
Заготовка (попередньо оброблена поверхня)	14	Ra6,4	0,52	2,0	$\varnothing 30_{-0,520}$

## Закінчення таблиці 2.5

1	2	3	4	5	6
Торцева поверхня 100h14 <sub>(-0,87)</sub> ; Ra6,4					
Точіння напівчистове	14	Ra6,4	0,87	0,5 × 2 = 1,0	100 <sub>-0,87</sub>
Точіння чорнове	15	Rz40	1,4	3,0 × 2 = 6,0	101 <sub>-1,4</sub>
Заготовка	підвищ. точн. прокатки	Rz50	0,6	3,5 × 2 = 7,0	107±0,3
Лиска 24h14 <sub>(-0,52)</sub> ; 42±IT14/2; Ra6,4					
Фрезерування однократне	14	Ra6,4	0,52	2,0 × 2 = 4,0	24 <sub>-0,52</sub>
Заготовка (попередньо оброблена поверхня)	14	Ra6,4	0,52	4,0	∅28 <sub>-0,520</sub>

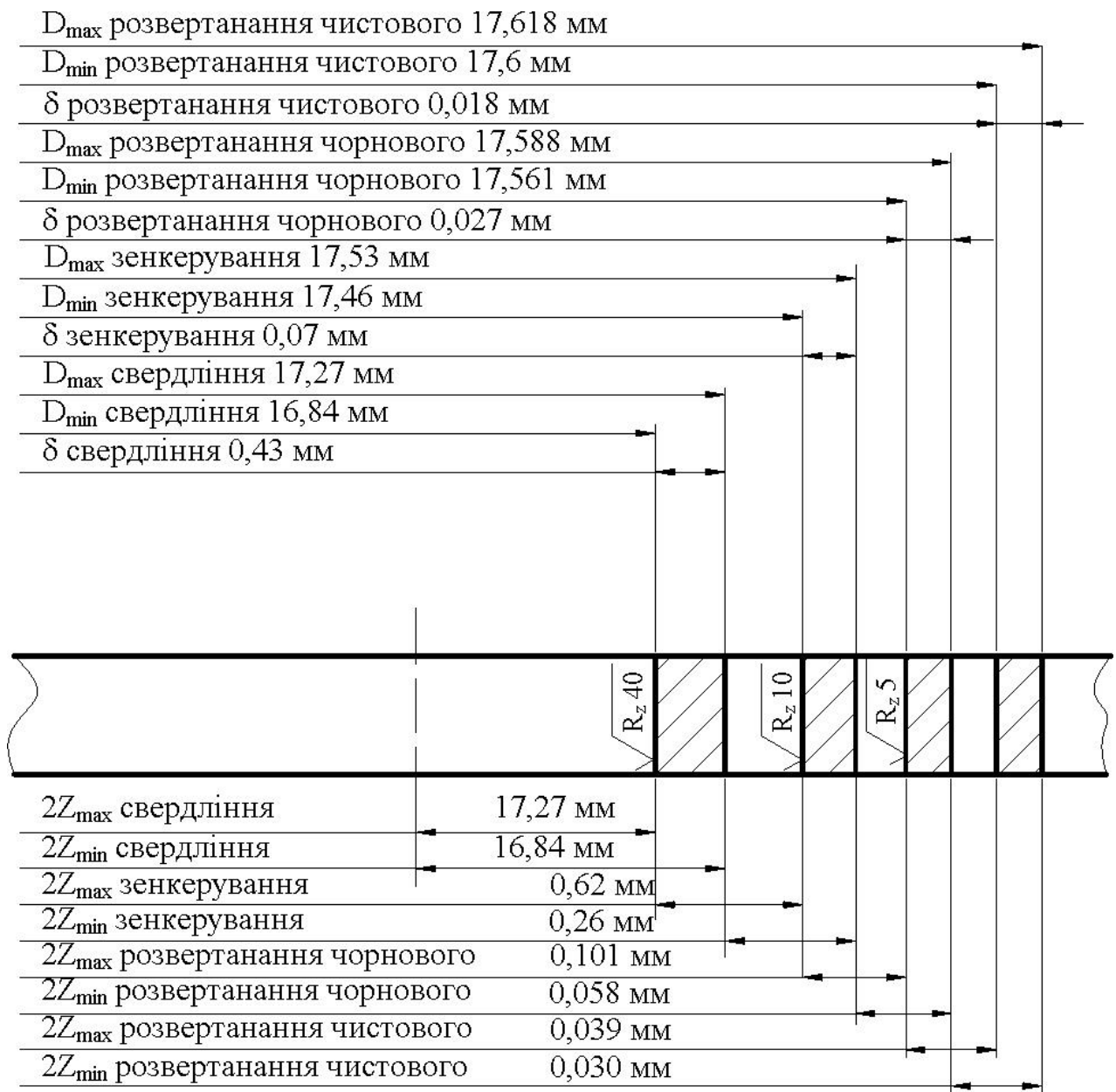


Рисунок 2.3 – Схема графічного розташування припусків для поверхні  $\varnothing 17,6H7$

Габаритні розміри заготовки:  $\varnothing 31_{-0,7}^{+0,2} \times 107 \pm 0,3$  мм.

## 2.6. Розрахунок і вибір режимів оброблення та технічних норм часу

Розрахунок режимів різання розрахунково-аналітичним методом.

Операція 005 Токарно-револьверна.

Перехід 2.

Свердлити отвір 4, витримуючи розміри  $\varnothing 16,75_{-0,87}^{+0,52}$ ;  $l=103,5_{-0,87}$ .



Свердло НКХ Морзе2 Ø16,75А L=223.

1. Визначаємо глибину різання:

$$t = 0,5D \quad (2.16)$$

$$t = 0,5 \cdot 16,75 = 8,375 \text{ мм.}$$

2. Визначаємо довжину робочого ходу:

$$L_{\text{р.х.}} = l_{\text{різ.}} + l_{\text{підв.}} + l_{\text{вріз.}} + l_{\text{пер.}}, \quad (2.17)$$

де  $l_{\text{різ.}} = 103,5 \text{ мм}$ ;

$l_{\text{підв.}} + l_{\text{пер.}} + l_{\text{вріз.}} = 6 \text{ мм}$  [10].

Підставляємо знайдені значення:

$$L_{\text{р.х.}} = 103,5 + 6 = 109 \text{ мм.}$$

3. Визначаємо подачу при свердлінні:

$$S_o = S_{\text{от}} \cdot K_{\text{Is}}, \quad (2.18)$$

де  $S_{\text{от}} = 0,43 \text{ мм/об}$  [6];

$K_{\text{Is}} = 0,8$  при  $l \leq 7D$  [6].

Підставляємо отримані значення :

$$S_o = 0,43 \cdot 0,8 = 0,354 \text{ мм/об.}$$

4. Коректуємо подачу за паспортом верстата:  $S_{\text{от}} = 0,4 \text{ мм/об}$  (верхній діапазон).

5. Визначаємо швидкість різання при свердлінні:

$$V = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot S^y} \cdot K_v, \quad (2.19)$$

де  $T = 45 \text{ хв}$  ;

$S = 0,4 \text{ мм/об}$  ;

$D = 16,75$  мм;

$K_v$  – поправочний коефіцієнт;

$$K_v = K_{MV} \cdot K_{IV} \cdot K_{IV}, \quad (2.20)$$

Поправочний коефіцієнт впливу матеріалу заготовки [20]:

$$K_{MV} = K_r \left( \frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_v}, \quad (2.21)$$

де  $\sigma_B = 425$  МПа;

$n_v = 1,0$ .

$K_r = -0,9$  [6].

$$K_{MV} = 1,0 \cdot \left( \frac{750}{425} \right)^{-0,9} = 0,6.$$

$K_{IV} = 1,0$  – Р6М5 [6];

$K_{IV} = 0,6$  при довжині свердління  $8D$  [6];

$C_v = 9,8$ ;  $q = 0,4$ ;  $y = 0,5$ ;  $m = 0,20$  [6].

Підставляємо отримані значення:

$$K_v = 0,6 \cdot 1,0 \cdot 0,6 = 0,36.$$

Отримаємо значення швидкості різання:

$$V = \frac{9,8 \cdot 16,45^{0,4}}{45^{0,2} \cdot 0,4^{0,5}} \cdot 0,36 = \frac{9,8 \cdot 3,065}{2,14 \cdot 0,63} \cdot 0,36 = 8,0 \text{ м/хв.}$$

6. Визначаємо частоту обертання шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D}, \quad (2.22)$$

де  $V = 8,0$  м/хв;

$D = 16,75$  мм;

$$n = \frac{1000 \cdot 8,0}{\pi \cdot 16,75} = 152 \text{ хв}^{-1}.$$

7. Приймаємо частоту обертання шпинделя із врахуванням технічних характеристик верстата:

$$n_d = 150 \text{ хв}^{-1}.$$

8. Коректуємо швидкість різання:

$$V_d = \frac{\pi \cdot D \cdot n_d}{1000}, \quad (2.23)$$

$$V_d = \frac{\pi \cdot 16,75 \cdot 150}{1000} = 7,89 \text{ м/хв}.$$

9. Визначаємо крутний момент при свердлінні [20]:

$$M_{кр} = 10 \cdot C_M \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_p, \quad (2.24)$$

$K_p$  – поправочний коефіцієнт;

$$K_p = K_{mp}; \quad (2.25)$$

$$K_{mp} = \left( \frac{\sigma_B}{750} \right)^n, \quad (2.26)$$

$n = 0,75$  [6];

$$K_{mp} = \left( \frac{425}{750} \right)^{0,75} = 0,65.$$

$C_M = 0,0345$ ;  $y = 0,8$ ;  $q = 2,0$  [6];

Отримаємо значення крутного моменту:

$$M_{кр} = 10 \cdot 0,0345 \cdot 16,75^{2,0} \cdot 0,4^{0,8} \cdot 0,65 = 30,23 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

10. Визначаємо потужність різання при свердлінні:

$$N_{різ} = \frac{M_{кр} \cdot n}{9750}, \quad (2.27)$$

$$N_{різ} = \frac{30,23 \cdot 150}{9750} = 0,46 \text{ кВт}.$$

11. Необхідно, щоб виконувалась наступна умова:

$$N_{різ} \leq N_{шп}, \quad (2.28)$$

$$N_{шп} = N_{д} \cdot \eta, \quad (2.29)$$

де  $N_{д}$  – потужність приводу головного руху верстата мод. 1Г340П – 6,3 кВт;  
 $\eta = 0,8$ .

$$N_{шп} = 6,3 \cdot 0,8 = 5,04 \text{ кВт}.$$

$$N_{різ} = 0,46 \text{ кВт} < N_{шп} = 5,04 \text{ кВт}.$$

Отже, обробка можлива.

12. Визначаємо основний час:

$$T_o = \frac{L_{р.х.}}{S_o \cdot n}, \quad (2.30)$$

$$T_o = \frac{109,5}{0,4 \cdot 150} = 1,825 \text{ хв}.$$

Перехід 2.

Підрізати остаточно торець 9, витримуючи розмір  $103,5_{-0,87}$

Різець прохідний державочний Т15К6;  $12 \times 12$ ,  $\varphi=45^\circ$   $L=60$

1. Визначаємо глибину різання:

$$t = 0,5 \text{ мм}.$$

2. Визначаємо довжину робочого ходу:

$$L_{p.x.} = l_{різ.} + l_{підв.} + l_{вріз.} + l_{пер.},$$

де  $l_{різ.} = 15,5$  мм;  $l_{підв.} + l_{пер.} = 4$  мм;  $l_{вріз.} = 1$  мм.

Підставляємо знайдені значення:

$$L_{p.x.} = 15,5 + 1 + 4 = 20,5 \text{ мм.}$$

3. Визначаємо подачу різця на оберт шпинделя:

$S_o = 0,4$  мм/об. Згідно паспорта верстата [9].

4. Визначаємо період стійкості інструменту:

$T_M = 60$  хв. [10].

Визначаємо швидкість різання:

$$V = 135 \cdot 1,05 \cdot 0,9 \cdot 1,05 = 134 \text{ м/хв.}$$

де  $V_T = 135$  м/хв [10].

$K_{Vn} = 1,05$  T15K6 [10].

$K_{Vc} = 0,9$  для сталі HB160 [10].

$K_{Vo} = 1,05$  при поперечному точінні [10].

5. Визначаємо частоту обертання шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d},$$

$$n = \frac{1000 \cdot 134}{\pi \cdot 30} = 1423 \text{ хв}^{-1}.$$

6. Приймаємо частоту обертання шпинделя із врахуванням технічних характеристик верстата:

$$n_d = 1180 \text{ хв}^{-1}.$$

7. Коректуємо швидкість різання:

$$V_d = \frac{\pi \cdot D \cdot n_d}{1000},$$

$$V_d = \frac{\pi \cdot 31 \cdot 1180}{1000} = 114,8 \text{ м/хв.}$$

8. Визначаємо основний час обробки:

$$T_o = \frac{L_{p.x.}}{S_o \cdot n},$$

$$T_o = \frac{20,5}{0,4 \cdot 1180} = 0,043 \text{ хв.}$$

Режими різання на всі решта операції представлено у вигляді таблиці 2.6.

Таблиця 2.6 – Зведена таблиця режимів різання

Номер, назва операції, зміст переходу	t, мм	L, мм	i	T <sub>м</sub> , хв	S, мм/об	n, об/хв	V, м/хв	S <sub>м</sub> , мм/хв	T <sub>о</sub> , хв	N, кВт
<b>005 Токарно-револьверна</b>										
Перехід 2 Підрізати попередньо торець 9, витримуючи розмір 104 <sub>-1,4</sub>	3,0	20,5	1	62	0,8	1182	114,7	–	0,02	2,0
Перехід 3 Підрізати остаточно торець 9, витримуючи розмір 103,5 <sub>-0,87</sub>	0,5	20,5	1	62	0,4	1182	114,7	–	0,043	–
Перехід 4 Точити остаточно зовнішню циліндричну поверхню 4, витримуючи розміри Ø30 <sub>-0,52</sub> ; точити зовнішню фаску 8, витримуючи розмір 1×45° одночасно	0,5	109, 5	1	62	0,4	1182	111,2	–	0,23	2,8



Закінчення таблиці 2.6

Свердлити отвір 5 під різь 7 з одночасним зенкуванням фаски 6, витримуючи розміри $\varnothing 8,5H14^{(+0,360)}$ ; $14\pm 0,2$ ; $0,75\times 45^\circ$	4,25	11,2 7	1	22	0,18	1002	27,6	–	0,06	0,34
025 Різенарізна										
Перехід 2 Нарізати різь 7, витримуючи розміри M10-7H; $14\pm 0,2$	10	25	1	22	1,5	322	10	–	0,1	0,8
030 Вертикально-свердлильна										
Перехід 2 Свердлити отвір 12, витримуючи розміри $\varnothing 9H14^{(+0,360)}$ ; $l=24$ .	4,5	29	1	22	0,18	1002	28,2 6	–	0,16	0,54
035 Вертикально-свердлильна										
Перехід 2 Розвернути попередньо отвір 11, витримуючи розміри $\varnothing 17,561^{+0,027}$ ; $l=100$	0,05	114	1	22	1,0	182	9,93	–	0,633	–
Перехід 3 Розвернути остаточно отвір 11, витримуючи розміри $\varnothing 17,6^{+0,018}$ ; $l=100$	0,0195	114	1	22	0,75	182	9,95	–	0,844	–

Технічні норми часу визначаємо на 005 токарно-револьверну операцію розрахунково-аналітичним методом.

Норма штучного часу:

$$T_{\text{шт}} = T_o + T_d + T_{\text{тех.обсл.}} + T_{\text{орг.обсл.}} + T_{\text{відп.}} \quad (2.31)$$

Штучно-калькуляційний час при серійному виробництві:

$$T_{\text{шт.к}} = T_{\text{шт}} + \frac{T_{\text{п.з.}}}{n}, \quad (2.32)$$

де  $n = 1688$  шт.



005 Токарно-револьверна операція.

1. Визначаємо основний час відповідно до режимів різання:

$$T_o = 0,02 + 0,043 + 0,23 + 1,825 + 0,56 + 0,245 + 0,095 = 3,018 \text{ хв.}$$

2. Визначаємо допоміжний час:

$$T_{\text{доп.}} = T_{\text{в.з.}} + T_{\text{у.в.}} + T_{\text{в.}} \quad (2.33)$$

$T_{\text{в.з.}} = 0,3 + 0,3 + 0,01 + 0,018 = 0,628$  хв. – час на встановлення і зняття прутка в цанговому патроні при діаметрі прутка 31 мм, що включає в себе ряд прийомів. [1].

Допоміжний час на управління верстатом  $T_{\text{у.в.}}$

-вмикання і вимикання верстата –  $t_1 = 0,01$  хв. [1].

Поворот револьверної головки – 8 поз.:  $t_2 = 0,015 \times 8 = 0,12$  хв. [1].

Підвести або відвести інструмент до деталі при обробці:

– з револьверної головки:  $t_3 = 0,02 \times 8 = 0,16$  хв. [1].

Загальний допоміжний час на управління верстатом:

$$T_{\text{у.в.}} = t_1 + t_2 + t_3 = 0,01 + 0,12 + 0,16 = 0,29 \text{ хв.}$$

Допоміжний час на контрольні вимірювання  $T_{\text{в}}$  [1].

–  $103,5_{-0,87}; \varnothing 30_{-0,52}$  – Штангенциркуль –  $t_{1\text{в}} = 0,12 + 0,16 = 0,28$  [1];

–  $1 \times 45^\circ; 0,57 \times 45$  – кутомір універсальний тип 4-10–

$$t_{2\text{в}} = 0,23 \times 2 = 0,46 \quad [1];$$

–  $\varnothing 17,46^{+0,07}$  – Штангенциркуль –  $t_{3\text{в}} = 0,22$  хв [1];

$$T_{\text{доп.вим.}} = \sum t_{i\text{в}} = 0,28 + 0,46 + 0,22 = 0,96 \text{ хв.}$$

При контролі 30% дійсний допоміжний час:

$$T_{\text{доп.вим.дійсн.}} = T_{\text{доп.вим.}} \cdot 0,3 = 0,96 \cdot 0,3 = 0,288 \text{ хв.}$$

Отримаємо допоміжний час:

$$T_{\text{д}} = 0,28 + 0,29 + 0,288 = 0,858 \text{ хв.}$$

3. Визначаємо оперативний час:

$$T_{\text{оп}} = T_o + T_d, \quad (2.34)$$
$$T_{\text{оп}} = 3,018 + 0,858 = 3,876 \text{ хв.}$$

Час на відпочинок, природні потреби:

$$T_{\text{об.відп.}} = T_{\text{оп}} \cdot 7\% = 3,876 \cdot 0,07 = 0,271 \text{ хв.}$$

4. Визначаємо норму штучного часу:

$$T_{\text{шт}} = 3,018 + 0,858 + 0,271 = 4,15 \text{ хв.}$$

5. Визначаємо норму підготовчо-заключного часу [1]:

–  $t_1 = 16$  хв – час на наладку верстату.

–  $t_2 = 2 + 3 = 5$  хв. – час на додаткові прийоми.

–  $t_3 = 7$  хв – одержання і здача інструменту і пристосувань.

$$T_{\text{пз}} = t_1 + t_2 + t_3$$
$$T_{\text{пз}} = 16 + 5 + 7 = 28 \text{ хв.}$$

6. Норма штучно-калькуляційного часу:

$$T_{\text{шк}} = 4,15 + \frac{28}{1688} = 4,17 \text{ хв.}$$

010 Токарно-револьверна операція

1. Визначаємо основний час відповідно до режимів різання:

$$T_o = 0,043 + 0,097 + 0,245 = 0,385 \text{ хв.}$$

Штучно-калькуляційний час [1]:

$$T_{\text{шт.к}} = \Psi_k \cdot T_o, \quad (2.35)$$

де  $\psi_k$  – коефіцієнт штучного часу.

$$T_{шт.к} = 1,35 \cdot 0,385 = 0,52 \text{ хв.}$$

015 Горизонтально-фрезерна операція.

$$T_o = 0,985 \text{ хв.}$$

$$T_{шт.к} = 1,81 \cdot 0,985 = 1,78 \text{ хв.}$$

020 Вертикально-свердлильна операція.

$$T_o = 0,06 \text{ хв.}$$

$$T_{шт.к} = 1,3 \cdot 0,06 = 0,078 \text{ хв.}$$

Для решта операцій норми часу прийнято із базового технологічного процесу.

Норми часу для операцій представлено в таблиці 2.7.

Таблиця 2.7 – Норми часу по операціях

Номер та назва операції	$T_o$ , хв	Допоміжний час, $T_d$ хв			$T_{оп}$ хв	Час обслуговування, $T_{об}$ хв	$T_{шт.}$ хв.	$T_{п.з.}$ хв.	n	$T_{шт.к.}$ хв
		$T_{в.з.}$	$T_{у.в.}$	$T_b$						
005 Токарно-револьверна	3,018	0,628	0,29	0,288	3,876	0,271	4,15	28	1688	4,17
010 Токарно-револьверна	0,385	–	–	–	–	–	–	–		0,52
015 Горизонтально-фрезерна	0,985	–	–	–	–	–	–	–		1,78
020 Вертикально-свердлильна	0,06									0,078
025 Різенарізна	0,1									0,13
030 Вертикально-свердлильна	0,16									0,208
035 Вертикально-свердлильна	1,477									1,92

Коефіцієнт завантаження обладнання на дільниці:

$$K_{3.0.} = \frac{M_{п.}}{M_{пр.}}, \quad (2.36)$$

Проектний варіант

$$K_{3.0.005} = \frac{1,72}{2} = 0,86.$$

$$K_{3.0.010} = \frac{0,22}{1} = 0,22.$$

$$K_{3.0.015} = \frac{0,73}{1} = 0,73.$$

$$K_{3.0.020} = \frac{0,007}{1} = 0,007.$$

$$K_{3.0.025} = \frac{0,05}{1} = 0,05.$$

$$K_{3.0.030} = \frac{0,086}{1} = 0,086.$$

$$K_{3.0.035} = \frac{0,792}{1} = 0,792.$$

Середній коефіцієнт завантаження обладнання на ділянці:

$$K_{3.0.ср.} = \frac{\sum M_{п.}}{\sum M_{пр.}}, \quad (2.37)$$

Проектний варіант

$$K_{3.ср} = \frac{1,72 + 0,22 + 0,73 + 0,007 + 0,05 + 0,086 + 0,792}{2 + 1 + 1 + 1 + 1 + 1 + 1} = \frac{3,605}{8} = 0,45.$$

На основі розрахунків будемо графік завантаження обладнання

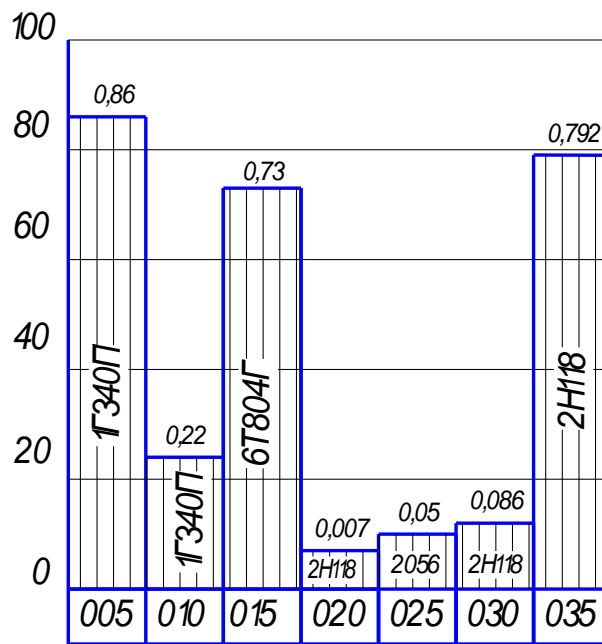


Рисунок 2.1 – Графік завантаження обладнання

## 3 КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА

### 3.1. Опис конструкції пристосування для механічної обробки

Спроектоване пристосування, призначене для фрезерування пазів в розмір 24мм в п'ятьох деталях «Тримач» М9.009-00.00.008 на горизонтально-фрезерному верстаті мод. 6Т804Т.

Деталь в пристосуванні базується на дві самоцентруючі призми 23 та 24 зовнішньою циліндричною поверхнею  $\varnothing 30_{-0,52}$ мм і на базу 27 – торцевою плоскою поверхнею. Затиск здійснюється від пневмоциліндра двохсторонньої дії через штовхач 12, важіль 15, двохплечий важіль 18, шток 20 призмою 23 по зовнішній циліндричній поверхні заготовки  $\varnothing 30$ мм.

Конструкція пристосування складається з наступних елементів: зварного корпусу 1, до якого знизу прикріплено за допомогою шпильок пневмоциліндр двохсторонньої дії із гільзою 9, поршнем 2 та штоком 5. На верхній частині корпусу 1 прикріплено кронштейни 22 та 26, що з'єднані між собою двома напрямляючими вісями 25, на яких, з можливістю осьового переміщення розміщені призми 24 та 23. На верхній плиті корпусу 1 встановлено плоску базу 27.

На вільному кінці штока 5 загвинчено штовхач 12, з другої сторони якого на вісі 14 встановлено важіль 15, на іншому кінці якого на вісі 16 закріплено двохплечий важіль 18, з можливістю провертання навколо вісі 17. Важіль 18 через вісь 19 передає зусилля на штовхач 20, який має можливість осьового руху вздовж втулки 21 і є у взаємодії із призмою 23. Для переміщення штовхача в горизонтальному напрямку без вертикальних деформацій служить опора 28, що пригвинчена до стійки 10, яка закріплена на корпусі 1.

Принцип роботи даного пристосування полягає в наступному: Заготовки торцем встановлюються на базу 27 і базуються на призми 23, 24 та кронштейн 26.

Затиск заготовки в пристосуванні здійснюється наступним чином: стиснуте повітря зі системи подається в ліву частину гільзи 9, що забезпечує переміщення

поршня 2 із штоком 5 вправо. Через штовхач 12, вісь 14, важіль 15, вісь 16, двохплечий важіль 18, вісь 19 шток 5 передає зусилля на штовхач 20. Останній переміщується вліво разом із призмами 23, 24 та заготовками до моменту затиску останніх. Після фрезерування лисок повітря подається у праву частину пневмоциліндра, шток 5 із поршнем 2 переміщується вліво, штовхач 20 через штовхач 12, вісь 14, важіль 15, вісь 16, двохплечий важіль 18, вісь 19, шток 5 переміщується вправо, розтискаючи заготовки.

Обробка наступних деталей здійснюється аналогічно.

### 3.2. Розрахунок похибки пристосування

Похибка установки деталі «Тримач» М9.009-00.00.008 в пристрої [9].

$$\Delta\varepsilon_y = \sqrt{\Delta\varepsilon_6^2 + \Delta\varepsilon_3^2 + \Delta\varepsilon_{пр}^2}, \quad (3.1)$$

де  $\Delta\varepsilon_6$ ,  $\Delta\varepsilon_3$ ,  $\Delta\varepsilon_{пр}$  – похибки базування, закріплення та конструкції пристосування відповідно.

Умова забезпечення точності розмірів при фрезеруванні лисок в розмір 24<sub>0,52</sub> на висоті 58±0,37мм. із застосуванням пристосування:

$$\Delta\varepsilon_y \leq \Delta\varepsilon_{у, доп.}, \quad (3.2)$$

де  $\Delta\varepsilon_{у, доп.}$  – допустима похибка установки.

Тобто, похибка установки розраховується для конкретного розміру, що отримується на даній операції.

На 015 горизонтально-фрезерній операції проводиться фрезерування лисок в розмір 24<sub>0,52</sub> на висоті 58±0,37мм. Приводимо схему для розрахунку похибки установки на горизонтально-фрезерній операції 025.

Точність розміру ширини лиски 24<sub>0,52</sub> залежить від точності інструменту, Тому похибка  $\Delta\varepsilon_y = 0$  на цей розмір.

Похибка установки буде складати на розмір 58±0,37мм. Оскільки

конструкторська база і технологічна співпадають, а налагодження інструменту проводиться відносно конструкторської бази, похибка базування  $\Delta\varepsilon_{\delta 2} = 0$ ,

Похибка закріплення [12]:  $\varepsilon_3 = 0,050$  мкм. при установці деталі на опорну пластину попередньо обробленою поверхнею.

Похибка пристосування в інженерних розрахунках  $\varepsilon_{пр} = 150$  мкм.

Тоді похибка установки деталі «Тримач» М9.009-00.00.008 в пристрої:

$$\Delta\varepsilon_{y2} = \sqrt{0^2 + 50^2 + 150^2} = 158 \text{ мкм} = 0,158 \text{ мм.}$$

Допустима похибка установки  $\Delta\varepsilon_{у.доп.}$  при виконанні розміру  $58\pm 0,37$ мм:

$$\Delta\varepsilon_{у.доп.} = \delta, \quad (3.3)$$

де  $\delta$  – допуск розміру  $58\pm 0,37$ ,  $\delta = 0,74$  мм;

Отже,  $\Delta\varepsilon_{y58} = 0,158$  мм  $<$   $\Delta\varepsilon_{у.доп.} = 0,74$  мм., відповідно фрезерування лисок  $58\pm 0,37$ мм можливе із заданою точністю.

### 3.3. Розрахунок приводу пристосування

Для встановлення необхідних сил затиску деталі «Тримач» М9.009-00.00.008 на 015 горизонтально-фрезерній операції розроблено розрахункову схему під час фрезерування лисок 24мм.

Заготовка базується на призму зовнішньою циліндричною поверхнею  $\varnothing 30h14$  і торцем – на плоску поверхню опори; закріплення здійснюється на зовнішній циліндричній поверхні  $\varnothing 30$  від пневмоциліндра через важелі двома призмами.

Сила, що необхідна для затиску заготовки в пристосуванні:

$$P_3 = \frac{K \cdot M_{кр} \cdot \sin \frac{\alpha}{2}}{D_3 \cdot f_2}, \quad (3.4)$$



де  $f_2 = 0,16$ ;  $\alpha = 90^\circ$ ;

Крутний момент при фрезеруванні

$$M_{\text{кр}} = P_z \cdot r,$$

де  $P_z$  – тангенціальна сила різання, Н;

$r$  - радіус фрезерування, м.

Тангенціальна сила різання [20]:

$$P_z = \frac{10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^n \cdot z}{D^q \cdot n^w} \cdot K_{\text{мп}}, \quad (3.5)$$

Поправочний коефіцієнт тангенціальної сили різання [20]:

$$K_{\text{мп}} = \left( \frac{\sigma_B}{750} \right)^n, \quad (3.6)$$

де  $\sigma_B = 550$  МПа;  $n = 0,3$  [6];

$$K_{\text{мп}} = \left( \frac{550}{750} \right)^{0,3} = 0,9 \text{ [6]}.$$

Відповідно до таблиць [6] і режимів різання:

$$t = 2 \text{ мм};$$

$$S_z = 0,014 \text{ мм/зуб};$$

$$B = 42 \text{ мм};$$

$$z = 14;$$

$$D = 200 \text{ мм};$$

$$n = 340 \text{ хв}^{-1};$$

$$P_z = \frac{10 \cdot 261 \cdot 2^{0,9} \cdot 0,014^{0,8} \cdot 42^{1,1} \cdot 5}{200^{1,1} \cdot 340^{0,1}} \cdot 0,9 = 72,5 \text{ Н}.$$

Коефіцієнт запасу визначається згідно [6]:

$$K = K_0 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_6, \quad (3.7)$$

$$k = 1,5 \cdot 1,0 \cdot 1,6 \cdot 1,0 \cdot 1,3 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 3,12,$$

$$M_{кр} = 72,5 \cdot 0,012 = 0,87 \text{ Н}\cdot\text{м},$$

$$\text{Отже, } P_3 = \frac{3,12 \cdot 0,87 \cdot \sin \frac{90}{2}}{0,030 \cdot 0,16} = 400 \text{ Н}.$$

Перевіряємо умову стабільного затиску деталі під час обробки:

$$P_3 \leq F_{шт.тяг.} \cdot i, \quad (3.8)$$

де  $F_{шт.}$  – сила на штоці пневмоприводу;

$i$  – передаточне відношення.

Сила на штоці пневмоприводу [14] :

$$F_{шт.тяг.} = 0,785 \cdot (D_{ц}^2 - d_{шт}^2) \cdot p \cdot \eta, \quad (3.9)$$

де  $D_{ц} = 0,1$  м;  $d_{шт} = 0,02$  м;

$p$  – тиск повітря в системі [14];  $p = 0,4 \cdot 10^6$  Па;

$\eta$  – коефіцієнт корисної дії пневмоприводу [14];  $\eta = 0,9$ .

$$\text{Отже, } F_{шт.тяг.} = 0,785 \cdot (0,1^2 - 0,02^2) \cdot 0,4 \cdot 10^6 \cdot 0,9 = 2689,2 \text{ Н}.$$

Сила на штоці пневмоприводу:

$$W = \frac{F_{шт.тяг.}}{\text{tg}(\beta + \gamma) + f_3 + f_4} \cdot \frac{l_1}{l_2} \cdot \eta, \quad (3.10)$$

де  $\gamma = 30^\circ$ ;  $f_3 = 0,16$ ;  $f_4 = 0,1$ ;  $l_1 = 50$  мм;  $l_2 = 43$  мм,  $\eta = 0,9$ .

$\beta$  – додатковий кут до кута нахилу важіля, який враховує втрати на тертя в шарнірах;

$f_3$  - коефіцієнт тертя між нижнім штовхачем та опорою,

$f_4$  - коефіцієнт тертя між верхнім штовхачем та втулкою,

$l_1$  – довжина плеча важеля із сторони важіля;

$l_2$  – довжина плеча важеля із сторони штовхача

$\eta$  – коефіцієнт, що враховує втрати на тертя в ущільненнях поршня і штока,  
 $\eta = 0,9$ .

Кут тертя в шарнірах;

$$\beta = \arcsin\left(\frac{f \cdot d}{L}\right), \quad (3.11)$$

де  $f=0,16$ ,  $d=10$ мм,  $L=83$  мм.

$$\beta = \arcsin\left(\frac{0,16 \cdot 10}{83}\right) = 1,1 \text{ град.}$$

Підставляючи одержані значення, одержали:

$$W = \frac{2689,2}{\operatorname{tg}(30 + 1,1) + 0,16 + 0,1} \cdot \frac{50}{43} \cdot 0,9 = 3260 \text{ Н.}$$

Умова для надійності закріплення заготовки:

$$W > Q.$$

На основі розрахунків встановлено, що  $W = 3260 \text{ Н} > P_{\text{зат}} = 400 \text{ Н}$ .

Висновок: деталь «Тримач» М9.009-00.00.008 надійно буде закріплена при фрезеруванні на 015 горизонтально-фрезерній операції.

## **4 БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ, ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ**

### **4.1. Техніка безпеки під час роботи на верстатах**

До виконання робіт на металообробних верстатах допускаються особи, які пройшли медичний огляд, спеціальне навчання та одержали посвідчення на право виконання робіт.

До самостійного виконання робіт допускаються особи, які пройшли стажування протягом 2–15 змін під керівництвом бригадира (майстра) або досвідченого працівника. Виконується тільки та робота, яка доручена відповідним нарядом (крім екстремальних та аварійних ситуацій), не можна передоручати її іншим особам.

Не допускається перебування сторонніх осіб у робочій зоні.

Не можна приступати до роботи на технічно несправних або з знятими захисними пристроями верстатах, з несправною сигналізацією, контрольними пристроями, з пошкодженим контуром заземлення. При обробці на верстатах довгих деталей (більше довжини робочого стола) необхідно обладнувати ззаду й спереду верстата спеціальні пристрої у вигляді опорних столів з роликками, щоб матеріал не звисав.

Не можна користуватись несправним інструментом, інвентарем і пристроями. Верстати, стелаж, столи, шафи, тумбочки та інше обладнання повинні бути міцними, стійкими і мати висоту, зручну для роботи.

Очищення, змащення, регулювання й ремонт верстатів здійснюється тальки після повної їх зупинки.

Спецодяг, спецвзуття та інші засоби індивідуального захисту повинні відповідати умовам і характеру виконуваної роботи.

Не можна приступати до роботи у стані алкогольного, наркотичного або медикаментозного сп'яніння, у хворобливому або стомленому стані.

Протягом роботи потрібно слідкувати за самопочуттям. При появі стомленості, сонливості, раптового болю треба припинити виконання роботи.

Необхідно виконувати правила внутрішнього трудового розпорядку та правила пожежної безпеки. Не можна використовувати пожежний інвентар не за призначенням.

Під час виконання робіт на працівників можуть діяти небезпечні та шкідливі виробничі фактори. Фізичні небезпечні й шкідливі виробничі фактори:

- машини й механізми, що рухаються; рухомі частини виробничого обладнання; вироби, заготовки, матеріали, що пересуваються;
- підвищена запиленість і загазованість повітря робочої зони;
- підвищена або знижена температура повітря робочої зони;
- підвищений рівень шуму на робочому масці;
- підвищений рівень вібрації;
- підвищена або знижена вологість повітря;
- підвищена або знижена рухомість повітря;
- підвищена напруга в електричній мережі, замикання якої може пройти через тіло людини;
- відсутність або недостатність природного світла;
- недостатня освітленість робочої зони;
- підвищена яскравість світла;
- гострі краї, задирки й шорсткість на поверхнях конструкцій, інструменту й обладнання.

Психофізіологічні небезпечні й шкідливі виробничі фактори:

- фізичні перевантаження (статичні й динамічні);
- нервово-психічні перевантаження (перенапруга аналізаторів, монотонність праці, емоційні перевантаження).

Вимоги безпеки перед початком роботи.

Отримайте від керівника робіт вказівки про порядок і безпечні прийоми виконання роботи.

Одягніть і заправте спецодяг. Упевніться, що він прилягає, не має елементів, що звисають, які можуть бути захоплені деталями, що обертаються або рухаються.

Огляньте робоче місце. Проходи повинні бути вільними, підлога чистою, сухою, без виїмок і нерівностей. Перевірте наявність і справність підніжної дерев'яної решітки.

Перевірте освітленість робочого місця. Світло спрямуйте на ріжучий інструмент зліва.

Видалення стружки дозволяється виконувати тільки після зупинення верстата і відведення інструмента.

Усі предмети, призначені для обробки, за виключенням особливо важких, повинні бути встановлені і закріплені на столі або плиті верстата нерухомо за допомогою лежат, кондукторів або інших надійних пристроїв.

Для витягання інструмента зі шпинделя верстата повинні застосовуватися спеціальні молотки і вибивачі (клини), зроблені із матеріалу, який виключає відокремлення його частинок під час удару.

Шпиндель з патроном повинен самостійно повертатися у верхнє положення у разі відпускання штурвала подачі свердла.

Забороняється:

— застосовувати свердла і патрони з забитим або спрацьованим хвостовиком;

— використовувати під час роботи на верстаті рукавиці;

— утримувати деталь під час роботи руками.

Клини, гвинти та інші елементи, що використовуються для закріплення інструмента, не повинні виступати над периферією шпинделя.

Установку деталей на верстаті і їх знімання з верстата необхідно виконувати тільки тоді, коли шпиндель з ріжучим інструментом знаходяться у вихідному положенні.

Під час заміни інструмента на багатошпиндельних головках, де руки під час цього знаходяться в зоні розташування головок, необхідно користуватися спеціальними підставками, що запобігають падінню головки у разі обриву вантажу.

## **4.2. Обов'язки працівника за трудовим договором щодо охорони праці**

Працівник зобов'язаний:

- знати і виконувати вимоги нормативних актів про охорону праці, правила поведінки з машинами, механізмами, устаткуванням та іншими засобами виробництва, користуватися засобами колективного та індивідуального захисту;

- додержувати зобов'язань щодо охорони праці, передбачених колективним договором (угодою, трудовим договором) та правилами внутрішнього трудового розпорядку підприємства, установи, організації;

- проходити у встановленому порядку попередні та періодичні медичні огляди;

- співробітничати з власником або уповноваженим ним органом у справі організації безпечних та нешкідливих умов праці, особисто вживати посилюючих заходів щодо усунення будь-якої виробничої ситуації, яка створює загрозу його життю чи здоров'ю або людей, які його оточують, і навколишньому природному середовищу, повідомляти про небезпеку свого безпосереднього керівника або іншу посадову особу.

Обов'язки працівника відповідають змісту ст.18 Закону "Про охорону праці". Вона визнає працівника зобов'язаним додержувати нормативних актів про охорону праці, правил внутрішнього трудового розпорядку в частині охорони праці, а також умови колективного і трудового договору. Навіть якщо порушення норм та умов охорони праці створює загрозу життю чи здоров'ю лише самого працівника (порушника), воно може тягти за собою весь комплекс правових засобів впливу на працівника, які допускаються законодавством про працю (позбавлення премії, притягнення до дисциплінарної відповідальності тощо).

У випадку невиконання працівником обов'язків, передбачених статтею 159 КЗпП, при відсутності його вини, власник теж має вжити заходів. Зокрема,

якщо працівник не має змоги вивчити відповідні правила та належно пройти перевірку знань з питань охорони праці, він після повторної перевірки знань підлягає звільненню згідно з п. 2 ст. 40 КЗпП, якщо немає можливості перевести працівника на іншу роботу.

Власник або уповноважений ним орган зобов'язаний за свої кошти організувати проведення попереднього (при прийнятті на роботу) і періодичних (протягом трудової діяльності) медичних оглядів працівників, зайнятих на важких роботах, роботах із шкідливими чи небезпечними умовами праці або таких, де є потреба у професійному доборі, а також щорічного обов'язкового медичного огляду осіб віком до 21 року.

Перелік професій, працівники яких підлягають медичному оглядові, термін і порядок його проведення встановлюються Міністерством охорони здоров'я України за погодженням із Державним комітетом України по нагляду за охороною праці.

Обов'язкові медичні огляди установлені для таких категорій працівників:

- а) зайнятих на важких роботах, роботах з шкідливими та небезпечними умовами праці;
- б) зайнятих на роботах, де є необхідність у професійному доборі;
- в) у віці до 21 року;
- г) деяких інших категорій працівників.

Власник не має права допускати працівника до роботи, якщо він зобов'язаний проходити, але своєчасно не пройшов медичний огляд. Якщо працівник ухиляється від проходження медичних оглядів, він відсторонюється від роботи без збереження заробітної плати (частина друга ст. 19 Закону "Про охорону праці"). За наявності поважних причин непроходження медичного огляду у визначений термін відсторонення від роботи здійснюється зі збереженням заробітної плати.

Ухилення працівника від проходження медичного огляду, якщо його проходження обов'язкове, є порушенням трудової дисципліни і може тягти за собою дисциплінарну відповідальність працівника аж до звільнення з роботи.



## ВИСНОВКИ

У представленій кваліфікаційній роботі бакалавра у загально-технічній та технологічній частинах проведено аналіз креслення і технічних вимог деталі “Тримач” М9.009-00.00.008 та її службового призначення. Також проведено аналіз базового технологічного процесу виготовлення тримача. Тип виробництва, що встановлений на основі розрахунків є середньосерійний. Раціональний метод отримання заготовки – прокат гарячекатаний круглий. Розробили технологічний процес виготовлення тримача на основі двох запропонованих варіантів. В наслідок зміни типу виробництва із дрібносерійного на середньосерійний проведено заміну обладнання і оснащення. Токарно-гвинторізні верстати 16К20 замінено на токарно-револьверні верстати 1Г340П, на горизонтально-фрезерній операції використано багатомісний пристрій, з одночасним фрезеруванням двох плоских поверхонь двома фрезами. Також проведені розрахунки міжопераційних та проміжних припусків, режимів різання на норм часу.

В результаті проведених змін у технологічному процесі одержано зменшення штучного часу обробки деталі, як наслідок використання токарно-револьверних верстатів разом із багатоінструментальними наладками, а також одночасного фрезерування декількох поверхонь деталі у багатомісному пристрої.

## 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. Горбачевич А. Ф. Курсовое проектирование по технологии машиностроения. Минск: Вышэйшая школа, 1975. 288 с.
13. Итин А. М., Родичев Ю. Я. Наладка и эксплуатация токарных многошпиндельных полуавтоматов. М. : Машиностроение, 1977. 136 с.
14. Ансеров М. А. Приспособления для металлорежущих станков. М.: Машиностроение, 1966. 650 с.
15. Горошкин А. К. Приспособления для металлорежущих станков. Спра-

вочник. М.: Машиностроение, 1965. 461 с.

16. Кухарський О. М. Методичні вказівки на тему “Проектування калібра-пробки, калібра-скоби” для виконання конструкторської частини дипломного проекту. Тернопіль, 2005.

17. Жидецький В. Ц., Джигирей В. Ц., Мельников О. В. Основи охорони праці : навчальний посібник. Львів: Афіша, 2000. 350 с.

18. Жидецький В. Ц. Практикум із охорони праці : навчальний посібник. Львів: Афіша, 2000. 349 с.

19. Паливода Ю. Є., Ткаченко І. Г., Капаціла Ю. Б. Технологія оброблення валів : навч. посіб. Тернопіль : ТНТУ, 2016. 198 с.

20. 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.

21. Дячун А.Є., Капаціла Ю.Б., Паливода Ю.Є., Ткаченко І.Г. Методичний посібник з виконання курсового проекту з дисципліни «Технологія обробки типових деталей та складання машин». Тернопіль: ТНТУ, 2016. 75с.

22. Дичковський М. Г. Технологічна оснастка. Проектно-конструкторські розрахунки пристосувань: навч. посіб. Тернопіль : ТДТУ, 2001. 277с.

23. Паливода Ю.Є, Дячун А.Є. Технологія виготовлення деталей класу «Порожністі циліндри» (втулки) : методичні вказівки до практичних занять та виконання індивідуальних завдань з дисциплін «Технологія обробки типових деталей та складання машин» та «Технологія машинобудування» Тернопіль : Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, 2019. 56с.