

на здобуття освітнього ступеня

бакалавр

(назва освітнього ступеня)

на тему: Розроблення технологічного процесу механічного оброблення
маточини шківа коренезбиральної машини

Виконав(ла): студент(ка) IV курсу, групи МІс-41
спеціальності 131 «Прикладна механіка»

(шифр і назва спеціальності)

Копестинський М.В.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Керівник

Паньків М.Р.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Нормоконтроль

Дячун А.Є.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Завідувач кафедри

Окіпний І.Б.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Рецензент

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Тернопіль
2026

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)

« _____ » _____ 2026 р.

ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

на здобуття освітнього ступеня бакалавр

(назва освітнього ступеня)

за спеціальністю 131 Прикладна механіка

(шифр і назва спеціальності)

студенту Копестинський Максим Володимирович

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Розроблення технологічного процесу механічного оброблення

маточини шківів коренезбиральної машини

Керівник роботи Паньків Марія Романівна, д.т.н., професор

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

Затверджені наказом ректора від « 21 » січня 2026 року № 4/9 - 27.

2. Термін подання студентом завершеної роботи 12 червня 2026 року

3. Вихідні дані до роботи базовий технологічний процес

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, креслення деталі, карти технологічної наладки, восьмишпіндельна

свердлильна головка, кондуктор для свердління отворів

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>Комар Р.В., к.т.н, доцент</i>		

7. Дата видачі
завдання

3 лютого 2025 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
	<i>Реферат</i>	<i>05.02.2025</i>	
	<i>Зміст</i>	<i>07.02.2025</i>	
	<i>Вступ</i>	<i>14.02.2025</i>	
	<i>Аналітична частина</i>	<i>26.02.2025</i>	
	<i>Технологічна частина</i>	<i>18.02.2025</i>	
	<i>Конструкторська частина</i>	<i>03.06.2025</i>	
	<i>Безпека життєдіяльності, основи охорони праці</i>	<i>07.06.2025</i>	
	<i>Висновки</i>	<i>09.06.2025</i>	
	<i>Перелік посилань</i>	<i>10.06.2025</i>	
	<i>Графічна частина</i>	<i>18.06.2025</i>	

Студент

(підпис)

Копестинський М.В.
(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

(підпис)

Паньків М.Р.
(прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

Сучасний рівень технологічного процесу, безперервне утворення нових вдосконалень, автоматизованих і високоточних машин, основаних на використанні найновіших досягнень науки, потребують підготовки висококваліфікованих інженерів, які володіють високими теоретичними знаннями і добре володіють новою технікою і технологією виробництва.

Машинобудування, яке постачає нову техніку всім галузям народного господарства, визначають технічний прогрес держави, надає великий вплив на утворення металорізальної бази нового суспільства.

Триває вдосконалення технологічних процесів виготовлення деталей машин і складання. Розробок машинобудування на даному етапі повинно здійснюватись перехід до масового застосування високоефективних систем машин і технологічних процесів, які забезпечують комплексну механізацію і автоматизацію виробництва, технічне забезпечення його основних галузей.

Найбільш важливою вимогою по утворенню нових конструкцій машин і приладів являється досягнення максимального народногосподарського ефекту при зниженні їх вартості.

ЗМІСТ

ВСТУП	
1 АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА	7
1.1 Аналіз конструкції виробу.....	7
1.2. Аналіз технологічності конструкції деталі	8
1.3. Аналіз типу виробництва та його технологічні характеристики.....	11
2 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	13
2.1 Вибір та обґрунтування методу одержання заготовки	13
2.2 Вибір та обґрунтування технологічних баз.....	14
2.3 Розробка маршрутного технологічного процесу	15
2.4 Вибір і обґрунтування технологічного обладнання та оснащення.....	19
2.5 Визначення між операційних припусків і проміжних розмірів.....	20
2.6 Вибір ріжучого, допоміжного та контрольно-вимірювального інструменту.....	28
2.7 Розрахунок режимів різання.....	31
2.8 Розрахунок технічних норм часу.....	40
3 КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА	44
3.1 Вибір технологічного оснащення	44
3.1.1 Призначення, будова і принцип роботи вибраного пристосування.....	44
3.1.2 Розрахунок похибки установки деталі пристосування.....	45
4 БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ, ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ ..	48
4.1 Електромагнітні випромінювання	48
4.2 Основи пожежної безпеки	51
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ	56
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	57
ДОДАТКИ	

ВСТУП

Актуальністю даної теми є те, що розробка технологічного процесу повинна проводитися із врахуванням річної програми випуску деталей, тобто для конкретного типу виробництва.

Це дозволяє, виходячи із економічно виправданого рівня автоматизації виробництва, здійснити розробку обладнання із мінімальними затратами праці, матеріалів, енергії.

Метою дипломної роботи є:

- провести аналіз конструктивних та технологічних особливостей деталі;
- спроектувати заготовку та дослідити методи її виготовлення;
- розробити технологічний маршруту процесу механічної обробки;
- вибрати металообробного обладнання, технологічну оснастку, різальні та вимірювальні інструменти;
- розрахувати режимів різання та технічних норм часу;
- провести аналіз і вдосконалення технологічної оснастки;
- опанувати методику розробки та обґрунтування технічних рішень відповідно до вимог охорони праці та безпеки життєдіяльності

1 АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА

1.1. Аналіз конструкції виробу

Маточина є конструктивним елементом шківів, який кріпиться до головного редуктора трансмісії коренезбиральної машини.

Маточина виготовляється методом гарячого штампування з матеріалу Сталь 45. Вага деталі 5,21 кг.

Конусна поверхня 50,7H8 призначена для кріплення на валу редуктора, 8 отворів Ø13H13 призначені для кріплення шківів редуктора до маточини і відповідно передачі крутного моменту від редуктора до елементів трансмісії.

Провівши технологічний контроль креслення з точки зору точності і шорсткості поверхні, точності форми та розташування поверхонь, присвоюємо поверхням деталі номери та виконуємо аналіз технічних вимог на її виготовлення, методи забезпечення їх контролю.

Результати аналізу зводимо в таблицю 1.1.

Таблиця 1.1 – Аналіз технічних вимог

№ п/п	Позначення поверхні	Зміст технічної вимоги	Метод виконання	Метод контролю
1	2	3	4	5
1	1; 20	$78 \pm IT14/2$; Ra 12,5	Підрізка торців напівчистове	Штангенглибиномір ШГ 0-200
2	2; 19	$2 \times 45^\circ h14$; Ra12,5	Обточування при поперечній подачі напівчистове	Шаблон фасочний спеціальний $2 \times 45^\circ$.
3	18	$\varnothing 80h9$; Ra 3,2	Обточування при поздовжній подачі чистове	Скоба $\varnothing 80h9$ 8113-0286
4	4	$38h14$; Ra 12,5	Підрізання торця напівчистове	ШЦ-1-125-0,1
5	5; 6; 7	$17 \pm IT14/2$; $3 \pm IT14/2$; Ra 12,5	Точіння канавки напівчистове	ШЦ-1-125 ШЦ-2-250-0,05

6	8...15	Ø13H13, 8 отв. Ø180±0,11; ∠45° ±7	Свердління послідовно 8 отв. без кондуктора	Пробка 8133-0927 МН 2990-61 ШЦ1-125
7	16	Ø210h14; Ra12,5	Зовнішнє точіння напівчистове	ШЦ-2-320-0,05
8	17	54,5h14; Ra 12,5	Підрізка торця напівчистова	ШЦ-1-125-0,1
9	22	28,1H12; Ra6,3; 14P9; Ra3,2	Протягування шпон очного пазу, однократне	Калібр 28.1H12 8154-0079
10	21	Ø50,7H8; ▷ 1:20; Ra 3,2	Розвертання конусного отвору чистове	Пробка Ø50.7H; ▷ 1:20 8321-6009
11.	3	Ø80h14; Ra 12,5	Обточування при поздовжній подачі напівчистове	ШЦ-1-125-0,1

Деталь «Маточина» виготовляється із високовуглецевої сталі Сталь 45 згідно креслення деталі.

Таблиця 1.2 – Хімічний склад сталі Сталь 45

C	Si	Mn	Cr	S	P	Cu	Ni	As
не більше								
0,42- 0,50	0,17- 0,37	0,50- 0,80	0,25	0,04	0,035	0,25	0,25	008

Таблиця 1.3 - Механічні властивості сталі Сталь 45

σ_T , МПа	σ_B , МПа	δ , %	Ψ , %	α_n , Дж/см ²	НВ	
					гарячекатаної	відпаленої
350	600	16	40	55	217	175

1.2 Аналіз технологічності конструкції деталі

Враховуючи задану річну програму випуску деталі «Маточина» не передбачається спрощення конструкції деталі, заміну матеріалу та заміну шорсткості.

Проте на основі аналізу виготовлення заготовки литтям замість прокату виникає необхідність заміни матеріалу зі Сталі 45 на Сталь 45Л.

Враховуючи економічні фактори виготовлення деталі, раціональним методом виготовлення заготовки може бути виливок або штампова.

В якості технологічних баз можуть використовуватись такі поверхні: 1, 3, 16, 18, 20. Потреби у створенні штучних баз немає.

Важкодоступних поверхонь немає.

Всі поверхні деталі доступні для контролю.

Для даної заготовки можливе використання звичайних високопродуктивних методів обробки.

Деталь є досить жорсткою, якої достатньо для нормального функціонування вузла, в який входить дана деталь „Маточина”.

Дана деталь має нетехнологічні поверхні: кільцева канавка, отвір не під прямим кутом Ø50.7H8 (конусний).-

Аналізуючи вищенаведене, можна зробити висновок, що дана деталь є технологічною.

Таблиця 1.4 – Кількісні показники технологічності

Поверхня	Кількість поверхонь	Кількість уніфікованих	Квалітет точності	Параметр шорсткості	Клас шорсткості
1	2	3	4	5	6
Торець – 78 ±IT14/2	2	2	14	Ra12,5	3
Фаска – 2×45	2	2	14	Ra12,5	3
Вал – Ø80h9	1	1	9	Ra3,2	5
Торець – 38h14	1	1	14	Ra12,5	3
Канавка – Ø197H14; Ø163h14; 3 ±IT14/2	1	1	14	Ra12,5	3
Отвір – Ø13H13	8	8	13	Ra12,5	3

Вал – Ø210h14	1	1	14	Ra12,5	3
Торець – 54,5h14	1	1	14	Ra12,5	3
Шпонковий паз – 28,1H12	1	1	12	Ra6,3	4
Отвір не під прямим кутом – Ø5,7H8; ▷ 1:20	1	1	8	Ra3,2	5
Вал – Ø80h14	1	1	14	Ra12,5	3

Коефіцієнт точності обробки визначаємо за формулою

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

де T_{cp} – середній квалітет точності.

Середній квалітет точності T_{cp} визначається за наступною залежністю

$$T_{cp} = \frac{\sum T_i \cdot n_i}{\sum n_i}, \quad (1.2)$$

де T_i – квалітети точності;

n_i – число поверхонь відповідного квалітету точності.

Підставивши значення складових у формулу (1.2), отримали

$$T_{cp} = \frac{9 \cdot 14 + 1 \cdot 9 + 8 \cdot 13 + 1 \cdot 12 + 1 \cdot 8}{9 + 1 + 8 + 1 + 1} = 12,95;$$

$$K_{m.ч.} = 1 - \frac{1}{12,95} = 0,923.$$

При $K_{m.ч.} < 0,8$ деталь відноситься до особливо точних і відповідно до нетехнологічних, при $K_{m.ч.} = 0,923 > 0,8$ – деталь середньої точності і, відповідно, технологічна.

Отже, деталь є технологічною.

1.3. Аналіз типу виробництва та його технологічні характеристики

Тип виробництва згідно визначається за допомогою коефіцієнта закріплення операцій за формулою

$$K_{з.о} = \frac{\sum O}{\sum P}, \quad (1.3)$$

де $\sum O$ – сумарне число різноманітних операцій, що виконуються на дільниці за місяць;

$\sum P$ – сумарне число робочих місць на даній дільниці цеху, на яких виконують дані операції.

Попередній тип виробництва – масовий.

Остаточо визначаємо тип виробництва розрахунково-аналітичним методом.

Таблиця 1.5 – Трудозатрати базового технологічного процесу

Операція	$T_{шт}$ ($T_{шт.к}$)	Операція	$T_{шт}$ ($T_{шт.к}$)
005 Токарна	3,20 хв.	020 Протяжна	1,27 хв.
010 Токарна	7,59 хв.	025 Свердлильна	0,73 хв.
015 Шліфувальна	6,09 хв.		

Кількість верстатів для кожної операції визначаємо за формулою

$$m_p = \frac{N \cdot N_{шт}}{60 \cdot F_{\partial} \cdot \eta_{зн}}, \quad (1.4)$$

де N – річна програма випуску деталей, $N=55000$ шт.;

$T_{шт}$ ($шт.к$) – штучний або штучно-калькуляційний час, хв.;

F_{∂} – дійсний фонд часу роботи обладнання, $F_{\partial} = 3979$ год. при двохзмінній роботі;

$\eta_{зн}$ – нормативний коефіцієнт завантаження обладнання при двохзмінній роботі для масового і великосерійного виробництва $\eta_{зн} = 0,65...0,75$.

Так як на даному етапі тип виробництва ще не відомий, можна прийняти середнє значення $\eta_{zn} = 0,75$.

Це не призведе до великих похибок в розрахунках, а фактичне значення $\eta_{з.ф.}$ буде визначено після детальної розробки технологічного процесу.

2 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

2.1 Вибір та обґрунтування методу одержання заготовки

Для порівняння приймаємо два методи отримання заготовки:

1. Штампова на кривошипному гарячо-штампувальному пресі (закрита штамповка).

2. Виливок в кокіль, при заміні матеріалу Сталь 45 на Сталь 45Л.

Приймаємо штамповку закриту, що виготовляється на кривошипному гаряче штампувальному пресі 2-го класу точності (Т2) згідно [7].

Приймаємо для виливка середньої складності і умов масового виробництва середнє значення класу точності розмірів і мас та середнє значення ряду припусків.

Тобто приймаємо виливок 7-го класу точності розмірів і мас та 3-го ряду припусків.

Масу заготовки визначаємо за формулою

$$Q = V_z \cdot \rho, \quad (2.1)$$

де V_z – об'єм заготовки, мм³.

Визначаємо масу заготовок по приведених варіантах:

$$Q_1 = 880,62 \cdot 7,8 = 6,8 \text{ кг};$$

$$Q_2 = 995,59 \cdot 7,8 = 7,7 \text{ кг}.$$

Розрахуємо коефіцієнт використання матеріалу для двох заготовок за формулою:

$$K_{в.м.} = \frac{q}{Q}; \quad (2.2)$$

$$K_{в.м.1} = \frac{5,21}{6,8} = 0,76.$$

Заготовка – відкрита штамповка, отримана на кривошипному гарячостампувальному пресі виходить дешевше, при цьому $K_{в.м.}$ складає 0,76, що також відповідає рекомендаціям для даної програми випуску і типу виробництва – великосерійного.

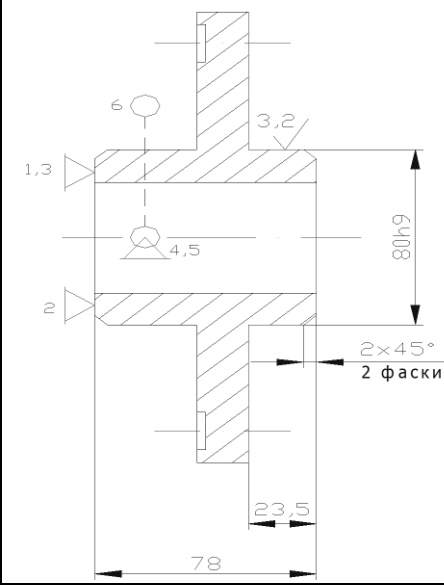
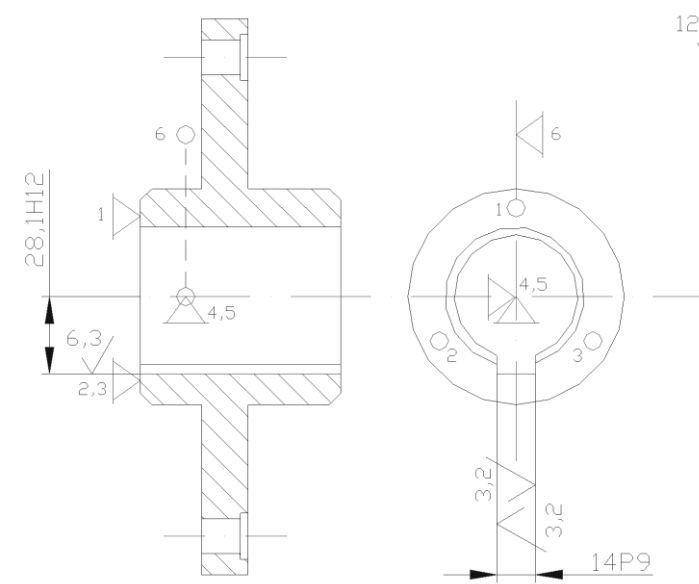
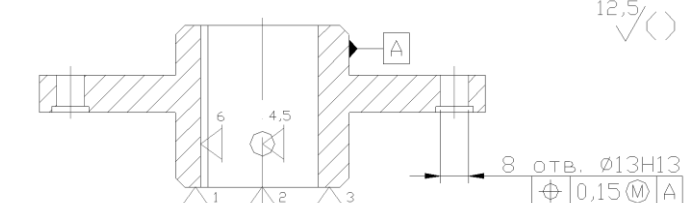
Таким чином, перший варіант заготовки приймаємо для подальшої розробки технологічного процесу.

2.2 Вибір та обґрунтування технологічних баз

При обробці заготовки отриманої штампуванням, необроблені поверхні використовуємо в якості баз тільки на першій 005 операції. На 010 операції в якості баз використовуються оброблені поверхні: зовнішня циліндрична поверхня 1 і 3. На 015 протяжній операції в якості баз використовуються чистові поверхні 21, 20. На 020 вертикально-свердлильній операції в якості баз використовуються чистові поверхні: 1, 21, 22.

Таблиця 2.1 – Вибір баз

№ п/п	Номер оброблюваної поверхні	Технологічні бази (поверхні)	Теоретична схема базування
1	2	3	4
1	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 16, 21	18, 20	

2	17, 18, 19, 20	1, 3	
3	22	21, 20	
4	8...15	1, 21, 22	

2.3 Розробка маршрутного технологічного процесу

Даний пункт виконуємо в такій послідовності:

- 1) визначаємо поверхні заготовки, які підлягають обробці;
- 2) для кожної з поверхонь намічаємо можливі методи і стадії обробки, які

забезпечують виконання технічних вимог до цих поверхонь, згідно таблиць економічної точності.

Керуючись принципами сталості баз, суміщення баз та технологічної сумісності, а також враховуючи тип виробництва, що впливає на концентрацію чи диференціацію операцій, вибираємо оптимальний варіант маршруту обробки деталі.

Структуру маршруту вибираємо паралельно з видами обладнання. Коротко проаналізувавши варіанти, подамо обґрунтування вибраного маршруту.

Таблиця 2.2– Методи і маршрути обробки поверхонь деталі

№ пов.	Вид поверхні, позначення	Вихідні параметри деталі		Варіанти методів, маршрутів обробки поверхонь			
		Квалітет	Шорсткість, мкм	1	2	3	4
1	2	3	4	5	6	7	8
1,20	Торець 78h14	14	12,5	1. Обточування при поперечній подачі напівчистове.			
2,19	Фаска 2×45°	14	12,5	1. Обточування при поперечній подачі напівчистове.	1. Обточування при поздовжній подачі напівчистове.		
3	Зовнішня циліндрична поверхня Ø80h14	14	12,5	1. Обточування при поздовжній подачі напівчистове.			
4	Торець 38h14	14	12,5	1. Обточування при поперечній подачі напівчистове.			
5,6, 7	Канавка 17 ± IT14/2; 3 ± IT14/2	14	12,5	1. Обточування при поздовжній подачі чистове.			

8...1 5	Отвір Ø13H13, Ø180±0,1 1 ∠45° ± 7	13	12,5	1. Свердління без кондуктора.	1. Свердління по кондуктору.		
16	Зовнішня циліндри чна поверхня Ø210h14	14	12,5	1. Обточування при поздовжній подачі напівчистове.			
17	Торець 54,5 ± IT14/2	14	12,5	1. Обточування при поперечній подачі напівчистове.			
18	Зовнішня циліндри чна поверхня Ø80h9	9	3,2	1. Обточування при поздовжній подачі чорнове. 2. Обточування при поздовжній подачі напівчистове. 3. Обточування при поздовжній подачі чистове.	1. Обточування при поздовжній подачі чорнове. 2. Обточування при поздовжній подачі напівчистове. 3. Шліфування кругле напівчистове		
21	Отвір Ø50,7H8 ▽1:20	8	3,2	1. Розточування при поздовжній подачі напівчистове. 2. Розточування при поздовжній подачі напівчистове. 3. Розвертання чистове.	1. Зенкерування чорнове. 2. Розвертання напівчистове. 3. Розвертання чистове.	1. Розточуван ня при поздовжній подачі напівчисто ве. 2. Розточуван ня при поздовжній подачі напівчисто ве. 3. Розточуван ня при поздовжній подачі чистове.	1. Розсвердл ювання 2. Розсвердл ю-вання. 3. Розсвердл ювання. 4. Розвертанн я напівчисто ве 5. Розвертанн я чистове.
22	Шпонков ий паз 14P9; 28,7H12	9	3,2	1. Протягування напівчистове	1. Довбання однократне чистове.		

Операція 005. Токарна-напівавтоматна.

1. Точити зовнішню поверхню 16 із поздовжнього супорта; підрізати торець 1 із поперечного супорта одночасно.
2. Точити зовнішню поверхню 3, розсвердлити наскрізний отвір 21 із поздовжнього супорта і підрізати торець 4 із поперечного супорта одночасно.
3. Розсвердлити отвір 21 із поздовжнього супорта, точити фаску 2 із поперечного супорта одночасно.
4. Розсвердлити отвір 21 із поздовжнього супорта
5. Точити поверхні 5,6,7 канавки із поздовжнього супорта.
6. Розвернути отвір 21 із поздовжнього супорта.
7. Розвернути отвір 21 із поздовжнього супорта.

На токарно-горизонтальному багатопшпіндельному напівавтоматі мод. 1Б240-8К.

Операція 010. Токарна-напівавтоматна.

1. Точити зовнішню поверхню 18 із поздовжнього супорта, точити фаску 19 із поперечного супорта, підрізати торець 17 із поперечного супорта одночасно.
2. Точити зовнішню поверхню 18 із поздовжнього супорта, підрізати торець 20 із поперечного супорта одночасно.
3. Точити зовнішню поверхню 18 із поздовжнього супорта.

На токарно-горизонтальному багатопшпіндельному напівавтоматі мод. 1Б240-4К.

Операція 015. Горизонтально-протяжна.

1. Протягнути шпонковий паз 22.

На горизонтально-протяжному напівавтоматі для внутрішнього протягування мод. 7Б55.

Операція 020. Вертикально-свердлильна.

1. Свердлити одночасно вісім отворів 8...15 на спеціальному вертикально-свердлильному верстаті мод. 2Н125С.

Операція 020. Контроль 30%.

2.4 Вибір і обґрунтування технологічного обладнання та оснащення

При виборі оптимального варіанту пристосування повинні враховуватись:

- технічні вимоги на виготовлення деталі;
- кількість оброблюваних деталей;
- необхідна продуктивність;
- вимоги техніки безпеки та промислової санітарії;
- затрати на виготовлення пристосування.

Таблиця 2.2 – Вибір обладнання та оснащення

№ п/п	Номер операції	Назва операції	Назва і модель верстату	Пристосування
1	2	3	4	5
1	005	Токарна-напівавтоматна	Горизонтальний токарний багатопшпindelний напівавтомат моделі 1Б240П-8К	Трьохкулачковий патрон з гідро затиском
2	010	Токарна-напівавтоматна	Горизонтальний токарний напівавтомат моделі 1Б240П-4К	Трьохкулачковий патрон з гідро затиском
3	015	Горизонтально-протяжна	Горизонтально-протяжний верстат моделі 7Б57	Спеціальний адаптер із базуванням по центральному отвору з упором в торець
4	020	Вертикально-свердлильна	Спеціальний вертикально-свердлильний верстат моделі 2Н125С	Кондуктор спеціальний. Восьмишпindel на свердлильна головка
5	025	Контроль	—	Стіл контролера

2.5 Визначення між операційних припусків і проміжних розмірів

Мінімальні операційні, проміжні припуски при розрахунково-аналітичному методі визначаємо за формулою

$$2Z_{\min} = 2 \left(R_{zi-1} + T_{i-1} + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + \varepsilon_{i-1}^2} \right), \quad (2.3)$$

де $2Z_{\min}$ – мінімальний припуск на діаметр при переході, що виконується (індекс i);

R_{zi-1} – шорсткість попереднього переходу (попереднього стану заготовки перед переходом, що виконується), мкм;

T_{i-1} – товщина дефектного шару попереднього стану заготовки перед переходом, що виконується (ливарна кірка, наклеп при штампуванні або куванні, знеуглецьований шар, залишкові напруження тощо), мкм;

ρ_{i-1} – сумарні значення просторових відхилень попереднього стану перед переходом, що виконується, мкм;

ε_{i-1} – похибка установки заготовки на переході, що виконується, мкм.

Даний розрахунок проведемо для внутрішньої циліндричної поверхні $\varnothing 80h9_{(-0,74)}$; Ra 3,2.

Технологічні переходи обробки цієї поверхні наступні:

1. Точіння при поздовжній подачі чорнове h14.
2. Точіння при поздовжній подачі напівчистове h11.
3. Точіння при поздовжній подачі чистове h9.

Заготовка на операції 010 токарно-напівавтоматній встановлюється в трьохкулачковому самоцентрівному патроні з гідрозатиском по попередньо оброблених поверхнях.

Визначаємо складові формули для кожного переходу.

Для точіння чорнового: $R_{zi-1} = 200$ мкм, $T_{i-1} = 250$ мкм.

Похибка установки заготовки в трьохкулачковому патроні з гідро затиском складе $\varepsilon_{i-1} = (300 - 300 \cdot 0,3) = 210$ мкм.

Просторові відхилення при обробці внутрішньої циліндричної поверхні штампованої заготовки, встановленої в трьохкулачковому самоцентрівному патроні з гідро затиском, визначаємо за формулою

$$\rho_1 = \sqrt{\rho_{зм}^2 + \rho_{ексц}^2}, \quad (2.4)$$

де ρ_1 – сумарні значення просторових відхилень, мм;

$\rho_{зм}$ – похибка зміщення штамповки внаслідок неспівпадання верхньої та нижньої частини штамп, $\rho_{зм} = 0,9$ мм [8]

$\rho_{ексц}$ – похибка заготовки по ексцентричності внаслідок неспівпадання верхньої та нижньої частини штамп, $\rho_{ексц} = 1,4$ мм [8];

$$\rho_1 = \sqrt{0,9^2 + 1,4^2} = 1,6.$$

Для точіння напівчистового: $R_{zi-2} = 20$ мкм; $T_{i-2} = 30$ мкм після точіння чорнового [8].

Похибку установки заготовки в даному випадку розраховуємо за формулою

$$\varepsilon_2 = \varepsilon_1 \cdot K_{y2}, \quad (2.5)$$

де K_{y2} – коефіцієнт уточнення, після точіння напівчистового $K_{y2} = 0,05$.

$$\varepsilon_2 = 210 \cdot 0,05 = 10,5 \text{ мкм.}$$

Просторові відхилення при напівчистовій обробці визначаємо за формулою [8]

$$\rho_{i-2} = \rho_{i-1} \cdot K_{y1}, \quad (2.6)$$

де K_{y1} – коефіцієнт уточнення, після точіння чорнового $K_{y1} = 0,06$.

$$\rho_{i-2} = 1,6 \cdot 0,06 = 0,096 \text{ мкм.}$$

Для точіння чистового:

$$R_{zi-3} = 10 \text{ мкм;}$$

$$T_{i-3} = 15 \text{ мкм після точіння напівчистового [8].}$$

Похибку установки заготовки в даному випадку розраховуємо за формулою [8]

$$\varepsilon_3 = \varepsilon_2 \cdot \kappa_{y3}, \quad (2.7)$$

де κ_{y3} – коефіцієнт уточнення, після точіння чистового $\kappa_{y3} = 0,04$.

$$\varepsilon_3 = 10,5 \cdot 0,04 = 0,42 \text{ мкм}.$$

Просторові відхилення при чистовій обробці визначаємо за формулою [8]

$$\rho_{i-3} = \rho_{i-2} \cdot \kappa_{y2}, \quad (2.8)$$

$$\rho_{i-2} = 0,096 \cdot 0,05 = 0,0048 \text{ мкм}.$$

Визначаємо мінімальні припуски для кожного переходу:

1. Для точіння чорнового:

$$2Z_{1\min} = 2(200 + 250 + \sqrt{1600^2 + 210^2}) = 4127,4 \text{ мкм}.$$

2. Для точіння напівчистового:

$$2Z_{2\min} = 2(20 + 30 + \sqrt{96^2 + 10,5^2}) = 293,14 \text{ мкм}.$$

3. Для точіння чистового:

$$2Z_{3\min} = 2(10 + 15 + \sqrt{4,8^2 + 0,42^2}) = 59,6 \text{ мкм}.$$

Визначаємо розрахункові розміри для переходів:

1. Для точіння чистового:

$$d_{p3} = 79,926 \text{ мм}.$$

2. Для точіння напівчистового:

$$d_{p2} = d_{p3} + 2Z_{3\min} = 79,926 + 0,059 = 79,985 \text{ мм}.$$

3. Для точіння чорнового:

$$d_{p1} = d_{p2} + 2Z_{2\min} = 79,985 + 0,293 = 80,278 \text{ мм}.$$

4. Для заготовки:

$$d_{p3a} = d_{p1} + 2Z_{1\min} = 80,278 + 4,127 = 84,405 \text{ мм}.$$

Визначаємо допуски для переходів [1].

Заготовка (15 квалітет)

$$\delta_{\text{заг}} = 1,0 \text{ мм}$$

1. Точіння при поздовжній подачі чорнове h_{14} $\delta_1 = 0,74$ мм
2. Точіння при поздовжній подачі напівчистове $\delta_2 = 0,19$ мм
- h11
3. Точіння при поздовжній подачі чистове h_9 $\delta_3 = 0,074$ мм

Визначаємо граничні розміри $d_{max,i}$ переходах, округляючи розрахункові розміри в сторону збільшення припуску.

Округлення проводять до того ж знаку десяткового дробу.

Точіння чистове $d_{max,3} = 79,926$ мм

Точіння напівчистове $d_{max,2} = 79,99$ мм

Точіння чорнове $d_{max,1} = 80,28$ мм

Для заготовки $d_{max,заг} = 84$ мм

Визначаємо граничні розміри $d_{mix,i}$ по переходах за формулою

$$d_{min,i} = d_{max,i} + \delta_i. \quad (2.9)$$

Точіння чистове $d_{min,3} = 79,926 + 0,074 = 80$ мм

Точіння напівчистове $d_{min,2} = 79,99 + 0,19 = 80,18$ мм

Точіння чорнове $d_{min,1} = 80,28 + 0,74 = 81,02$ мм

Для заготовки $d_{min,заг} = 84 + 1 = 85$ мм

Визначаємо розрахункові граничні значення припусків $2Z_{imax}$ і $2Z_{imin}$ для кожного переходу із врахуванням округлених значень граничних розмірів за формулами:

$$2Z_{imax} = d_{max,i-1} - d_{max,i}; \quad (2.10)$$

$$2Z_{imin} = d_{min,i-1} - d_{min,i}. \quad (2.11)$$

Для точіння чорнового:

$$2Z_{1max} = 85 - 81,02 = 3,98 \text{ мм};$$

$$2Z_{1min} = 84 - 80,28 = 3,72 \text{ мм}.$$

Для точіння напівчистового:

$$2Z_{2max} = 81,02 - 80,18 = 0,84 \text{ мм};$$

$$2Z_{2min} = 80,28 - 79,99 = 0,29 \text{ мм}.$$

Для точіння чистового:

$$2Z_{3\max} = 80,18 - 80 = 0,18 \text{ мм};$$

$$2Z_{3\min} = 79,99 - 79,926 = 0,064 \text{ мм}.$$

Визначаємо загальні припуски за формулами:

$$2Z_{\text{заг.}\max} = \sum 2Z_{i\max}; \quad (2.12)$$

$$2Z_{\text{заг.}\min} = \sum 2Z_{i\min}. \quad (2.13)$$

$$2Z_{\text{заг.}\max} = 3,98 + 0,84 + 0,18 = 5 \text{ мм}.$$

$$2Z_{\text{заг.}\min} = 3,72 + 0,29 + 0,064 = 4,074 \text{ мм}.$$

Визначаємо загальний номінальний припуск $2Z_{\text{заг.ном.}}$ та номінальний розмір заготовки $d_{\text{заг.ном.}}$ за формулами:

$$2Z_{\text{заг.ном.}} = 2Z_{\text{заг.}\min} - ei_{\text{заготовки}} - ei_{\text{деталі}}; \quad (2.14)$$

$$d_{\text{заг.ном.}} = d_{\text{дет.ном.}} + 2Z_{\text{заг.ном.}}, \quad (2.15)$$

де $ei_{\text{заготовки}}$ – нижнє граничне відхилення розміру заготовки, мм;

$ei_{\text{деталі}}$ – нижнє граничне відхилення розміру деталі, мм;

$d_{\text{ном.}}$ – номінальний розмір деталі по кресленню, мм.

Відповідно:

$$2Z_{\text{заг.ном.}} = 4,074 - (-0,3) - (-0,074) = 4,448 \text{ мм};$$

$$d_{\text{заг.ном.}} = 80 + 4,448 = 84,448 \text{ мм}.$$

Перевіряємо правильність проведених розрахунків за формулою

$$2Z_{i\max} - 2Z_{i\min} = \delta_{di-1} - \delta_{di}. \quad (2.16)$$

Для чорнового точіння:

$$3,98 - 3,72 = 0,26;$$

$$1 - 0,74 = 0,26.$$

Для напівчистового точіння:

Побудуємо схему графічного розташування для поверхні $\varnothing 80h9$ (рис. 2.1):

- припусків;
- допусків.

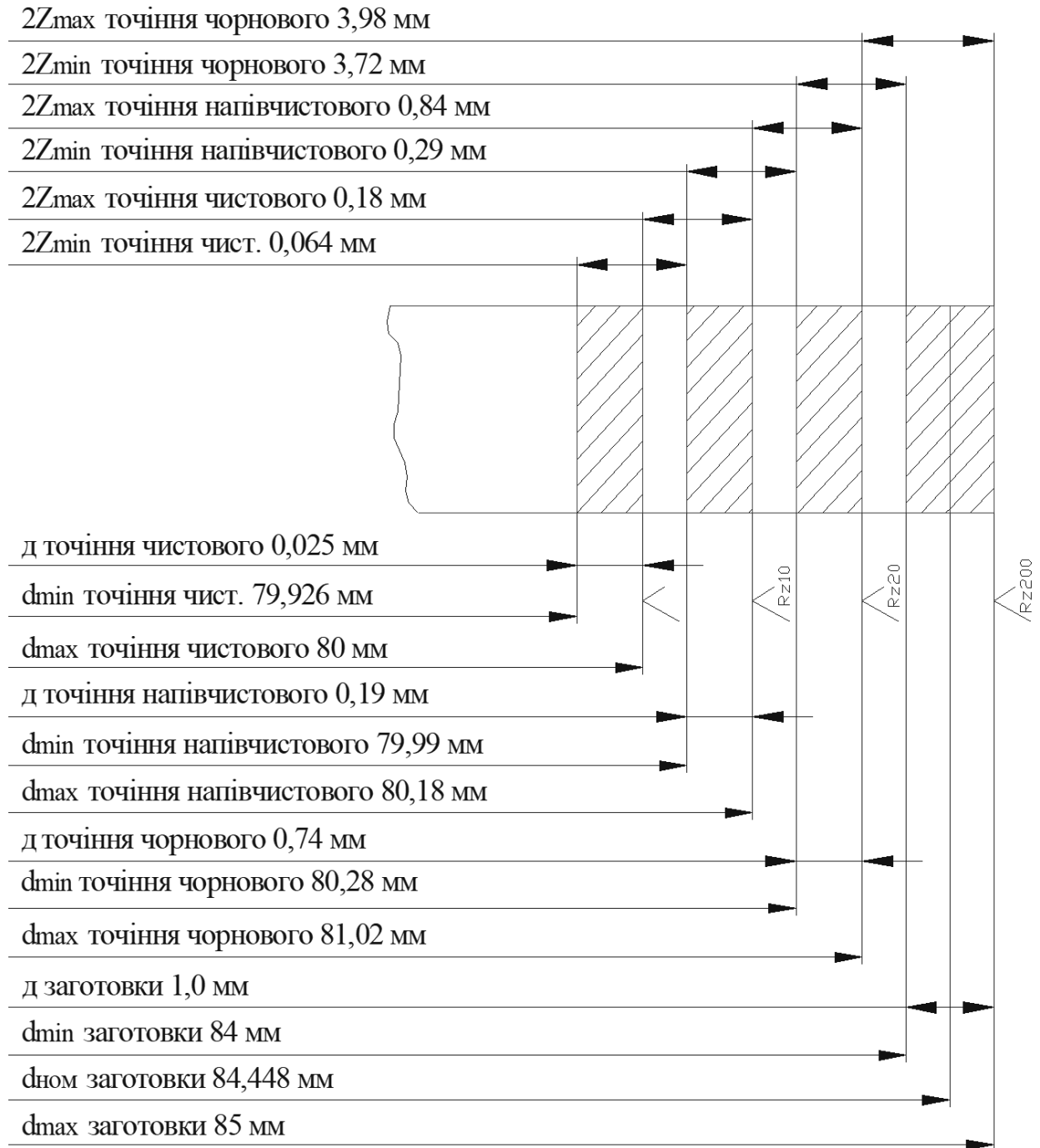


Рисунок 2.1 – Схема графічного розташування припусків та допусків для поверхні $\varnothing 80h9$

Таблиця 2.4 – Розрахункові припуски і розміри табличним методом на механічну обробку

№ п/п	Технологічні операції і переходи обробки поверхонь деталі	Квалітет (ступінь точності)	Шорсткість, мкм	Допуск, мкм	Припуск, мкм	Операційні (проміжні) розміри із граничними відхиленнями
1	2	3	4	5	6	7
Зовнішня циліндрична поверхня $\varnothing 80h14_{(-0,74)}$, $l=38\text{мм}$						
	Точіння однократне	14	Ra 12,5	0,74	—	$\varnothing 80_{-0,74}$
	Заготовка	15 (2 клас точності)	Rz 12,5	1,6	$1,2 \times 2 = 2,4$	$\varnothing 82,4^{+1,1}_{-0,5}$
Зовнішня циліндрична поверхня $\varnothing 210h14_{(-1,15)}$, $l=16,5\text{мм}$						
	Точіння однократне	14	Ra 12,5	1,15	—	$\varnothing 210_{-1,150}$
	Заготовка	15 (2 клас точності)	Rz 200	2,2	$1,4 \times 2 = 2,8$	$\varnothing 212,8^{+1,4}_{-0,8}$
Торець $78h14_{(-0,74)}$						
	Точіння напівчистове при поперечній подачі	14	Ra 12,5	0,68	1,2	$78_{-0,74}$
	Точіння напівчистове при поперечній подачі	14	Ra 12,5	0,68	1,2	$79,2_{-0,74}$
	Заготовка	15 (2 клас точності)	Rz 200	1,6	$1,2 \times 2 = 2,4$	$80,4^{+1,1}_{-0,5}$

Торець 16,5h14						
	Точіння напівчистове при поперечній подачі	14	Ra 12,5	0,43	1,1	16,5 _{-0,43}
	Точіння напівчистове при поперечній подачі	14	Ra 12,5	0,43	1,1	17,6 _{-0,43}
	Заготовка	15 (2 клас точності)	Rz 200	1,4	1,1×2=2,2	18,7 ^{+0,9} _{-0,5}
Конусний отвір Ø 50,7H8, ▷1:20, 78h14 _(-0.74)						
	Розвертання чистове	8	Ra 3,2	0,039	0,1	Ø50,7 ^{+0,039}
	Розвертання чорнове	10	Ra 6,3	0,1	0,3	Ø50,6 ^{+0,1}
	Розсвердлювання	12	Ra 12,5	0,25	1,0	Ø49,5 ^{+0,25}
	Розсвердлювання	12	Ra 12,5	0,25	1,0	Ø48,5 ^{+0,25}
	Розсвердлювання	12	Ra 12,5	0,25	0,6	Ø47,5 ^{+0,25}
	Заготовка	15 (2 клас точності)	Rz 200	1,6	1,5×2=3	Ø44,3 ^{+1,1} _{-0,5}

2.6 Вибір ріжучого, допоміжного та контрольно-вимірювального інструменту

При виборі типу і конструкції ріжучого інструменту ми враховуємо:

- метод обробки,
- тип верстата,
- розмір,
- конфігурацію і матеріал оброблюваної деталі,
- необхідну якість поверхні,
- точність обробки, характер виробництва.

Таблиця 2.5 – Вибір ріжучого, допоміжного та вимірювального інструменту

№ п/п	Номер, назва операції, переходу	Інструмент		
		Ріжучий	Допоміжний	Вимірювальний
1	2	3	4	5
1	005. Токарна-напівавтоматна			
	Перехід 2.			
1	Точити зовнішню поверхню 16, витримуючи розмір $\varnothing 210h14_{(-1,150)}$ із поздовжнього супорта	Різець токарний прохідний державочний T15K6, $\varphi = 45^\circ$, 16×16	Державка для точіння по зовнішньому діаметру C6725-4004	Калібр-пробка односторонній двох граничний 210h14
	Підрізати торець 1 із поперечного супорта, витримуючи розмір 79,2h14	Різець токарний підрізний відігнутий T15K6, $\varphi = 90^\circ$, 16×16	Державка на поперечний супорт C6721-4005	Шаблон спеціальний, L=79,2 h14
	Перехід 3.			
	Точити зовнішню поверхню 3, витримуючи розмір $\varnothing 80h14_{(-0,74)}$; L38±IT14/2.	Різець прохідний державочний T15K6, $\varphi = 90^\circ$, 10×10	Спеціальна державка для свердління і точіння різних поверхонь одночасно	Калібр –скоба односторонній двох граничний 80h14
	Розсвердлити наскрізний отвір 21, витримуючи розмір $\varnothing 47,5H12^{(+0,25)}$ із поздовжнього супорта.	Свердло НКХ Морзе 2 $\varnothing 47,5A$, L=364.	Спеціальна державка для свердління і точіння різних поверхонь одночасно.	ШЦ-I-125-0,1
	Підрізати торець 4 із поперечного супорта, витримуючи розмір 38±IT14/2.	Різець токарний підрізний відігнутий державочний T15K10, $\varphi = 90^\circ$, 10×10	Державка на поперечний супорт	ШЦ-I-125-0,1 ГОСТ 166-88 Шаблон спеціальний L=38±0,3.
	Перехід 4.			
	Розсвердлити отвір 21 із поздовжнього супорта, витримуючи розмір $\varnothing 48,5H12^{(+0,25)}$; L52±IT14/2.	Свердло НКХ Морзе 2 $\varnothing 48,5A$, L=396	Державка нерухома на поздовжній супорт. Втулка затискна перехідна	ШЦ-I-125-0,1.

	Точити фаску 2 із поперечного супорта, витримуючи розмір $2 \times 45^\circ$.	Різець прохідний державочний T15K6, $\varphi = 45^\circ$, 20×20	Державка на поперечний супорт	Шаблон фасочний спеціальний $2 \times 45^\circ$.
	Перехід 5.			
	Розсвердлити отвір 21 із поздовжнього супорта, витримуючи розмір $\varnothing 49,5H12^{(+0,25)}; L26 \pm IT14/2$.	Свердло НКХ Морзе 2 $\varnothing 49,5A$, $L=396$.	Державка нерухома на поздовжній супорт. Втулка затискна перехідна	ШЦ-I-125-0,1.
	Перехід 6.			
	Точити поверхні 5,6,7 канавки із поздовжнього супорта, витримуючи розмір $3 \pm IT14/2$; $\varnothing 197H14^{(+1,150)}; \varnothing 163h14_{(-1,0)}$.	Спеціальний фасочний різець; 20×20 ; T15K6; $b = 17$.	Спеціальна державка для обробки торцевої канавки (на поздовжній супорт).	Шаблон спеціальний $17 \pm 0,2$.
	Перехід 7.			
	Розвернути отвір 21 із поздовжнього супорта, витримуючи розмір $\varnothing 50,7H10^{(+0,1)}; 1:20; 79,2_{(-0,74)}$.	Спеціальна конічна розвертка $\varnothing 50,7H10; 1:20; L=260$. 	Державка нерухома на поздовжній супорт. Втулка затискна перехідна.	—
	Перехід 8.			
	Розвернути отвір 21 із поздовжнього супорта, витримуючи розмір $\varnothing 50,7H8^{(+0,039)}; 1:20; 79,2_{(-0,74)}$. 	Спеціальна конічна розвертка $\varnothing 50,7H8; 1:20; L=260$. 	Державка нерухома на поздовжній супорт. Втулка затискна перехідна.	Калібр-пробка конусний $\varnothing 4:20; \varnothing 47,3H8$. Взірці шорсткості.
2	010 Токарно-напівавтоматна			
	Перехід 2.			
	Точити зовнішню поверхню 18 із поздовжнього супорта, витримуючи розмір $\varnothing 81,02h14_{(-0,87)}; L23,5 \pm IT14/2$.	Різець прохідний державочний T15K10, $\varphi = 90^\circ$, 10×10	Державка для точіння по зовнішньо-му діаметру. Державка нерухома на поздовжній супорт.	—
	Точити фаску 19 із поперечного супорта, витримуючи розмір $2 \times 45^\circ$.	Різець прохідний державочний T15K10, $\varphi = 45^\circ$, 20×20	Спеціальна державка на поперечний супорт.	Шаблон фасочний спеціальний $2 \times 45^\circ$.

	Підрізати торець 17 із поперечного супорта, витримуючи розмір $54,5 \pm IT14/2$.	Різець токарний підрізний відігнутий T15K6, $\varphi = 90^\circ$, 16×16	Спеціальна державка на поперечний супорт.	ШЦ-I-125-0,1 ГОСТ 166-88. Шаблон спеціальний $L=54,5 \pm 0,3$.
	Перехід 3.			
	Точити зовнішню поверхню 18 із поздовжнього супорта, витримуючи розмір $\varnothing 80,18h11_{(-0,22)}$.	Різець прохідний державочний T15K10, $\varphi = 90^\circ$, 10×10	Державка для точіння по зовнішньому діаметру. Державка нерухома на поздовжній супорт.	—
	Підрізати торець 20 із поперечного супорта, витримуючи розмір $78h14_{(-0,74)}$.	Різець токарний підрізний відігнутий T15K6, $\varphi = 90^\circ$, 16×16	Державка на поперечний супорт.	Шаблон спеціальний $78 \pm 0,2$.
	Перехід 4.			
	Точити зовнішню поверхню 18 із поздовжнього супорта, витримуючи розмір $\varnothing 80h9_{(-0,087)}$.	Різець прохідний T15K10, $\varphi = 90^\circ$, 10×10	Державка для точіння по зовнішньо-му діаметру. Державка нерухома на поздовжній супорт.	Калібр – скоба $\varnothing 80h9$ 8113-0286. Взірці шорсткості.
3	015. Горизонтально-протяжна			
	Протягнути шпон очний паз, витримуючи розміри $28,1H12^{(+0,21)}_{(-0,061)}$; $14P9^{(-0,018)}_{(-0,061)}$	Спеціальна протяжка, $B = 14H8$.	Патрон спеціальний із комплекту верстата.	Калібр-пробка шпон очний конусний спеціальний $28,1H10$
4	020. Вертикально-свердлильна			
	Одночасно свердлити вісім отворів 8...15, витримуючи розміри $\varnothing 13H13$; $\varnothing 180 \pm 0,11$; $\angle 45^\circ \pm 7$.	Свердло $d=13H13$ 2301-0034.	—	Калібр – пробка двохсторонній двох граничний $\varnothing 13H13$.

2.8 Розрахунок режимів різання

Розрахунок режимів різання проводимо двома методами: розрахунково-аналітичним та табличним для операції 005 токарної напівавтоматної.

Операція 005 токарна напівавтоматна проходить на багатошпиндельному горизонтальному патронному напівавтоматі мод. 1Б240П-8К.

1. Визначаємо довжини робочих ходів кожного інструмента наладки при умові їх незалежної роботи за формулою

$$L_{p.x.} = L_{piz} + y + L_{доd}, \quad (2.17)$$

де L_{piz} – довжина різання, мм;

$L_{доd}$ – додаткова довжина ходу, викликана особливостями наладки і конфігурацією деталі, мм;

$$y = y_n + y_{вр} + y_{пер}, \quad (2.18)$$

де y_n – довжина підводу інструменту, мм;

$y_{вр}$ – довжина врізання інструменту, мм;

$y_{пер}$ – довжина перебігу інструменту, мм.

Позиція 2. підрізання торця 1 із поперечного супорта, витримуючи розмір 79,2-0,74; точіння зовнішньої поверхні 16 із поздовжнього супорта, витримуючи розмір Ø210h14 одночасно.

Для підрізання торця використовуємо різець підрізний відігнутий 20×16, $\varphi = 60^\circ$, T15K6.

Для точіння зовнішньої поверхні використовуємо різець прохідний державочний 16×16, $\varphi = 45^\circ$.

$$L_{piz.позд.} = 16,5 \text{ мм}; y_{вр} = 2 \text{ мм}; y_n = 3 \text{ мм}; y_{пер.} = 3 \text{ мм}; L_{доd} = 0$$

$$L_{p.x.2позд} = 16,5 + 8 + 0 = 24,5 \text{ мм}$$

$$L_{piz.нон.} = 18,05 \text{ мм}$$

$$y_n = 3 \text{ мм}$$

$$L_{p.x.2нон} = 18,05 + 3 + 0 = 21,5 \text{ мм}$$

Позиція 3. Підрізання торця 4 з поперечного супорта, витримуючи розмір 38h14; точіння зовнішньої поверхні 3, витримуючи розмір Ø80h14; розсвердлювання отвору 21, витримуючи розмір Ø47,5H12 із поздовжнього супорта одночасно.

Різальний інструмент:

- для розсвердлювання – свердло Ø47,5 із швидкорізальної сталі Р6М5;
- для підрізання торця – різець підрізний відігнутий 20×16, $\varphi = 60^\circ$, Т5К10;
- для точіння зовнішньої поверхні – різець прохідний державочний 10×10, $\varphi = 90^\circ$, Т5К10.

Для поперечного супорта:

$$L_{\text{різ.поп.}} = 65 \text{ мм}; y_{\text{вр}} + y_n = 3 \text{ мм}; L_{\text{доод.}} = 0;$$

$$L_{\text{р.х.поп.3}} = 65 + 3 + 0 = 68 \text{ мм.}$$

Для поздовжнього супорта довжину різання визначаємо для свердла, як лімітуючого інструменту:

$$L_{\text{різ.позд.}} = 78 \text{ мм}; y_n + y_{\text{вр}} + y_{\text{пер}} = 70 \text{ мм}; L_{\text{доод.}} = 0;$$

$$L_{\text{р.х.позд.3}} = 78 + 70 = 148 \text{ мм.}$$

Позиція 4. Розсвердлювання отвору 21, витримуючи розміри Ø48,5_(-0,62) із поздовжнього супорта, точіння фаски 2, витримуючи розміри 2×45° із поперечного супорта одночасно.

Для розсвердлювання використовуємо свердло Ø48,5 із швидкорізальної сталі Р6М5.

Для точіння фаски використовуємо різець прохідний 20×20, $\varphi = 45^\circ$, Т5К10.

Для поперечного супорта:

$$L_{\text{різ.поп.}} = 2 \text{ мм}; y_n + y_{\text{вр}} = 3 \text{ мм}; L_{\text{доод.}} = 0;$$

$$L_{\text{р.х.поп.4}} = 2 + 3 = 5 \text{ мм.}$$

Для поздовжнього супорта:

$$L_{\text{різ.позд.}} = 52 \text{ мм}; y_{\text{вр}} + y_n = 40 \text{ мм}; L_{\text{доод.}} = 0;$$

$$L_{\text{р.х.позд.4}} = 52 + 40 = 92 \text{ мм.}$$

Позиція 5. Розсвердлювання отвору 21, витримуючи розміри Ø49,5_{-0,62}, L=26h14 із поздовжнього супорту.

Різальний інструмент – свердло Ø49,5 із швидкорізальної сталі Р6М5.

$$L_{piz.nozd.} = 26 \text{ мм}; y_n + y_{ep} = 15 \text{ мм}; L_{dod.} = 0;$$

$$L_{p.x.nozd.5} = 26 + 15 + 0 = 41 \text{ мм}.$$

Позиція 6. Точіння торцевої канавки 5,6,7, витримуючи розміри $3 \pm IT \frac{14}{2}$; Ø197H14; Ø163h14 із поздовжнього супорта.

Різальний інструмент – різець спеціальний канавочний $b = 17, 20 \times 20, T15K6$.

$$L_{piz.nozd.} = 3 \text{ мм}; y_n + y_{ep} = 3 \text{ мм}; L_{dod.} = 0;$$

$$L_{p.x.nozd.6} = 3 + 3 + 0 = 6 \text{ мм}.$$

Позиція 7. Попереднє розвертання конічного отвору 21 із поздовжнього супорта, витримуючи розміри Ø50,7H10; $\triangleright 1:20$; $78 \pm IT \frac{14}{2}$.

Різальний інструмент – спеціальна конічна розвертка Ø50,7U8; $\triangleright 1:20$ із матеріалу Р6М5.

$$L_{piz.nozd.} = 78 \text{ мм}; y_n + y_{nep} = 2 \text{ мм}; L_{dod.} = 0;$$

$$L_{p.x.nozd.7} = 78 + 2 = 80 \text{ мм}.$$

Позиція 8. Остаточне розвертання отвору 21 із поздовжнього супорта, витримуючи розміри Ø50,7H10; ; $\triangleright 1:20$; $78 \pm IT \frac{14}{2}$.

Різальний інструмент – спеціальна конічна розвертка Ø50,7H8; $\triangleright 1:20$ із матеріалу Р6М5.

$$L_{piz.nozd.} = 78 \text{ мм}; y_n + y_{nep} = 2 \text{ мм}; L_{dod.} = 0;$$

$$L_{p.x.nozd.8} = 78 + 2 + 0 = 80 \text{ мм}.$$

2. Виявляємо довжину робочого ходу кожного супорта. Вона визначається як максимальна величина робочого ходу інструментів, що виготовлені на даному супорті.

Для поздовжнього супорта:

$$L_{piz.nozd.} = \max \{(80, 6, 41, 92, 148, 24, 5)\} = 148 \text{ мм}.$$

Для поперечного супорта:

$$L_{p.x.нопер.} = \max \{(21, 05, 68, 5)\} = 68 \text{ мм}.$$

3. Призначаємо подачі супортів.

Подачі назначаємо згідно [6]:

Позиція 2. $S_{позд.2} = 0,78 \text{ мм/об}$; $S_{ноп.2} = 0,8 \text{ мм/об}$.

Позиція 3. $S_{позд.3} = 0,68 \text{ мм/об}$; $S_{ноп.3} = 0,8 \text{ мм/об}$.

Позиція 4. $S_{позд.4} = 0,68 \text{ мм/об}$; $S_{ноп.4} = 0,7 \text{ мм/об}$.

Позиція 5. $S_{позд.5} = 0,68 \text{ мм/об}$.

Позиція 6. $S_{позд.6} = 0,5 \text{ мм/об}$.

Позиція 7. $S_{позд.7} = 1,7 \cdot 0,8 = 1,36 \text{ мм/об}$.

Позиція 8. $S_{позд.8} = 1,7 \cdot 0,7 = 1,19 \text{ мм/об}$.

Визначаємо подачу поздовжнього супорта:

$$S_{позд.} = \min \{(0,68; 0,78; 0,5; 1,19; 1,36)\} = 0,5 \text{ мм/об}.$$

По прийнятій подачі поздовжнього супорта визначаємо кількість обертів шпинделя за поворот розподільного вала на робочому ході за формулою

$$n_{p.p.} = \frac{L_{p.x.позд.}}{S_{позд.}}, \text{ об/}145^\circ. \quad (2.19)$$

$$n_{p.p.} = \frac{148}{0,5} = 296 \text{ об/}145^\circ$$

По паспорту верстату 1Б240П-8К $n_p = 306 \text{ об/}145^\circ$ [13].

Для даної кількості обертів визначаємо змінні шестерні коробки подач $e=27$; $f=57$; $g=37$; $h=47$.

Уточнюємо подачі поздовжнього супорта і розраховуємо подачі поперечних супортів із врахуванням n_p за формулами:

$$S_{позд.прийн.} = \frac{L_{p.x.позд.}}{n_p}; \quad (2.20)$$

$$S_{ноп.i прийн.} = \frac{L_{p.x.ноп. i}}{n_p}. \quad (2.21)$$

Для поздовжнього супорта:

$$S_{\text{позд.прійн.}} = \frac{148}{306} = 0,48 \text{ мм / об.}$$

Для поперечних супортів:

$$S_{\text{нон.2}} = \frac{21,05}{306} = 0,068 \text{ мм / об.};$$

$$S_{\text{нон.3}} = \frac{68}{306} = 0,22 \text{ мм / об.};$$

$$S_{\text{нон.4}} = \frac{5}{306} = 0,016 \text{ мм / об.}$$

4. Визначаємо стійкість кожного інструмента в хвилинах часу різання за формулою [14]

$$T_i = T_M \cdot \lambda \cdot K_T, \quad (2.22)$$

де T_M – стійкість в хвилинах машинної роботи для багатошпиндельних автоматів та напівавтоматів; $T_M = 150 \text{ хв.}$ [14].

λ – коефіцієнт часу різання;

K_T – коефіцієнт зміни стійкості, що залежить від норми обслуговування.

При багатOVERстатному обслуговуванні (2-х верстатів) коефіцієнт становить $K_T = 1,4$ [14].

Коефіцієнт часу різання визначаємо за формулою [14]

$$\lambda = \frac{L_{\text{різ.і}}}{L_{\text{р.х.і}}} \cdot \quad (2.23)$$

Таким чином стійкість інструментів складе:

Позиція 2.

$$\text{Для підрізного відігнутого різця: } \lambda = \frac{18,05}{21,05} = 0,86$$

Оскільки величина часу різання більше 0,7, то приймаємо $\lambda = 1$.

$$T_{2 \text{ нон.}} = 150 \cdot 1 \cdot 1,4 = 210 \text{ хв.}$$

Для прохідного державочного різця: $\lambda = \frac{16,05}{24,5} = 0,67$

$$T_{2 \text{ позд.}} = 150 \cdot 0,67 \cdot 1,4 = 140,7 \text{ хв.} \approx 141 \text{ хв.}$$

Позиція 3. Для сверла $\varnothing 47,5 \text{ мм}$ $\lambda = \frac{78}{148} = 0,53$

$$T_{3 \text{ позд.}} = 150 \cdot 0,53 \cdot 1,4 = 111 \text{ хв.}$$

Для підрізного відігнутого різця: $\lambda = \frac{65}{68} = 0,96$

$$T_{3 \text{ поп.}} = 150 \cdot 1 \cdot 1,4 = 210 \text{ хв.}$$

Позиція 4. Для сверла $\varnothing 48,5 \text{ мм}$

$$\lambda = \frac{52}{92} = 0,57$$

$$T_{4 \text{ позд.}} = 150 \cdot 0,54 \cdot 1,4 = 119 \text{ хв.}$$

Для різця прохідного: $\lambda = \frac{2}{5} = 0,4$

$$T_{4 \text{ поп.}} = 150 \cdot 0,4 \cdot 1,4 = 84 \text{ хв.}$$

Позиція 5. Для сверла $\varnothing 49,5 \text{ мм}$ $\lambda = \frac{26}{41} = 0,63$

$$T_{5 \text{ позд.}} = 150 \cdot 0,63 \cdot 1,4 = 133 \text{ хв.}$$

Позиція 6. Для спеціального канавочного різця: $\lambda = \frac{3}{6} = 0,5$

$$T_{6 \text{ позд.}} = 150 \cdot 0,5 \cdot 1,4 = 105 \text{ хв.}$$

Позиція 7. Для розвертки $\varnothing 50,7 \text{ V8}$; $\nabla 1:20$: $\lambda = \frac{78}{80} = 0,98$

$$T_{7 \text{ позд.}} = 150 \cdot 1 \cdot 1,4 = 210 \text{ хв.}$$

Позиція 8. Для розвертки $\varnothing 50,7 \text{ H8}$; $\triangleright 1:20$

$$\lambda = \frac{78}{80} = 0,98$$

$$T_{8 \text{ позд.}} = 150 \cdot 1 \cdot 1,4 = 210 \text{ хв.}$$

Таблиця 2.6 – Зведена таблиця режимів різання

Номер, назва операції, зміст переходу	t, мм	L, мм	i	T _m , хв	s, мм/об	n, об/хв	V, м/хв	S _m , мм/ х	T _m , хв	N, кВт
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
005 Токарна–напівавтоматна										
Перехід 2.										
Точити зовнішню поверхню 16, витримуючи розмір Ø 210h14 _(-1,150) із поздовжнього супорта. Підрізати торець 1 із поперечного супорта, витримуючи розмір 79,2 _{-0,74}	1,4	24,5	1	141	0,48	318	209,7	-	1,0	5,4
Перехід 3.										
Точити зовнішню поверхню 3, витримуючи розмір Ø 80h14 _(-0,74) ; L38 ± IT14/2. Розсвердли наскрізний отвір 21, витримуючи розмір Ø 47,5H12 _(+0,25) із поздовжнього супорта. Підрізати торець 4 із поперечного супорта, витримуючи розмір 38h14 _(-0,62) .	0,6	148	1	111	0,48	318	47,4	-	1,0	3,2
Перехід 4.										
Розсвердли отвір 21 із поздовжнього супорта, витримуючи розмір Ø48,5H12 _(+0,25) ; L52 ± IT14/2. Точити фаску 2 із поперечного супорта, витримуючи розмір 2×45°.	1	92	1	119	0,48	318	79,9	-	1,0	1,1
Перехід 5.										
Розсвердли отвір 21 із поздовжнього супорта, витримуючи розмір Ø49,5H12 _(+0,25) ; L26 ± IT14/2.	1	41	1	133	0,48	318	49,4	-	1,0	1,0

Перехід 6.										
Точити поверхні 5,6,7 канавки із поздовжнього супорта, витримуючи розмір $3 \pm IT14/2$; $\varnothing 197H14^{(+1,150)}$; $\varnothing 163h14^{(+1,0)}$.	3	6	1	105	0,48	318	196,7	-	1,0	1,9
Перехід 7.										
Розвернути отвір 21 із поздовжнього супорта, витримуючи розмір $\varnothing 50,7H10^{(+0,1)}$; $\nabla 1:20, 78 \pm IT14/2$.	0,3	80	1	210	0,48	318	50,6	-	1,0	0,5
Перехід 8.										
Розвернути отвір 21 із поздовжнього супорта, витримуючи розмір $\varnothing 50,7H8^{(+0,039)}$; $\nabla 1:20, 78 \pm IT14/2$.	0,1	80	1	210	0,48	318	50,6	-	1,0	0,2
010 Токарно-напівавтоматна										
Перехід 2.										
Точити зовнішню поверхню 18 із поздовжнього супорта, витримуючи розмір $\varnothing 81,02h14_{(-0,87)}$; $L23,5 \pm IT14/2$. Точити фаску 19 із поперечного супорта, витримуючи розмір $2 \times 45^\circ$. Підрізати торець 17 із поперечного супорта, витримуючи розмір $54,5 \pm IT14/2$.	1,2	58,5	1	141	0,5	314	73	-	0,48	2,4
Перехід 3.										
Точити зовнішню поверхню 18 із поздовжнього супорта, витримуючи розмір $\varnothing 80,18h11_{(-0,22)}$. Підрізати торець 20 із поперечного супорта, витримуючи розмір $78 \pm IT14/2$.	0,84	40	1	111	0,7	314	55	-	0,48	1,9
Перехід 4.										
Точити зовнішню поверхню 18 із	0,18	40	1	105	0,7	314	48	-	0,48	0,8

Поздовжнього супорта, витримуючи розмір $\varnothing 80h9_{(-0,087)}$.										
015 Горизонтально-протяжна										
Протягнути шпоночний паз витримуючи розміри $28,1H12^{(+0,21)}$; $14P9_{(-0,018)}^{(-0,061)}$.	2,75	78	1	150	-	-	3	-	0,98	20
020 Вертикально-свердлильна										
Одночасно свердлити вісім отворів 8...15, витримуючи розміри $\varnothing 13H13$; $\varnothing 180 \pm 0,11$; $\angle 45^\circ \pm 7$.	6,5	22	1	102	0,2	355	14,9	-	0,31	2,5

2.9 Розрахунок технічних норм часу

Технічні норми часу розраховуємо для всіх операцій технологічного процесу.

Для операцій 005 технічні норми часу розраховуємо розрахунково-аналітичним методом, на всі інші операції норми часу визначаємо по наближених формулах [1] Д2.

Операція 005. Токарна напівавтоматна.

Норма штучно-калькуляційного часу для великосерійного типу виробництва визначається за формулою

$$T_{шт.к.} = T_{шт} + \frac{T_{н.з.}}{n}, \quad (2.24)$$

де $T_{шт}$ – норма штучного часу, хв.;

$T_{н.з.}$ – підготовчо-заключний час, хв.;

n – величина партії деталей, $n = 911$ шт.

Підготовчо-заключний час визначаємо по [1].

Він включає в себе:

1) Час на наладку при кількості різальних інструментів до 11

$$T_1 = 12 \text{ хв. [1].}$$

2) Час на установку різців в державках

$$T_2 = 11 \text{ різців} \times 2 \text{ хв.} = 22 \text{ хв. [1].}$$

3) Час на одержання інструментів і пристосування до початку роботи і здачу після закінчення обробки партії

$$T_3 = 10 \text{ хв. [1].}$$

$$T_{н.з} = T_1 + T_2 + T_3 = 12 + 22 + 10 = 44 \text{ хв.}$$

Штучний час визначаємо за формулою

$$T_{шт.} = T_m + T_{\partial} + T_{тех.обсл.} + T_{орг.обсл} + T_{відп.}, \quad (2.25)$$

де T_m – машинний автоматичний час.

T_{∂} – допоміжний час на установку і зняття деталі.

$T_{тех.обсл.}$ – час технічного обслуговування робочого місця.

$T_{орг.обсл}$ – час організаційного обслуговування робочого місця.

$T_{відп.}$ – час на відпочинок і особисті потреби.

$\alpha_{тех.обсл.} = 11\% \cdot 1,3 = 14,3\%$ для кількості інструментів до 11, точності обробки IT8 при максимальному діаметрі обробки до 210 мм.

$$T_{тех.обсл.} = \frac{1 \cdot 14,3}{100} = 0,14 \text{ хв.}$$

$$\beta_{орг. обсл} = 5,8\% [14].$$

$$T_{орг.обсл} = \frac{1 \cdot 5,8}{100} = 0,06 \text{ хв.}$$

$$\gamma_{відп} = 4,5\% [14].$$

$$T_{відп.} = \frac{1 \cdot 4,5}{100} = 0,05 \text{ хв.}$$

Таким чином норма штучного часу становитиме

$$T_{шт.} = 1 + 0,14 + 0,06 + 0,05 = 1,25 \text{ хв.}$$

$$T_{шт.к.} = 1,25 + \frac{44}{911} = 1,29 \text{ хв.}$$

Таблиця 2.7– Норми часу по операціях

№ п/п	Номер та назва операції	T_m (T_0), хв.	Час обслуговуван ня, хв.		$T_{відп.}$ хв.	$T_{шт.}$ хв.	$T_{п.з.}$ хв.	n , шт.	$T_{шт.к}$ хв.
			$T_{тех.обс}$ л	$T_{орг.об}$ с					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1.	005. Токарна напівавтоматна	1,0	0,14	0,06	0,05	1,25	44	911	1,29
2.	010. Токарна напівавтоматна	0,48	0,08	0,02	0,02	0,6	34	911	0,64
3.	015. Горизонтально- протяжна	0,05	—	—	—	—	—	911	0,07
4.	020. Вертикально- свердлильна	0,31	—	—	—	—	—	911	0,4

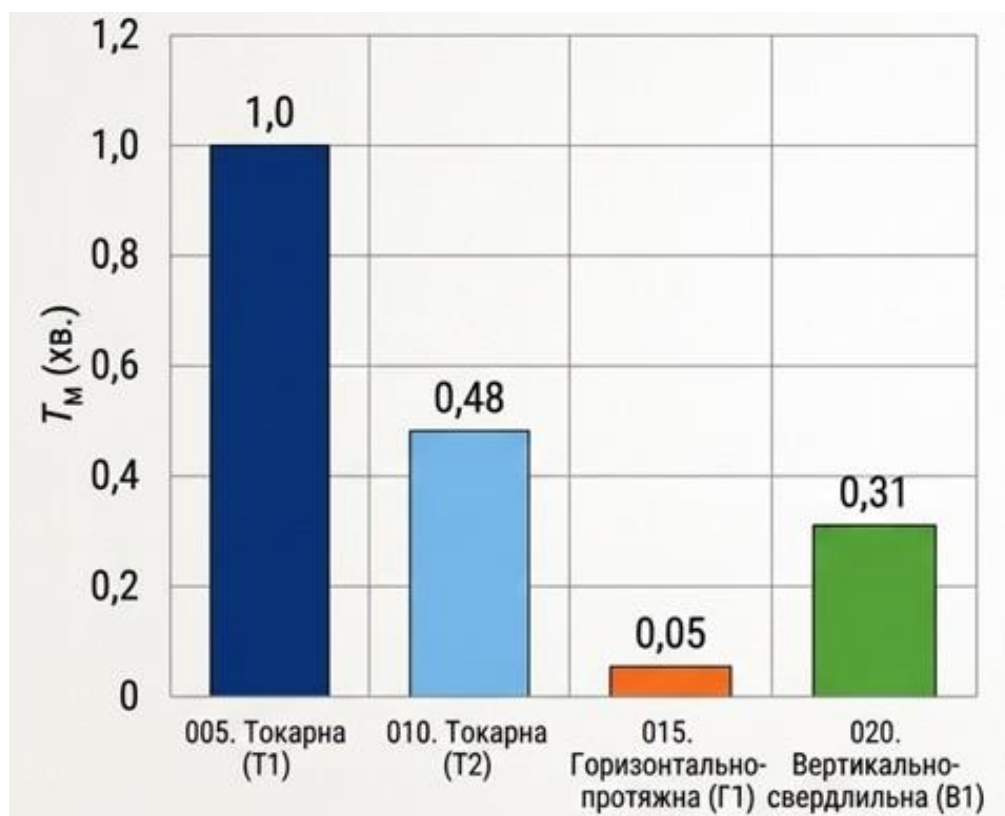


Рисунок 2.2 – Розподіл основного часу за операціями

Ця гістограма дозволяє оцінити продуктивність власне процесу різання та обсяг роботи, яку виконує верстат.

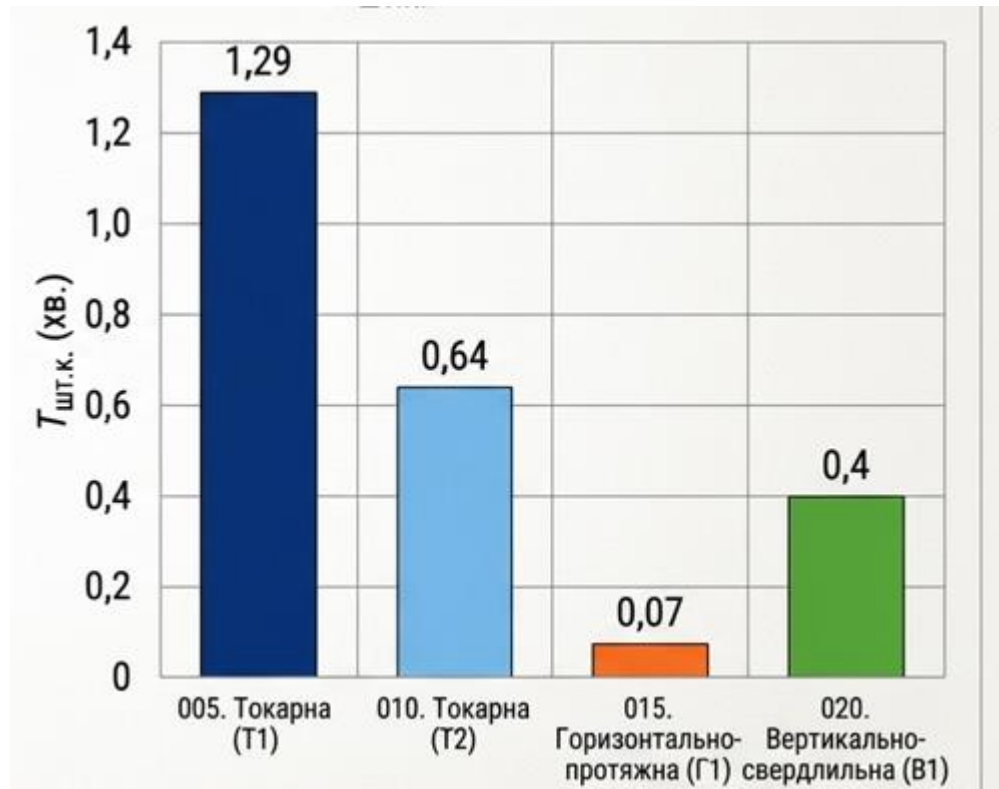


Рисунок 2.3 – Розподіл штучно- калькуляційного часу за операціями

Ця гістограма показує реальну тривалість всього циклу операції, враховуючи всі простої та підготовчі дії людини.

Порівняння цієї гістограми з попередньою дозволяє оцінити ефективність організації праці.

3 КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА

3.1. Вибір технологічного оснащення

3.1.1. Призначення, будова і принцип роботи вибраного пристосування

Нами було вибрано на операцію 020 верикально-свердлильну в якості пристосування кондуктор скальчастий і восьмишпиндельну свердлильну головку для обробки на цій операції восьми отворів $\varnothing 13H13$ одночасно при витримуванні між осьової відстані $\varnothing 180 \pm 0,22$ або позиційного допуску 0,25 мм.

Свердлильна головка працює разом з кондуктором. Вона встановлюється через водилів гільзі шпинделя свердлильного верстату. Шпиндель верстату обертає водило, яке зв'язане із валом шестернею поз. 2. Вал-шестерня обертає чотири зубчастих колеса поз. 19, що в свою чергу обертають вісім зубчастих коліс поз. 17, що зв'язані із шпинделями головки поз. 12.

Свердлильна головка, в якій розміщені різальні інструменти, при опусканні повинна бути зв'язана з кондукторною плитою і пристосуванням, де встановлюється і закріплюється оброблювана деталь.

Цей зв'язок необхідний для точного співпадання осей шпинделів головки з осями кондукторних втулок і отворів в оброблюваній деталі.

Деталь базується зовнішньою поверхнею $\varnothing 80h9$ в опорі поз.1, що позбавляє її двох ступенів вільності, плоскою поверхнею фланця деталь спирається на плоску поверхню опори, що позбавляє її трьох ступенів вільності, шостого ступеня вільності деталь позбавляється закріпленням кондукторною плитою поз. 4 через три опори поз. 15. Таким чином, правила базування витримані в даному пристосуванні.

Свердлильна головка зв'язана з кондукторною плитою за допомогою двох скалок поз. 5, які жорстко закріплені в кондукторній плиті гайками поз. 10. Скалки вільно переміщаються по направляючим втулкам поз. 3.

Пружини поз. 14 на направляючих скалках при взаємодії на них свердлильної головки починають стискатись і тим самим притискати кондукторну плиту поз.4 до деталі.

Знімається деталь шляхом переміщення свердлильної головки вгору разом із скалкою до упору в шайбу поз. 11.

Таким чином плита поз. 4 підніметься і деталь можна вийняти із корпусу поз.1. Пристосування попередньо на столі верстата базується шляхом установки свердлильної головки в кондуктор, яка в свою чергу встановлюється в шпindel верстату.

Остаточно центрується пристосування шляхом переміщення свердлильної головки і попаданням свердла через кондукторні втулки поз. 12, після чого закріплюється болтами на столі верстату через чотири пази. Точність між осовою відстані досягається за рахунок кондукторних втулок швидкоз'ємних поз. 12, які кріпляться в постійних втулках поз. 13, що запресовуються в кондукторній плиті. Швидкоз'ємні втулки притискаються гвинтами поз. 9.

3.1.2 Розрахунок похибки установки деталі

Похибка установки заготовки в пристосуванні обчислюється за формулою згідно [9]

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

де ε_y – похибка установки;

ε_6 – похибка базування;

ε_3 – похибка закріплення;

ε_{np} – похибка пристосування.

Для дотримання точності розмірів в даному пристосуванні при базуванні деталі необхідно, щоб виконувалася наступна умова

$$\varepsilon_y \leq \varepsilon_{y\text{ доп}}, \quad (3.2)$$

де $\varepsilon_{y\text{ доп}}$ – допустима похибка установки при забезпеченні заданого розміру на

даному обладнанні.

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

На операції 020 вертикально-свердлильний проводиться свердління восьми отворів $\varnothing 13H13$ при витримуванні між осьової відстані $180 \pm 0,11$. Розмір $\varnothing 13H13$ отримується за рахунок розміру різального інструменту, тому похибка установки на розмір $\varnothing 13H13$ буде рівна нулю, тобто $\varepsilon_{y13} = 0$.

Похибка установки буде складати тільки на розмір $180 \pm 0,11$.

Похибка базування на розмір 180 буде рівна максимальному зазору, тобто $\varepsilon_{\delta 180} = S_{\max}$.

$$S_{\max} = ES - ei, \quad (3.3)$$

де ES – верхнє граничне відхилення базуючого отвору $\varnothing 80H7^{(+0,030)}$;

ei – нижнє граничне відхилення базуючої поверхні маточини $\varnothing 80h9_{(-0,074)}$.

$$S_{\max} = 0,030 - (-0,074) = 0,104 \text{ мм.}$$

$$\varepsilon_{\delta 180} = 0,104 \text{ мм.}$$

Похибка закріплення буде рівна різниці відстаней між технологічною базою і встановленням на розмір різальним інструментом і яка виникає при прикладанні сили.

По нормативних даних [1] Т8 при установці заготовки в затискне пристосування із механічним затиском по чистовій поверхні з найбільшим поперечним розміром 210 мм похибка закріплення буде відповідно рівна $\varepsilon_{z180} = 0,045$ мм.

Похибку пристосування, яка буде залежати від встановлення і зношення елементів пристосування вибираємо за даними [15] С. 267: $\varepsilon_{np180} = 0,015$ мм.

Отже, похибка установки на розмір 180 буде становити

$$\varepsilon_{y180} = \sqrt{0,104^2 + 0,045^2 + 0,015^2} = 0,11 \text{ мм.}$$

Допустиму похибку установки при свердлінні восьми отворів $\varnothing 13H13$ в кондукторі визначимо за формулою

$$\varepsilon_{y\partial on} = \delta - \Delta, \quad (3.4)$$

де δ – допуск на розмір, що витримується $\delta_{180}=0,44\text{мм}$;

Δ – точність обробки в кондукторах; $\Delta=0,16\text{ мм}$ [1].

$$\varepsilon_{y\text{доп}} = 0,44 - 0,16 = 0,28\text{ мм}.$$

Відповідно, $\varepsilon_y = 0,11 \leq \varepsilon_{y\text{доп}} = 0,28$.

Отже, умова виконується і точність можна забезпечити.

4 БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ ТА ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ

4.1 Електромагнітні випромінювання

Біосфера протягом усієї своєї еволюції перебувала під впливом електромагнітних полів (ЕМП), так званого, фонового випромінювання, спричиненого природою.

Навколо Землі існує електричне поле напруженістю у середньому 130 В/м. Наша планета має теж магнітне поле. Земля постійно перебуває під впливом ЕМП, які випромінюються Сонцем.

Це електромагнітне випромінювання включає в себе інфрачервоне (ІЧ), видиме ультрафіолетове (УФ), рентгенівське та γ -випромінювання. Визначені ЕМП впливають на біологічні об'єкти, зокрема на людину, протягом усього часу її існування.

У процесі індустріалізації людство додало до фонового випромінювання, спричиненого природою, цілу низку чинників, що підсилило фонове випромінювання.

Через це ЕМП антропогенного походження почали значно перевищувати природний фон і до нашого часу перетворилися на небезпечний екологічний чинник.

Вони мають певну потужність, енергію і поширюються у вигляді електромагнітних хвиль.

За частотою антропогенні електромагнітні випромінювання класифікуються так:

- низькочастотні випромінювання: 0,003 кГц – 30 кГц;
- радіохвилі ВЧ діапазону: 30 кГц – 30 мГц;
- радіохвилі УВЧ діапазону: 30 – 300 мГц;
- надзвичайні частоти (НВЧ): 300 мГц – 300 гГц.

ЕМП негативно впливають на людей, які безпосередньо працюють з джерелами випромінювань, а також населення, яке проживає поблизу джерел випромінювання.

Внаслідок дії ЕМП можливі гострі і хронічні ураження, порушення в системах і органах, функціональні зміни в діяльності нервово-психічної, серцево-судинної, ендокринної, кровотворної та інших систем.

Ці зміни зворотні, але тривалий та інтенсивний вплив ЕМП призводить до стійких порушень і захворювань. Для запобігання професійним захворюванням, що викликані впливом ЕМП, встановлені норми опромінення.

Засоби і заходи захисту:

- часом,
- відстанню,
- екранізацією джерел випромінювання,
- зменшенням випромінювання безпосередньо в самому джерелі випромінювання,
- екранування робочих місць,
- застосування ЗІЗ, віддаленням зон випромінювання.

Інфрачервоне випромінювання (ІЧВ) – це хвилі з довжиною 700 мм – 1000 мкм. Енергія їх при поглинанні викликає у речовини тепловий ефект.

Джерела випромінювання є природні і штучні. При інтенсивній дії на непокриту голову може виникнути сонячний удар – головний біль, запаморочення, прискорення дихання, втрата свідомості і порушення координації рухів, тяжкі ураження мозкових тканин аж до вираженого менінгіту та енцефаліту.

Засоби захисту:

- теплоізоляція гарячих поверхонь,
- охолодження тепло випромінюючих поверхонь,
- екранування джерел випромінювання,
- застосування ЗІЗ,
- організація раціонального режиму праці та відпочинку.

ІЧВ використовують для обігріву с.г. тварин. Ультрафіолетове випромінювання (УФВ) – спектр ЕМ коливань з довжиною хвилі 200-400 нм. Це випромінювання поглинає більшість тіл.

УФВ, яке становить близько 5% щільності потоку сонячного випромінювання, є життєво необхідним фактором, який сприятливо впливає на організм, знижує чутливість організму до деяких негативних впливів.

Оптимальні дози УФВ активізують дію серця, обмін речовин, підвищують активність ферментів, поліпшують кровотворення, чинять анти рахітичну і бактерицидну дію.

УФВ довжиною хвилі 10-20км має дуже велику енергію і є згубним для людини, але у природних умовах ці хвилі поглинаються озоновим шаром атмосфери і на поверхні Землі вони відсутні.

Штучні джерела УФВ:

- електрозварка,
- електротравлення сталі,
- апаратура електрозв'язку,
- станції радіомовлення.

УФВ штучних джерел може стати причиною професійних захворювань.

Найбільш уразкові очі, шкіра (дерматити, екзема, старіння, злоякісні пухлини).

Може бути головний біль, запаморочення, підвищення температури тіла, підвищена втома, нервові збудження.

Для захисту від УФВ застосовують: екранування, ЗІЗ, спеціальне фарбування, раціональне розташування робочих місць.

Одним з найбільш фундаментальних наукових досягнень ХХ ст. є лазер. Лазерне випромінювання теж може негативно впливати на живий організм (опіки, пухлини, зміни ЦНС і ендокринних залоз, втомленість, коливається тиск, головний біль, збудженість і інше).

Захист:

- телевізійні системи спостереження за ходом процесу,
- захисні екрани,
- огороження лазерної зони,
- ЗІЗ (спеціальні окуляри, щітки, носки, халати, рукавиці).

4.2 Основи пожежної безпеки

Щодня в нашій країні виникає більш 100 пожеж, в яких гине 5-6 чоловік. Наносяться значні матеріальні збитки – близько 2,0 млрд.грн. на рік.

Основними причинами пожеж на підприємствах є:

- порушення пожежних норм і правил у технологічних процесах виробництва;
- неправильне обладнання систем опалення, вентиляції, електроустаткування;
- порушення норм і правил зберігання пожежонебезпечних несумісних матеріалів;
- порушення правил користування електрообладнанням; невиконання протипожежних заходів щодо обладнання пожежного водозабезпечення, влаштування пожежної сигналізації, забезпечення первинними засобами пожежогасіння;
- використання відкритого вогню факелів, паяльних ламп, куріння у заборонених місцях;
- погане знання персоналом протипожежного інструктажу;
- необережна поведінка та дитячі пустощі з вогнем.

Пожежна безпека в навчальних майстернях, фізико-хімічних та електро-технічних лабораторіях, кабінетах навчальних закладів зумовлена властивостями матеріалів і реагентів, які застосовуються, а також змістом учбових занять, які проводяться.

Головні причини пожежної безпеки в кабінетах і лабораторіях:

- досліди, які супроводжуються електростатичним розрядом, нагрівом тіл;
- досліди з демонстрації вибухів різних газів і пари;
- необережне поводження з вогнем, вогненебезпечними рідинами;
- неправильне зберігання вогненебезпечних рідин.

Вогне- і вибухонебезпечні речовини, які застосовуються в кабінетах, можна поділити на кілька груп:

- речовини, здатні до утворення вибухових сумішей (бертолетова сіль та інші нітрати);
- легкозаймисті й горючі речовини (бензин, ацетон, спирт, гас, фосфор червоний та інші);
- речовини, які спричиняються до спалаху (бром, азотна та сірчана кислоти тощо);
- горючі речовини (сірка, вугілля та інші).

Самозайматися можуть ганчірка та пакля, просочені машинним маслом. Вогне- і вибухонебезпечні речовини потрібно зберігати загальною кількістю не більше 3 кг в спеціальному металевому ящику встановленому якомога далі від нагрівальних приладів і виходів.

Реактиви та інші речовини та матеріали, сукупне зберігання яких може спричинити акумуляцію тепла, утворення пожежонебезпечних концентрацій або бути імпульсом для самозапалювання, потрібно зберігати окремо у вогнетривких шафах у відповідній упаковці.

На банках, бутлях та іншій упаковці з хімічними речовинами повинні бути чіткі написи із зазначенням їх найхарактерніших властивостей: "Вогненебезпечні", "Отруйні", "Хімічно активні" тощо.

У лабораторіях, майстернях, кабінетах працювати учням а пожежонебезпечними речовинами дозволяється тільки під наглядом і керівництвом викладача або лаборанта.

Меблі та обладнання в приміщеннях повинні бути встановлені так, щоб вони не заважали евакуації людей на випадок пожежі. Робочі столи і витяжні шафи, призначені для роботи з пожежонебезпечними речовинами, повинні знаходитись у належному стані, а при роботі з кислотами та іншими активними речовинами — стійкими до їх дії. Всі приміщення повинні бути забезпечені засобами пожежогасіння відповідно до встановлених норм. Перед проведенням учнями дослідів викладач повинен пояснити можливі причини пожежної небезпеки і профілактичні заходи. Забороняється виливати легкозаймисті, і горючі речовини в каналізацію.

Пожежа – це неконтрольоване горіння поза спеціальним вогнищем, що розповсюджується в часі і просторі та створює загрозу життю і здоров'ю людей, навколишньому середовищу, призводить до матеріальних збитків.

Пожежна безпека – це стан об'єкта, при якому виключається можливість пожежі, а у випадку її виникнення вживаються необхідні заходи щодо усунення негативного впливу небезпечних факторів пожежі на людей, споруди і матеріальні цінності.

Протипожежний режим – це комплекс встановлених норм і правил поведінки людей, виконання робіт і експлуатації об'єкта, спрямованих на забезпечення пожежної безпеки. Пожежна безпека на об'єктах народного господарства забезпечується організаційними, технічними заходами і протипожежним захистом.

До організаційних заходів належать:

- розробка правил, інструкцій, інструктажів протипожежної безпеки;
- організація інструктування і навчання робітників і службовців;
- здійснення контролю за дотриманням встановленого протипожежного режиму всіма працюючими;
- організація добровільних пожежних дружин та пожежотехнічних комісій;
- організація щоденної перевірки протипожежного стану приміщень після закінчення роботи;
- розробка і затвердження плану евакуації і порядку оповіщення людей на випадок виникнення пожежі;
- організація дотримання належного протипожежного нагляду за об'єктами;
- організація перевірки належного стану пожежної техніки та інвентарю.

До технічних заходів належать:

- дотримання пожежних норм, вимог та правил при влаштуванні будівель, споруд, складів;
- підтримання у справному стані систем опалення вентиляції, обладнання;
- улаштування автоматичної пожежної сигналізації систем автоматичного

гасіння пожеж та пожежного водопостачання;

- заборона використання обладнання, пристроїв приміщень та інструментів, що не відповідають вимогам протипожежної безпеки;
- правильна організація праці на робочих місцях з використанням пожежонебезпечних інструментів, приладів, технологічних установок.

Пожежна сигналізація використовується для виклику пожежних команд при виникненні пожеж.

До основних елементів пожежної сигналізації належать:

- повідомлювачі (сигнал тривоги про пожежу), які встановлюються поза або всередині споруди;
- приймальні апарати або установки для приймання і фіксації сигналів від повідомлювачів;
- повітряні або кабельні лінії, які з'єднують повідомлювачів з пожежною службою (найчастіше це телефонний зв'язок за номером 01).

Пожежна сигналізація буває: променева, в якій кожен повідомлювач включений в окрему пару проводів; кільцева, де всі повідомлювачі включаються в один загальний провід (кільце).

На випадок пошкодження схема підключення має заземлення і знаходиться під контролем струму лінійної батареї. Заземлення дає змогу подати станції сигнал "Тривога" від повідомлювача.

Повідомлювачі працюють від світла (полум'я, іскри), диму, тепла. Від світла повідомлювачі спрацьовують під впливом ультрафіолетових променів. Вони є найбільш чутливими. Димові автоматичні повідомлювачі працюють на фотоелементах або іонізаційних камерах. Теплові повідомлювачі спрацьовують при певному підвищенні навколишньої температури.

Повідомлювачі можуть бути також автоматичними. Автоматичний повідомлювач — це прилад оповіщення, який реагує на супутні пожежі фактори. Ручний пожежний повідомлювач — це пожежний повідомлювач з ручним способом приведення в дію.

У населених пунктах, на підприємствах, організаціях є телефонний зв'язок,

який входить до системи пожежної сигналізації.

З метою запобігання виникненню пожеж, їх поширенні та для боротьби з ними робітники, інженерно-технічними працівники проходять інструктажі й навчання за спеціальними програмами.

Види протипожежних інструктажів: вступний; первинний; повторний; позаплановий.

Вступний інструктаж проходять усі робітники, інженерно-технічні працівники та службовці перед допуском їх до роботи.

Його проводить спеціальна особа, відповідальна за протипожежну безпеку підприємства, організації.

При проведенні цього інструктажу працівників знайомлять з основними вимогами Закону України "Про пожежну безпеку", з установленим на підприємстві протипожежним режимом, з найбільш пожежонебезпечними ділянками, де забороняється палити, використовувати відкритий вогонь, з практичними діями на випадок виникнення пожежі, з можливими причинами виникнення пожеж і вибухів та заходами щодо їх запобігання.

Первинний протипожежний інструктаж новоприйнятий робітник проходить на робочому місці перед початком роботи, а також при переміщенні з одного цеху до іншого, на іншу посаду, спеціальність або виробничу операцію.

Під час первинного інструктажу:

- знайомлять з пожежною безпекою цеху, ділянки, з правилами та інструкціями з пожежної безпеки;
- показують запасні виходи, повідомлювачі пожежної сигналізації, вогнегасники, засоби пожежогасіння;
- перевіряють практичні дії особи, що інструктується на випадок пожежі.

Повторний інструктаж проводять безпосередньо в цеху двічі на рік у строки, встановлені керівником підприємства, згідно з програмою первинного інструктажу на робочому місці. Позаплановий протипожежний інструктаж проводиться при зміні пожежної безпеки технологічного процесу, використанні нових пожежонебезпечних матеріалів, при самозайманні, загоранні та пожежах.

ВИСНОВКИ

У результаті вирішення завдань, винесених на дипломну роботу, 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 (фрезерний пристрій, підставки);

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Боженко Л. І. Технологія виробництва заготовок у машинобудуванні. Київ : НМК ВО, 1990. 264 с.
2. Паливода Ю. Є., Дячун А.Є., Лещук Р.Я. Інструментальні матеріали, режими різання, технічне нормування механічної обробки : навч.-метод. посіб. Тернопіль : ТНТУ, 2019. 240 с.
3. Паливода Ю. Є., Ткаченко І. Г., Капаціла Ю. Б., Гевко Ів. Б. Технологія оброблення корпусних деталей : навч. посіб. Тернопіль : ТНТУ, 2016. 156 с.
4. Виговський Г. М. Підвищення працездатності торцевих фрез для чистової обробки плоских поверхонь : автореф. дис. ... канд. техн наук : Київ : НТУУ КПІ, 2000. 16 с.
5. Мельничук П. П. Наукові основи чистового торцевого фрезерування плоских поверхонь : дис. ... докт. техн. наук : 05.03.01. Київ : НТУУ КПІ, 2002.
6. 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. 75 с.
7. Пилипець М. І. Правила заповнення основних форм технологічних документів : навч.-метод. посіб. / Уклад. Пилипець М. І., Ткаченко І. Г., Левкович М. Г., Васильків В. В., Радик Д. Л. Тернопіль : ТДТУ, 2009. 108 с.
8. Капаціла Ю. Б., Комар Р. В. Проектування машинобудівних виробництв : навч. посіб. Тернопіль : ТНТУ, 2017. 40 с.
9. Дичковський М. Г. Спеціальна технологічна оснастка. Тернопіль : ТНТУ, 2014. 243 с.
10. Барановський В.М., Підгурський М.І., Мариненко С.Ю. Конспект лекцій з дисципліни «Безпека життєдіяльності для студентів всіх спеціальностей і форм навчання. Вид. Тернопільського національного технічного університету. Тернопіль : ТНТУ ім. І. Пулюя, 2015. 141 с./67 с.
11. Барановський В.М., Сенчишин В.С. Методичні вказівки для

самостійної роботи студентів з курсу «Безпека життєдіяльності». Вид. Тернопільського національного технічного університету. Тернопіль : ТНТУ ім. І. Пулюя, 2015. 62 с.

12. Безпека життєдіяльності: Навчальний посібник / Під ред. Я.Г. Бедрія. Львів, 1997. 275с.

13. Жидецький В. Ц., Джигирей В. С., Мельников О. В. Основи охорони праці : підручник (видавн. 5-те, доповнене). Л.: Афіша, 2000. 350 с.

ДОДАТКИ