

Міністерство освіти і науки України
Центральноукраїнський національний технічний університет
Механіко-технологічний факультет
Кафедра «Машинобудування, мехатроніки і робототехніки»

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

до кваліфікаційної роботи на здобуття освітнього ступеня «Магістр»
за спеціальністю 131 «Прикладна механіка»

на тему:

«Проект цеху по виготовленню карданних валів з розробкою технології і виготовлення стержня шліцевого УЯИШ.715413.002 та втулки шліцевої 304142.002 з дослідженням передавальних відношень сил затиску захватних пристроїв роботів»

«The project of the shop for the manufacture of drive shafts with the development of the technology the manufacture of the spined rod UYASH 715413.002 and the spined sleeve UYASH 304142.002 with the study of the gear ratio of the clamping forces of the gripping devices of robots»

Виконавець: _____ ст. гр. ТМ-20М Яковлева І.С.

Керівник: _____ к.т.н., доц. Годунко М.О.

Рецензент: _____ / _____ /

Зав. каф. _____ к.т.н., доц. Гречка А.І.

Центральноукраїнський національний технічний університет

(повне найменування вищого навчального закладу)

Факультет Механіко-технологічний факультет

Кафедра кафедра «Машинобудування, мехатроніки і робототехніки»

Освітньо-кваліфікаційний рівень магістр

(шифр і назва)

Спеціальність 131 «Прикладна механіка»

(шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри, голова циклової комісії

“ ” 2021 року

З А В Д А Н Н Я НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ МАГІСТРУ

Яковлевій Ірині Сергіївні

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Проект цеху по виготовленню карданних валів з розробкою технології виготовлення стержня шліцевого УЯИШ 715413.002 та втулки шліцевої УЯИШ 304142.002 з дослідженням передавальних відношень сил затиску захватних пристроїв роботів

керівник роботи Годунко Максим Олегович, доц., канд. техн наук,

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

затверджені наказом вищого навчального закладу від “ ” 2021 року №

2. Строк подання студентом проекту (роботи)

3. Вихідні дані до роботи

3.1. Креслення деталей

3.2. Технічні вимоги на виготовлення деталі

3.3. Річна програма випуску деталі

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) 4.1 Загальна частина

4.2 Технологічна частина

4.3 Конструкторська частина

4.4 Дослідна частина

4.5 Організаційна частина

4.6 Економічна частина

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

5.1 Креслення заготовки - ; 5.2 Порівняльний аналіз технологічних процесів -

; 5.3 Затискний пристрій - ; 5.4 Контрольний пристрій - ; 5.5 Різальний інструмент - ; 5.7 План цеху - ; 5.8 Схеми механічної обробки - ; 5.9

Економічна частина - ; 5.10 Дослідна частина - . Всього: аркушів А1

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Економічна частина	к.е.н., доц. Журило І.В.		

7. Дата видачі завдання _____

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів магістерської роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Загальна частина	05.10.2021	
2	Технологічна частина	10.10.2021	
3	Конструкторська частина	17.10.2021	
4	Дослідна частина	24.10.2021	
5	Організаційна частина	07.11.2021	
6	Економічна частина	14.11.2021	
7	Розробка креслень	05.12.2021	
8	Розробка специфікацій	08.12.2021	
9	Комплект технологічної документації	10.12.2021	

Здобувач

_____ Яковлева І.С. _____
 (підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник проекту (роботи)

_____ Годунко М.О. _____
 (підпис) (прізвище та ініціали)

ЗМІСТ

стор.

Вступ.....	3
1. Загальна частина.....	4
1.1. Характеристика вузла та деталей, обраних для проектування технологічних процесів.....	4
1.2. Вибір режиму роботи цеху та організації виробництва.....	5
1.3. Характеристика виробничої програми.....	7
1.4. Визначення типу виробництва.....	8
2. Технологічна частина.....	12
2.1. Аналіз точності та технологічності деталей.....	12
2.2. Аналіз діючих технологічних процесів.....	17
2.3. Вибір заготовок та способу їх виготовлення.....	19
2.4. Вибір методів обробки поверхонь.....	22
2.5. Розробка маршрутів виготовлення деталей.....	24
2.6. Вибір технологічних баз.....	27
2.7. Розробка структури та змісту технологічних операцій, вибір металорізальних верстатів для їх здійснення.....	28
2.8. Вибір затискних пристроїв.....	35
2.9. Вибір різальних інструментів.....	37
2.10. Вибір вимірювальних пристроїв та інструментів.....	38
2.11. Визначення припусків та операційних розмірів деталей.....	40
2.12. Визначення режимів різання.....	44
2.13. Технічне нормування операцій.....	47
3. Конструкторська частина.....	50
3.1. Розрахунок та розробка конструкції затискного пристрою.....	50

					КР.ПМ.21.11.09.00.00.ПЗ							
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата								
Розроб.	Яковлева				Пояснювальна записка				Літ.	Аркуш	Аркушів	
Перевір.	Годунко										1	
									ЦНТУ Гр. ПМ(ТМ) 20-М			
Н контр.												
Затвер.												

3.1.1. Опис будови та роботи пристрою.....	50
3.1.2. Розрахунок пристрою на точність.....	51
3.1.3. Розрахунок сили затиску деталі.....	52
3.1.4. Розрахунок параметрів силового приводу.....	56
3.1.5. Розрахунок приводу на міцність слабкої ланки пристосування.....	56
3.2. Розробка конструкції контрольно – вимірювального пристрою.....	57
3.3. Розрахунок та розробка конструкції спеціального різального інструменту...	58
4. Дослідна частина.....	61
5. Організаційна частина.....	71
6. Економічна частина.....	96
Висновки.....	111
Література.....	112

Вступ

Розвиток науково – технічного прогресу в великій мірі залежить від стану сучасного машинобудування, основним напрямком якого є комплексна механізація і автоматизація виробничих процесів і кінцевою метою є підвищення продуктивності праці, постійне зростання якості виробів, зменшення витрат на виробництво при скороченні термінів проектування та технічної підготовки виробництва.

Основною ознакою сучасного машинобудування є його серійність та велика номенклатура виробів, тому переважна більшість всієї машинобудівної продукції виготовляється в умовах серійного виробництва, що обумовлює часте пере налагоджування технологічного обладнання, за обмежений термін, на випуск іншої продукції.

Для забезпечення ефективного функціонування швидко переналагоджуваного виробництва необхідно впроваджувати нові сучасні технології, нове технологічне обладнання побудоване на базі верстатів з ЧПУ.

Необхідно також вирішити проблему раціонального поєднання продуктивності праці та гнучкості виробництва.

Слід відмітити, що в умовах серійного виробництва, в сучасних умовах, першорядне значення повинно бути за технологією виробництва, а другорядне за побудовою технологічного обладнання для реалізації запропонованого технологічного процесу. Таким чином, повинен здійснюватися принцип – проектування технології виготовлення деталі з максимальним використанням сучасних верстатів з ЧПК.

Кваліфікаційна робота присвячена розробці технологічних процесів механічної обробки деталей стержень шліцьовий та втулка шліцьова з використанням верстатів з ЧПК та обґрунтуванням точності отримання розмірів.

					КР.ПМ.21.11.09.00.00.ПЗ	Арк.
						3
Зм	Арк	№ докум	Підпи	Дати		

1. Загальна частина.

1.1. Характеристика вузла та деталей, обраних для проектування технологічних процесів

Деталі, обрані для кваліфікаційної роботи, входять до складу рульового механізму сільськогосподарських передньоприводних машин.

Рульовий механізм перетворює обертання рульового колеса на поступальне переміщення тяг привода, які повертають керовані колеса та забезпечують цим поворот на заданий кут. Цей механізм, як правило, об'єднує в одному агрегаті такі механізми та деталі: гідро підсилювач, картер, глобоїдний черв'як, підшипники, сальники, рульова колонка, рульове колесо, карданний вал, корпус золотників та інші. Зазначені вузли та деталі конструктивно розміщуються та закріплюються на лонжероні та рамі машини.

Обертання від рульового колеса через вал руля, карданну передачу, втулку шліцьову та маточину передається на глобоїдний черв'як і далі на трьохребневий ролик закріплені в рульовому механізмі, а потім через рульові тяги на колеса.

До складу карданного валу ВРТ80 входять стержень шліцьовий, втулка шліцьова, фланець, карданний шарнір, палець та підшипники ковзання.

Стержень шліцьовий УЯИШ 715413.002 відноситься до деталей класу „вали” і призначений для передачі крутного моменту з карданного шарніру рульового валу, через палець який обертається в бронзових втулках, на вхідний вал рульового механізму. Деталь має просту конструктивну форму з перепадом діаметральних розмірів від Ø45 до Ø24 мм, тому заготовкою деталі є поковка. Дві поверхні: циліндрична Ø45 та шліцьова Ø44 є основними складальними базами. На циліндричну шийку Ø45 встановлюється підшипник і по цій поверхні деталь базується в корпусі, а на шліцьову поверхню деталі встановлюється шліцьова втулка. По поверхні Ø32 розташовується ущільнювач який, враховуючи розташування цієї поверхні на стержні, закривається кришкою з двох частин. На різьбову поверхню М24х1,5 нагвинчується корончата гайка, яка фіксує на

					КР.ПМ.21.11.09.00.00.ПЗ	Арк.
						4
Зм	Арк	№ докум	Підпи	Дати		

стержні шліцьовому втулку. Для запобігання само згвинчуванню гайки на різьбовій поверхні передбачено отвір Ø4 мм для встановлення шплінта. В два отвори Ø24мм встановлюються дві бронзові втулки, які виконують роль підшипників ковзання. В підшипниках вільно обертається палець, на який і передається крутний момент від карданного шарніру. В торці стержня виконано різьбовий отвір М8х1 для встановлення змащувача.

Аналізуючи креслення деталі можна відмітити, що всі розміри задані коректно та в достатній кількості і їх постановка виконана комбінованим способом. Враховуючи умови в яких працює стержень шліцьовий твердість основних робочих поверхонь повинна становити 230 - 286 НВ.

Втулка шліцьова УЯИШ 304142.002 відноситься до класу корпусних деталей, вона також має просту конструктивну форму, але враховуючи її габаритні розміри доцільною заготовкою для деталі є штамповка. Основною базовою поверхнею деталі є шліцьовий отвір і ним вона встановлюється на стержень шліцьовий. Великим торцем деталь з'єднується з фланцем рульового механізму, та через чотири різьбові отвори М10, болтами закріплюється. На фланці втулки знаходяться два отвори Ø8 в які встановлюються два направляючих штифта.

1.2. Вибір режиму роботи механічного цеху та форми організації виробництва

Вибір режиму роботи цеху полягає у визначенні змінності роботи його основних підрозділів, розрахунку різних фондів часу роботи робітників та технологічного обладнання.

Кількість робочих змін залежить від розміру виробничої програми, завантаження і універсальності діючого обладнання цеху.

В основному, машинобудівні підприємства працюють за двозмінним режимом роботи. Приймаємо двозмінну роботу для обладнання і однозмінну для робітників.

					КР.ПМ.21.11.09.00.00.ПЗ	Арк.
						5
Зм	Арк	№ докум	Підпи	Дати		

Дійсний річний фонд часу F_q виражає час, який може бути повністю використаний виробництвом. При розрахунку цього фонду часу вираховуються витрати пов'язані з:

- черговими відпустками;
- відпустками студентів;
- хворобою, у зв'язку з вагітністю та народженням дитини;
- скороченням робочих днів для підлітків;
- святковими днями, тощо.

Приймаємо:

- п'ятиденний робочий тиждень;
- кількість вихідних днів – 104;
- кількість святкових днів – 11;
- кількість днів скорочених на одну годину в передсвяткові дні – 6;
- тривалість зміни – 8 годин;
- тривалість зміни в передсвятковий день – 7 годин.

Кількість робочих днів за рік:

$$365 - (104 + 11) = 250;$$

Кількість робочих днів з повною довжиною робочої зміни:

$$250 - 6 = 244;$$

Номінальний річний фонд часу в годинах:

$$8 \times 244 = 1952;$$

$$7 \times 6 = 42;$$

Тоді: $1952 + 42 = 1994;$

Приймаємо для розрахунку 1994 год. – в одну зміну;

При роботі в дві зміни: $1994 \times 2 = 3988$ год.

Розрахунок дійсного річного фонду часу для обладнання та робочих місць наведено в таблиці 1.1.

					КР.ПМ.21.11.09.00.00.ПЗ	Арк.
						6
Зм	Арк	№ докум	Підпи	Дати		

Таблиця 1.1

Дійсний річний фонд часу для обладнання та робочих місць

Найменування	Змінність роботи	Номінальний фонд часу	Втрати від номінального фонду часу, %	Тривалість відпусток, днів	Дійсний річний фонд часу (год)
Верстати з ЧПК	2	3988	3	-	3870
Робочі місця без обладнання	2	3988	5	-	3790
Робітники	1	1994	1,5	24	1965

1.3 Характеристика виробничої програми

Характер, структура та зміст технологічних процесів механічної обробки заданих деталей залежить від організаційної форми виробництва та величини річної виробничої програми.

Виробнича програма – кількість деталей, які виготовляються в нормальних умовах на конкретному підприємстві за встановлений час в штуках.

Таблиця 1.2

По детальна річна програма цеху

Назва деталі	Маса одного виробу (кг)	Річна програма випуску	
		штук	тон
Стержень шліцьовий УЯИШ. 715413.002	1,144	15000	17160
Втулка шліцьова УЯИШ. 304142.002	0,835	15000	12525

1.4 Визначення типу виробництва

Тип виробництва характеризується коефіцієнтом закріплення операцій, який показує відношення всіх технологічних операцій, що виконуються протягом одного місяця до кількості робочих днів.

$$K_{з.о} = \frac{t_{\text{в}}}{T_{\text{шт.сер}}};$$

Звідки: - $t_{\text{в}}$ – такт випуску деталей;

- $T_{\text{шт.сер}}$ – середній штучний час операцій по заводському технологічному процесу, який можна визначити по формулі:

$$T_{\text{шт.сер}} = \frac{\sum_{i=1}^n T_{\text{шт}}(i)}{n}$$

Звідки: - $\sum_{i=1}^n T_{\text{шт}}(i)$ – сума штучних часів операцій заводського технологічного процесу;

- n – кількість операцій заводського технологічного процесу.

Такт випуску деталей можна визначити по формулі:

$$t_{\text{в}} = \frac{F_{\text{дро}} \times 60}{N};$$

Звідки: - $F_{\text{дро}}$ - дійсний річний фонд часу роботи обладнання;

- N – річна програма випуску деталей.

При двозмінному режимі роботи $F_{\text{дро}} = 3988$ год.

$$t_{\text{в}} = \frac{F_{\text{дро}} \times 60}{N} = \frac{3988 \times 60}{3000} = 79,76 \text{ хв.}$$

Штучний час виготовлення деталі за операціями заводського технологічного процесу наведено в таблиці 1.3

Таблиця 1.3

Штучний час на операції механічної обробки для Стержень шліцьовий
УЯИШ.715413.002, хв

Номер операції	Назва операції	Тшт	$\sum T_{шт}$
005	Фрезерно-центрувальна (МР-71М)	0,3528	74,5306
010	Токарна чорнова (чпк 16к20ф3)	10,5545	
015	Токарна чорнова (чпк 16к20ф3)	10,5125	
020	Токарна чистова (чпк 16к20ф3)	8,4596	
025	Токарна чистова (чпк 16к20ф3)	6,3257	
030	Свердлильна(2н135)	0,7025	
035	Свердлильна(2н125)	1,3545	
040	Свердлильна(2р125ф2)	3,4836	
045	Шліфувальна (3м151)	5,2234	
050	Шліцефрезерна (5А352ПФ2)	12,7831	
055	Шліфувальна (3м151)	6,3548	
060	Шліфувальна (3м151)	8,4536	

Визначаємо середній штучний час:

$$T_{шт.сер} = \frac{\sum_{i=1}^n T_{шт(i)}}{n} = \frac{74,5306}{12} = 6,2 \text{ хв}$$

Визначаємо $K_{3,0}$:

$$K_{3,0} = \frac{t_B}{T_{шт.сер}} = \frac{79,76}{6,2} = 12,9$$

Тип виробництва залежить від $K_{3,0}$ наведеного в таблиці 1.4

Таблиця 1.4

Тип виробництва в залежності від $K_{3,0}$

Значення $K_{3,0}$	Тип виробництва
Від 1 до 2 включно	Масове
Від 2 до 10 включно	Крупносерійне
Від 10 до 20 включно	Середньо серійне
Від 20 до 40 включно	дрібносерійне

Так як $K_{3,0}$ лежить в межах від 10 до 20, вибираємо середньосерійний тип виробництва.

Середньо серійний тип виробництва характеризується різноманітною номенклатурою продукції, властивим є виготовлення виробів серіями, які періодично повторюються. В середньо серійному типі виробництва використовуються універсальні верстати, універсальне та спеціальне спорядження. Виконується детальна розробка технологічних процесів. Обладнання розташоване за технологічною ознакою. Кваліфікація робітників 4 – 5 розряд.

Аналогічний розрахунок виконаємо для деталі Втулка шліцьова УЯИШ. 304142.002

Таблиця 1.5

Штучний час на операції механічної обробки для Втулка шліцьова
УЯИШ. 304142.002, хв

Номер операції	Назва операції	Тшт	$\sum$ Тшт
005	Токарна з ЧПК (16к20ф3)	10,3842	42,5876
010	Токарна з ЧПК (16к20ф3)	7,3491	
015	Свердлильна (2н135)	5,6542	
020	Свердлильна (2н135)	6,4837	
025	Свердлильна (2н135)	4,3597	
030	Протяжна	8,3567	

Визначаємо середній штучний час:

$$T_{\text{шт. сер}} = \frac{\sum_{i=1}^n T_{\text{шт}}(i)}{n} = \frac{34,2309}{5} = 6,8 \text{ хв}$$

Визначаємо $K_{3.0}$:

$$K_{3.0} = \frac{t_B}{T_{шт.сер}} = \frac{79,76}{6,8} = 11,7$$

Тип виробництва залежить від $K_{3.0}$ наведеного в таблиці 1.4

Так як $K_{3,0}$ лежить в межах від 10 до 20, вибираємо середньосерійний тип виробництва.

Середньо серійний тип виробництва характеризується різноманітною номенклатурою продукції, властивим є виготовлення виробів серіями, які періодично повторюються. В середньо серійному типі виробництва використовуються універсальні верстати, універсальне та спеціальне спорядження. Виконується детальна розробка технологічних процесів. Обладнання розташоване за технологічною ознакою. Кваліфікація робітників 4 – 5 розряд.

[4,7,8]

2. Технологічна частина

2.1 Аналіз точності та технологічності деталей

Аналіз точності параметрів заданих деталей виконується з метою їх оцінки вимогам механічної обробки та відповідності діючим стандартам та службовому призначенню.

Точність механічної обробки характеризується параметрами точності розмірів, геометричної форми та відносних поворотів поверхонь деталі, а також їх шорсткістю. Параметри точності визначаються відхиленням дійсних розмірів поверхонь деталі від заданих робочим кресленням.

З метою виконання аналізу точності поверхонь деталей необхідно виконати ескізи деталей з нумерацією всіх оброблюємих поверхонь, а висновки по точності параметрів занести до таблиці.

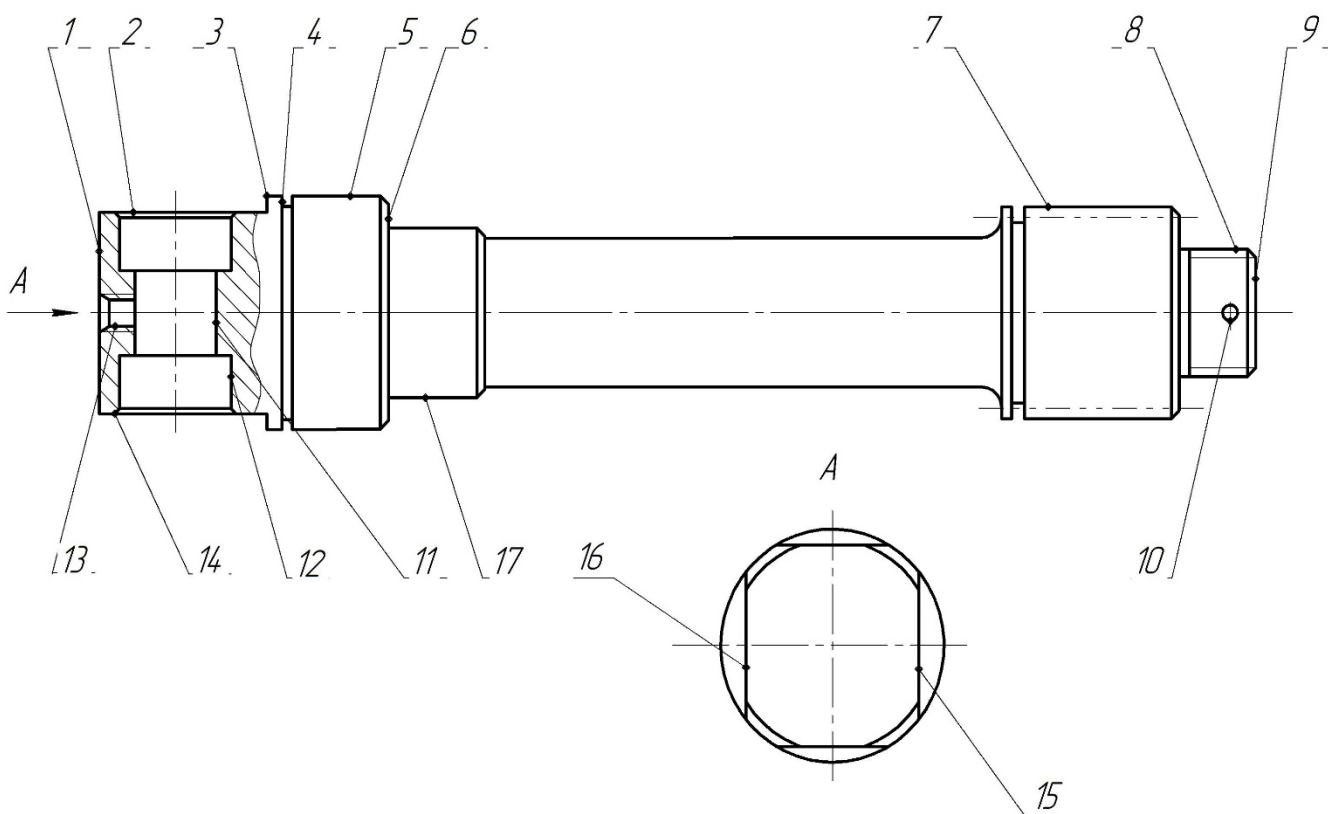
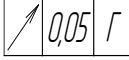


Рис. 2.1 Ескіз деталі стержень шліцьовий з нумерацією оброблюваних поверхонь

					КР.ПМ.21.11.09.00.00.ПЗ		Арк.
Зм	Арк	№ докум	Підпи	Дати			12

Таблиця 2.1

Характеристика параметрів поверхонь деталі стержень шліцьовий

Номер поверхні	Найменування поверхні	Розмір з відхиленням, мм	Квалітет точності	Точність		Шорсткість, Ra
				Відносних поворотів	P-ми	
1,9	Торець	$322 \pm_{0,75}$	$\pm \frac{IT14}{2}$	-	-	12,5
2,14	Площина	$34_{-0,1}$	h10	-	-	6,3
3	Циліндрична поверхня	$\varnothing 45_{-0,62}$	h14	-	-	12,5
4,15	Канавка	$\varnothing 41_{-0,62}^{2,5+0,3}$	h14	-	-	12,5
5	Цапфа	$\varnothing 45_{+0,002}^{+0,018}$	к6		-	0,8
6	Торець	$60 \pm_{0,37}$	$\pm \frac{IT14}{2}$	-	-	12,5
8	Шліцьова поверхня	$\varnothing 44_{-0,069}^{-0,03}$ $\varnothing 36_{-1,6}$ $\varnothing 6 \pm_{0,001}$	e8 h14		-	1,6
10	Різьбова поверхня	M24x1,5	6g	-	-	3,2
11	Отвір	$\varnothing 4_{+0,2}$	H12	-	-	6,3
12	Отвір	$\varnothing 17_{+0,11}$	H11	-	-	12,5
13	Отвір	$\varnothing 24_{12+0,5}^{+0,021}$	H7	-	-	1,6
15,16	Різьбовий отвір	M10x1	H7	-	-	3,2
17	Шийка	$30_{-0,4}$	h14	-	-	12,5
	Лиска	$\varnothing 32_{-0,1}$	h10	-	-	1,6

Аналізуючи параметри точності деталі стержень шліцьовий можна відмітити, що розміри всіх поверхонь задано коректно та в достатній кількості. Точність розмірів та шорсткість поверхонь технологічно взаємозв'язані. Більшість розмірів деталі задані по 14 квалітету, два по 6 і 8 квалітетах точності,

що відповідає службовому призначенню цих поверхонь. Так на поверхню 5 встановлюється підшипник і ця поверхня є базовою при складанні збірної одиниці тому і шорсткість цієї поверхні $Ra\ 0,8$, а також допуск радіального биття відносно вісі деталі не повинен перевищувати $0,05\text{ мм}$. Так як одними з основних робочих поверхонь стержня є шліцьова 7 та два отвори 12 то точність їх розмірів задана, відповідно, по 8 і 7 квалітету з шорсткістю $Ra\ 1,6$ тому, що поверхнею 2 стержень входить в отвір шліцьової втулки, а в два отвори, по посадці з натягом встановлюються бронзові втулки, і не співвісність цих отворів відносно загальної вісі не більше $0,08\text{ мм}$. Точність розміру двох площин, поверхні 2, 14 задано по 10 квалітету, з шорсткістю $Ra\ 6,3$ і непаралельність цих двох поверхонь не більше $0,1\text{ мм}$ – відносно цих двох поверхонь обертається вилка кардану.

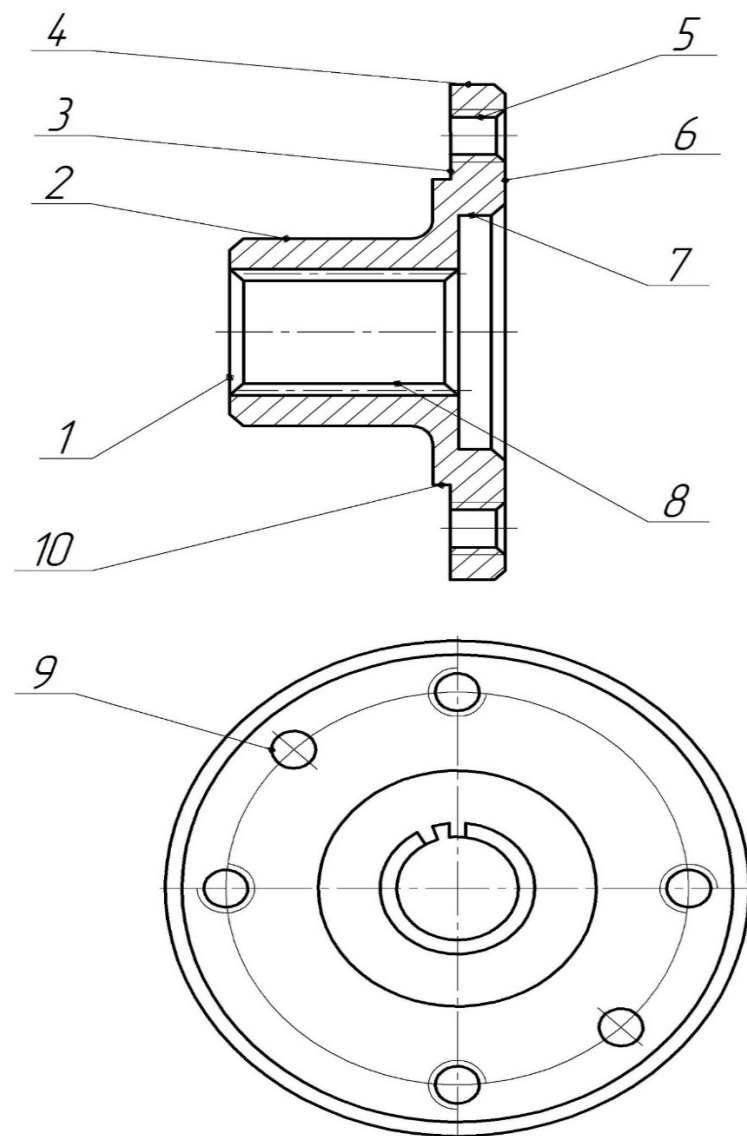


Рис. 2.2 Ескіз деталі втулка шліцьова з нумерацією оброблюваних поверхонь

Таблиця 2.2

Характеристика параметрів поверхонь деталі втулка шліцьова

Номер поверхні	Найменування поверхні	Розмір з відхиленням, мм	Квалітет точності	Точність		Шорсткість, Ra
				Відносних поворотів	Р-ми	
1,6	Торець	$50_{\pm 0,31}$	$\pm \frac{IT14}{2}$		-	12,5
2	Циліндрична поверхня	$\varnothing 54_{-0,62}$	h14	-	-	3,2
3	Торець фланцю	$12_{-0,43}$	h14	-	-	6,3
4	Циліндрична поверхня	$\varnothing 120_{-0,87}$	h14	-	-	6,3
5	Різьбовий отвір	M10	7H		-	12,5
7	Виточка	$\varnothing 62^{+0,19}_{10^{+0,5}}$	H11	-	-	3,2
8	Шліцьовий отвір	$\varnothing 33^{+0,1}$ $\varnothing 6,212_{\pm 0,002}$	H10 Js6	-	-	6,3 1,6
9	Отвір	$\varnothing 8^{+0,022}$	H8	-	-	1,6
10	Виточка	$\varnothing 80_{-0,74}^{+0,5}$	h14	-	-	12,5

Аналіз параметрів точності деталі втулка шліцьова показує, що тільки до двох поверхонь висуваються підвищені вимоги по точності та шорсткості – точність розмірів задана по 6, 8 та 10 квалітетах, а шорсткість становить Ra 1,6 це обумовлено службовим призначенням цих поверхонь: по шліцьовій поверхні деталь базується на стержні шліцьовому, а в два отвори встановлюються направляючі штифти. Торцеве биття поверхні 6 (торець) відносно поверхні шліцьового отвору не повинно перевищувати 0,4 мм, ця похибка впливає на точність з'єднання торцю втулки з фланцем рульового механізму. Розміри інших поверхонь задані по 14 квалітету точності, що відповідає їх призначенню.

Всі розміри, їх відхилення та висунуті вимоги до поверхонь відповідають функціональному та службовому призначенню поверхонь деталі, а також діючим стандартам і умовам експлуатації. Але для можливості обробки деталі на верстатах з ЧПУ необхідно узгодити постановку розмірів поверхонь деталі з системою координат верстата.

Таким чином порівнюючи задані деталі (стержень шліцьовий та втулка шліцьова) слід зробити висновок, що за параметрами точності ці деталі приблизно рівнозначні – кожна деталь має 2-3 високоточні поверхні, інші поверхні менш відповідальні.

На характер технологічних процесів обробки деталей впливає технологічність їх конструкцій. Технологічність конструкції деталей повинна забезпечити широке застосування стандартних інструментів та пристроїв, вимагати мінімального об'єму механічної обробки, зменшення кількості технологічних операцій, переходів.

Стержень шліцьовий УЯИШ.715413.002

Деталь відноситься до технологічного класу „тіл обертання”. З точки зору механічної обробки деталь технологічна. Вона має досить просту форму, зручні базові поверхні (центрові отвори), а також вільний доступ різального і вимірювального інструментів до кожної поверхні, що оброблюється. Конструкція деталі дозволяє при токарній обробці поверхонь використовувати високопродуктивний токарний верстат з ЧПК, це дасть можливість обробити всі поверхні за одну установку використовуючи як праві так і ліві різці. Стержень відноситься до не жорстких деталей, тому що відношення $L/D=322/28=11,5$ що більше 10 і ця обставина є негативною, але так як поверхня $\varnothing 28$ не підлягає механічній обробці, а точіння виконується на відстані 55 і 82 мм від двох торців, тому під час виконання токарної обробки цю обставину не слід враховувати при виборі режимів різання. Точність поверхонь та шорсткість технологічно взаємозв'язані, за виключенням $\varnothing 32$ – точність розміру задано по 10 квалітету, а шорсткість $Ra1,6$, це пояснюється тим, що по цій поверхні працюють гумові

					КР.ПМ.21.11.09.00.00.ПЗ	Арк.
Зм	Арк	№ докум	Підпи	Дати		16

ущільнювачі. В конструкції деталі передбачено технологічну канавку для виходу різального інструменту при кінцевій обробці поверхні Ø45к6. Але на поверхні М24х1,5 технологічна канавка відсутня, це пояснюється необхідністю підвищити міцність стержня.

До нетехнологічних поверхонь слід віднести шліцьову:

- отримання шліцьової поверхні виконується малопродуктивним методом.

Втулка шліцьова УЯИШ.304142.002

З точки зору механічної обробки деталь технологічна. Вона має зручні базові поверхні для закріплення деталі при виконанні механічної обробки. Конструкція деталі дозволяє використовувати, при токарній обробці поверхонь, токарний верстат з ЧПУ, а при отриманні циліндричних та різьбових отворів свердлувальний верстат з ЧПУ. До всіх оброблюваних поверхонь є вільний доступ різального і вимірювального інструментів і майже всі вони оброблюються на прохід.

Заготовкою деталі є штамповка, що дозволяє отримати заготовку яка за формою та розмірами близька до деталі, тому одна поверхня не підлягає механічній обробці, а її точність забезпечується точністю отримання заготовки.

До нетехнологічних поверхонь деталі слід віднести внутрішню циліндричну поверхню Ø62 – розточування виконується не на прохід, що в деякій мірі ускладнює обробку.

[5, 8, 11, 12, 26]

2.2 Аналіз діючих технологічних процесів

Аналіз діючих технологічних процесів механічної обробки деталей стержень шліцьовий та втулка шліцьова виконується з метою виявлення їх відповідності вимогам сучасної технології машинобудування, визначення відхилень та недоліків, а також розробці рекомендацій по їх реалізації.

					КР.ПМ.21.11.09.00.00.ПЗ	Арк.
						17
Зм	Арк	№ докум	Підпи	Дати		

Аналізуючи базові технологічні процеси заданих деталей можна відмітити, що вони забезпечують виготовлення деталей в повній відповідності з заданими вимогами, що до точності, продуктивності та собівартості.

До недоліків базових технологічних процесів слід віднести те, що в них використовуються застарілі верстати з ЧПК і універсальні верстати, що не відповідає вимогам сучасної технології виробництва деталей і не дозволяє забезпечити високу продуктивність та точність механічної обробки.

Стержень шліцьовий УЯИШ 715413.002

Базовий технологічний процес механічної обробки валу складається з 12 операцій механічної обробки, при виконанні яких використовуються верстати напівавтомати, універсальні та з ЧПК. На першій операції – фрезерно-центрувальній на н/а МР-71М оброблюються технологічні бази для наступних операцій. При чорновій та чистовій токарній обробці зовнішніх циліндричних поверхонь використовуються токарні верстати з ЧПК 16К20Ф3. Фрезерування двох площин виконується на вертикально-фрезерному верстаті 6Р10. На свердлильних верстатах 2Н135, 2Н125 та 2Р125Ф2 оброблюються отвори та нарізується різьба. І при кінцевій обробці шліфувальні верстати 3М151. Таким чином при обробці деталь постійно переустановлюється, що впливає на точність обробки та точність взаємного розташування поверхонь.

Пропонується в базовий технологічний процес внести ряд змін:

- скоротити кількість операцій механічної обробки за рахунок більш широкого використання сучасних верстатів з ЧПК. Токарну обробку всіх поверхонь та нарізання різьби виконати на одній операції використав токарний верстат з ЧПУ 16А20Ф3С49, який за своїми технічними характеристиками подібний до верстатів класу НААС, але вартість його значно менша. Фрезерування площин та обробку трьох отворів виконати на двох операціях – фрезерних з ЧПК, а при шліфуванні використати шліфувальний верстат з ЧПК 3М151Ф2 це дозволить скоротити кількість операцій до 8, скоротити виробничу площу,

					КР.ПМ.21.11.09.00.00.ПЗ	Арк.
						18
Зм	Арк	№ докум	Підпи	Дати		

зменшити кількість транспортних операцій, зменшити кількість робітників і підвищити точність обробки.

Втулка шліцева УЯИШ 304142.002

Базовий технологічний процес механічної обробки деталі втулка шліцева складається з 5 операцій механічної обробки. На цих операціях використовуються два токарні верстати з ЧПК 16К20Ф3 для виконання токарної обробки поверхонь, та свердлильні верстати 2Н135 для отримання циліндричних та різьбових отворів.

Враховуючи тип виробництва та для підвищення точності обробки поверхонь деталі пропонується токарну обробку поверхонь виконувати також на двох операціях з використанням токарних верстатів з ЧПК, але замінити їх на більш сучасні. І замінити два свердлувальні верстати 2Н135 на верстат з ЧПУ 2Р 135Ф2 цим ми зменшуємо кількість операцій до 4.

Висновок: діючи на базовому підприємстві технологічні процеси механічної обробки заданих деталей в умовах серійного виробництва не забезпечують необхідну продуктивність та гнучкість виробництва. Тому слід використати сучасні програмно – керуємі швидко переналагоджувані верстати з ЧПУ.

2.3 Вибір заготовок та способу їх виготовлення

Аналіз службового призначення заданих деталей, а також умов їх експлуатації та конструктивних форм визначають матеріал для їх виготовлення.

Згідно з вихідними даними базових технологічних процесів та практичного досвіду проектування і експлуатації сільськогосподарських машин для виготовлення стержня шліцевого використати леговану конструкційну сталь сталь 40ХНА ГОСТ 4543-71; для деталі втулка шліцева легована сталь 45Х ГОСТ 1050-74. характеристики хімічного складу та механічних властивостей матеріалів наведені в таблицях.

					КР.ПМ.21.11.09.00.00.ПЗ	Арк.
						19
Зм	Арк	№ докум	Підпи	Дати		

Таблиця 2.3

Хімічний склад матеріалу, %

Марка матеріалу	Вміст елементу в %							
	C	Si	Mn	S	P	Ni	Cr	Mo
Сталь 40ХНА	0,4	0,4	0,7	0,02	0,02	1,8	0,75	0,7
Сталь 45Х	0,4-0,5	0,3	0,5-0,8	0,045	0,045	0,3	0,7	-

Таблиця 2.4

Механічні властивості матеріалу заготовок.

Марка Матеріалу	σ_T , кг/мм ²	σ_B , кг/мм ²	δ_t , %	a_n , кг/см ²	НВ
Сталь 40ХНА	60	70	23	9	255
Сталь 45Х	36	61	16	5	250

Легована конструкційна сталь 40ХН використовується для виготовлення зубчастих коліс, шліцьових валів, шпонок, черв'яків, та інших деталей які працюють при невисоких швидкостях і передають крутний момент та навантажені згинаючими моментами. Буква А в кінці марки вказує, що сталь високоякісна.

Легована сталь 45Х використовується при виготовленні деталей, які працюють при середніх швидкостях, питомих тисках і ударних навантаженнях – вали, зубчасті колеса, фланці, маточини.

Після визначення матеріалів заданих деталей обираємо методи отримання заготовок, що здійснюється з врахуванням їх конструктивних форм, службового призначення та фізико – хімічних властивостей їх матеріалів, а також типу виробництва.

На підставі аналізу методу отримання заготовок на базовому підприємстві, а також літературних джерел, що до методів отримання заготовок для виготовлення деталей аналогічних конструктивних форм та призначення обираємо метод отримання заготовок для стержня шліцевого та втулки шліцевої – штамповка на ГKM.

Визначаємо вартість заготовки для деталі стержень шліцевий. Розглянемо два методи отримання заготовки: штамповка на ГKM і прокат.

За базовим технологічним процесом заготовка отримується на ГKM і її вартість визначається:

$$S_{\text{ЗАГ}} = \left(\frac{C_i}{100} \cdot Q \cdot R_T \cdot R_C \cdot R_B \cdot R_M \cdot R_{\Pi} \right) - (Q - q) \cdot \frac{S_{\text{ВІДХ.}}}{100}; \text{грн}$$

де: C_i – базова вартість 1т заготовок;

R_T ; R_M ; R_{Π} – коефіцієнти – від класу точності, групи складності, маси, марки матеріалу і об'єму виробництва;

Q – маса заготовки;

q – маса деталі.

$$S_{\text{ЗАГ}} = \left(\frac{43810}{100} \cdot 1,6 \cdot 1,2 \cdot 1,1 \cdot 1,2 \cdot 1,3 \cdot 1,1 \right) - (1,6 - 1,144) \cdot \frac{0,456}{100} = 7,32; \text{грн}$$

Таблиця 2.5

Припуски на обробку деталі стержень шліцевий

Назва поверхні	Загальний припуск	Допуск на розмір заготовки	Розмір заготовки
Торці $322 \pm 0,75$	5	1,5	$327 \pm 0,7$
Циліндрична поверхня $\varnothing 45^{+0,018}_{+0,002}$	6	0,7	$\varnothing 51 \pm 0,35$
Циліндрична поверхня $\varnothing 44^{-0,03}_{-0,069}$	6	0,7	$\varnothing 50 \pm 0,35$
Циліндрична поверхня $\varnothing 32_{-0,1}$	6	0,7	$\varnothing 38 \pm 0,35$
Циліндрична поверхня $\varnothing 35_{-0,1}$	6	0,7	$\varnothing 41 \pm 0,35$

За базовим технологічним процесом заготовка отримується на ГKM і її вартість визначається:

$$S_{\text{ЗАГ}} = \left(\frac{C_i}{100} \cdot Q \cdot R_T \cdot R_C \cdot R_B \cdot R_M \cdot R_{\Pi} \right) - (Q - q) \cdot \frac{S_{\text{ВІДХ.}}}{100}; \text{ грн}$$

де: C_i – базова вартість 1т заготовок;

R_T ; R_M ; R_{Π} – коефіцієнти – від класу точності, групи складності, маси, марки матеріалу і об'єму виробництва;

Q – маса заготовки;

q – маса деталі.

$$S_{\text{ЗАГ}} = \left(\frac{46570}{100} \cdot 1,5 \cdot 1,3 \cdot 1,2 \cdot 1,1 \cdot 1,3 \cdot 1,1 \right) - (1,5 - 0,835) \cdot \frac{0,665}{100} = 11,35; \text{ грн}$$

Таблиця 2.6

Припуски на обробку деталі втулка шліцьова

Назва поверхні	Загальний припуск	Допуск на розмір заготовки	Розмір заготовки
Торці $50_{\pm 0,31}$	5	1,5	$55_{\pm 0,7}$
Циліндрична поверхня $\varnothing 54_{-0,62}$	6	0,7	$\varnothing 60_{\pm 0,35}$
Торець фланцю $16_{-0,43}$	3	0,7	$19_{\pm 0,35}$
Отвір $\varnothing 33^{+0,1}$	6	0,7	$\varnothing 27_{\pm 0,35}$
Отвір $\varnothing 8^{+0,022}$	3	0,7	$\varnothing 5_{\pm 0,35}$
Виточка $\varnothing 62^{+0,19}_{10^{+0,5}}$	6	0,7	$\varnothing 56_{\pm 0,35}$
Циліндрична поверхня $\varnothing 120_{-0,87}$	6	0,7	$\varnothing 126_{\pm 0,35}$

[2,7,8,25]

2.4 Вибір методів обробки поверхонь

Методи та маршрути обробки поверхонь слід визначати виходячи з вимог, щодо точності та якості готової деталі для найкоротшого та найвигіднішого шляху забезпечити задані параметри деталі. При визначенні методу обробки слід прагнути до того, щоб одним і тим же методом мати можливість обробки,

якнайбільшої кількості поверхонь, що дає можливість розробити технологічні операції з максимальним суміщенням обробки окремих поверхонь.

Задання точність і якість поверхонь деталі може бути досягнута різними комплексами технологічних методів обробки.

На підставі розрахунку визначається оптимальний варіант маршрутів обробки поверхонь деталей.

Будуємо маршрут обробки для поверхні деталі стержень шліцьовий.

Таблиця 2.7

Методи завершальної обробки деталі стержень шліцьовий

Назва поверхні	Розмір поля допуску, квалітет, граничні відхилення	Допуск мм	Шорсткість Ra, мкм	Методи завершальної обробки			Економічна точність, мм.
				За точністю	За Шорсткістю	Прийнятий	
Торець	322±0,75	1,5	12,5	Точіння чистове	Точіння чистове	Точіння чистове	0,3
Площина	34-0,1	0,1	6,3	Фрезерування чистове	Фрезерування чистове	Фрезерування чистове	0,3
Циліндрична поверхня	Ø45-0,62	0,62	12,5	Точіння чистове	Точіння чистове	Точіння чистове	0,3
Канавка	Ø41-0,62 2,5+0,3	0,62 0,3	12,5	Точіння чистове	Точіння чистове	Точіння чистове	0,11
Цапфа	Ø45 ^{+0,018} _{+0,002}	0,016	0,8	Шліфування	Шліфування	Шліфування	0,11
Торець	60±0,37	0,74	12,5	Точіння чистове	Точіння чистове	Точіння чистове	0,3
Шліцьова поверхня	Ø44 ^{-0,03} _{-0,069} Ø36,6-1,6 Ø6±0,001	0,066 1,6 0,002	1,6	Фрезерування	Фрезерування	Фрезерування	0,3
Різьбова поверхня	M24x1,5		3,2	Нарізання різби	Нарізання різби	Нарізання різби	7Н
Отвір	Ø4 ^{+0,2}	0,2	6,3	Свердління	Свердління	Свердління	0,3
Отвір	Ø17 ^{+0,11}	0,11	12,5	Розвертання	Свердління	Розвертання	0,011
Отвір	Ø24 ^{+0,021} 12 ^{+0,5}	0,021 0,5	1,6	Свердління	Свердління	Свердління	0,3
Різьбовий отвір	M10x1		3,2	Нарізання різби	Нарізання різби	Нарізання різби	7Н
Шийка	30-0,4	0,4	12,5	Точіння чистове	Точіння чистове	Точіння чистове	0,11
Лиска	Ø32-0,1	0,1	1,6	Шліфування	Шліфування	Шліфування	0,11

Будуємо маршрут обробки для поверхні деталі втулка шліцьова.

Таблиця 2.8

Методи завершальної обробки деталі втулка шліцьова

Найменування поверхні	Розмір поля допуску, квалітет, граничні відхилення	Допуск мм	Шорсткість Ra, мкм	Методи завершальної обробки			Економічна точність, мм.
				За точністю	За Шорсткістю	Прийнятий	
Торець	$50 \pm_{0,31}$	0,62	12,5	Точіння чистове	Точіння чистове	Точіння чистове	0,3
Циліндрична поверхня	$\varnothing 54_{-0,62}$	0,62	3,2	Точіння чистове	Точіння чистове	Точіння чистове	0,3
Торець фланцю	$12_{-0,43}$	0,43	6,3	Точіння чистове	Точіння чистове	Точіння чистове	0,3
Циліндрична поверхня	$\varnothing 120_{-0,87}$	0,87	6,3	Точіння чистове	Точіння чистове	Точіння чистове	0,3
Різбовий отвір	M10		12,5	Нарізання різби	Нарізання різби	Нарізання різби	7H
Виточка	$\varnothing 62^{+0,19}_{10^{+0,5}}$	0,19 0,5	3,2	Точіння чистове	Точіння чистове	Точіння чистове	0,3
Шліцьовий отвір	$\varnothing 33^{+0,1}_{\varnothing 6,212 \pm 0,002}$	0,1 0,004	6,3 1,6	Протягування	Протягування	Протягування	0,11
Отвір	$\varnothing 8^{+0,022}$	0,022	1,6	Розвертання	Розвертання	Розвертання	0,11
Виточка	$\varnothing 80_{-0,74}_{4^{+0,5}}$	0,74 0,5	12,5	Точіння чистове	Точіння чистове	Точіння чистове	0,3

[6,27,28]

2.5 Розробка маршрутів виготовлення деталей

На підставі вибраних оптимальних маршрутів обробки окремих поверхонь розроблюємо маршрути обробки заданих деталей.

Стержень шліцьовий:

005 Токарна з ЧПК

Підрізати торець 1, точити поверхню 3 начорно.

					КР.ПМ.21.11.09.00.00.ПЗ	Арк.
						24
Зм	Арк	№ докум	Підпи	Дати		

Перевстановити деталь.

Підрізати торець 9, точити поверхні 5-8, 17, 18 начорно.

010 Токарна з ЧПК

Точити послідовно п'ять поверхонь деталі начисто та чотири фаски.

Точити послідовно дві канавки.

Нарізати різьбу.

015 Фрезерна

Фрезерувати послідовно дві лиски.

Свердлити отвір.

Розсверлити отвір.

Занкерувати отвір.

Зенкувати фаску.

Розвернути отвір.

020 Фрезерна

Фрезерувати послідовно дві лиски.

025 Круглошліфувальна

Шліфувати поверхню 5 попередньо (база під фрезерування шліців).

030 Шліцефрезерна

Фрезерувати шліцеву поверхню

035 Круглошліфувальна

Шліфувати поверхню 5

040 Круглошліфувальна

Шліфувати поверхню 17.

045 Мийна

Машина мийна

Мити деталь

050 Контрольна

Контролювати розміри деталі згідно креслення.

					КР.ПМ.21.11.09.00.00.ПЗ	Арк.
						25
Зм	Арк	№ докум	Підпи	Дати		

Втулка шліцева:

005 Токарна

Точити зовнішні циліндричні поверхні начорно.

Точити зовнішні циліндричні поверхні начисто.

Точити фаски.

Сверлити центровий отвір.

Сверлити отвір.

Розточити отвір.

Зняти фаски.

010 Токарна

Точити зовнішні циліндричні поверхні начорно.

Точити зовнішні циліндричні поверхні начисто.

Точити фаски.

Розточити отвір.

Зняти фаски.

015 Свердлильна

Сверлити два центрові отвори.

Сверлити 2 отвори 9.

020 Свердлильна

Сверлити 4 центрові отвори.

Сверлити два отвори 5.

Нарізати різьбу.

025 Протяжна

Протягнути шліцевий отвір.

030 Мийна

Мийна машина

Мити деталь.

035 Контрольна

Контролювати розміри деталі згідно креслення.

2.6 Вибір технологічних баз

Призначення технологічних баз є одним із найскладніших та принципових етапів проектування технологічних процесів.

Від правильного вибору значною мірою залежить:

- Забезпечення взаємного розташування поверхонь;
- Рівень складності затискувальних пристроїв;
- Загальна продуктивність обробки.

Вибір технологічних баз необхідно починати з першої операції, мета якої підготувати базові поверхні для наступних операцій.

Розробка маршруту обробки деталей та вибір баз виконується паралельно. Під час вибору баз необхідно забезпечити принцип єдності баз. Вибрані технологічні бази наведено в таблицях.

Таблиця 2.7

Вибрані технологічні бази для деталі втулка шліцьова

Номер та назва операції	Модель верстату	Технологічні бази	Число відібраних ступенів свободи
005 Токарна	Токарний з ЧПК 16A20Ф3С49	Зовнішня циліндрична поверхня, торець	6
010 Токарна	Токарний з ЧПК 16A20Ф3С49	Зовнішня циліндрична поверхня, торець	6
015 Свердлильна	Свердлильний з ЧПК 2Р135Ф2	Зовнішня циліндрична поверхня, торець	6
020 Свердлильна	Свердлильний з ЧПК 2Р135Ф2	Зовнішня циліндрична поверхня, торець	6
025 Протяжна	Горизонтально-протягувальний 5А540	Зовнішня циліндрична поверхня, торець	6

Вибрані технологічні бази для деталі стержень шліцьовий

Номер та назва операції	Модель верстату	Технологічні бази	Число відібраних ступенів свободи
005 Токарна	Токарний з ЧПК 16A20Ф3С49	Зовнішня циліндрична поверхня, торець	6
010 Токарна	Токарний з ЧПК 16A20Ф3С49	Зовнішня циліндрична поверхня, торець	6
015 Фрезерна	Фрезерний з ЧПК 6P11МФ3-1	Зовнішня циліндрична поверхня, торець	6
020 Фрезерна	Фрезерний з ЧПК 6P11МФ3-1	Зовнішня циліндрична поверхня, торець	6
025 Круглошліфувальна	Шліфувальний з ЧПК 3М151Ф2	Зовнішня циліндрична поверхня, торець	6
030 Шліцефрезерна	Шліцефрезерний 5A352ПФ2	Торець	6
035 Круглошліфувальна	Шліфувальний з ЧПК 3М151Ф2	Зовнішня циліндрична поверхня, торець	6
040 Круглошліфувальна	Шліфувальний з ЧПК 3М151Ф2	Зовнішня циліндрична поверхня, торець	6

[14]

2.7 Розробка структури та змісту технологічних операцій, вибір металорізальних верстатів для їх здійснення

На підставі розроблених технологічних маршрутів обробки заданих деталей розробляємо структуру та зміст кожної операції.

Для реалізації розроблених технологічних процесів механічної обробки деталей вибираємо технологічне обладнання. Вибір металорізальних верстатів

здійснюється з урахуванням структури та змісту операцій, методів обробки та типу виробництва.

Запропонований варіант технологічного процесу відрізняється технологічним обладнанням, структурою та змістом технологічних операцій.

Проектування технологічного процесу механічної обробки заданих деталей було виконано на підставі базових технологічних процесів, визначення умов відповідності сучасним вимогам та можливостям виробництва, а також можливості його модернізації.

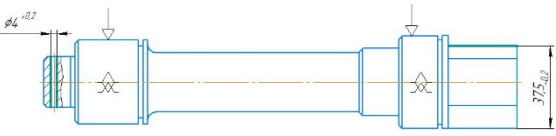
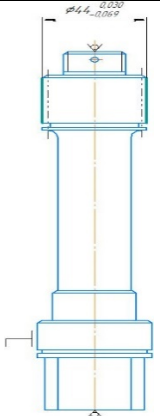
Запропонований технологічний процес для деталі стержень шліцевий наведено в таблиці 2.9, а для деталі втулка шліцева 2.10.

Таблиця 2.9.

Запропонований технологічний процес для деталі стержень шліцевий

Номер та найменування операції	Найменування та модель верстату	Операційний ескіз та схема базування	Зміст операції
1	2	3	4
005 Токарна з ЧПК	Токарний з ЧПК 16A20Ф3С49		1. Встановити заготовку 2. Підрізати торець 3. Центрувати торець 4. Сверлити отвір 5. Нарізати різьбу
			6. Піджати центром 7. Точити діаметри
			8. Перевстановити деталь 9. Підрізати торець 10. Центрувати торець

1	2	3	4
			11.Піджати центром 12.Точити діаметри 13.Зняти деталь
010 Токарна з ЧПК	Токарний з ЧПК 16A20ФЗС49		1.Встановити деталь 2.Точити по контуру 3.Точити канавки 4.Нарізати різьбу 5.Зняти деталь
015 Фрезерна	Фрезерний 6P11МФЗ-1		1.Встановити деталь 2.Фрезерувати площину 3.Центрувати отвір 4.Сверлити отвір 5.Розгорнути отвір 6.Зенкерувати отвір 7.Зенкувати фаску
			8.Повернути деталь на 180 9.Фрезерувати площину 10.Розвернути отвір 11.Зенкерувати отвір 12.Зенкувати фаску 13.Зняти деталь

1	2	3	4
020 Фрезерна	Фрезерний 6P11MФ3-1		1.Встановити деталь 2.Фрезерувати площину 3.Сверлити отвір
			4.Повернути деталь на 180 5.Фрезерувати площину 6.Зняти деталь
025 Круглошліфувальна	Круглошліфувальний 3M151Ф2		1.Встановити деталь 2.Шліфувати діаметр 3.Зняти деталь
030 Шліцефрезерна	Шліцефрезерний 5A352ПФ2		1.Встановити деталь 2.Нарізати шліци 3.Зняти деталь
035 Круглошліфувальна	Круглошліфувальний 3M151Ф2		1.Встановити деталь 2.Шліфувати діаметр 3.Зняти деталь
040 Круглошліфувальна	Круглошліфувальний 3M151Ф2		1.Встановити деталь 2.Шліфувати діаметр 3.Зняти деталь
045 Мийна	Мийна машина	-	Мити деталі
050 Контрольна	Стіл контрольний	-	Контролювати розміри деталі згідно креслення.

Таблиця 2.10.

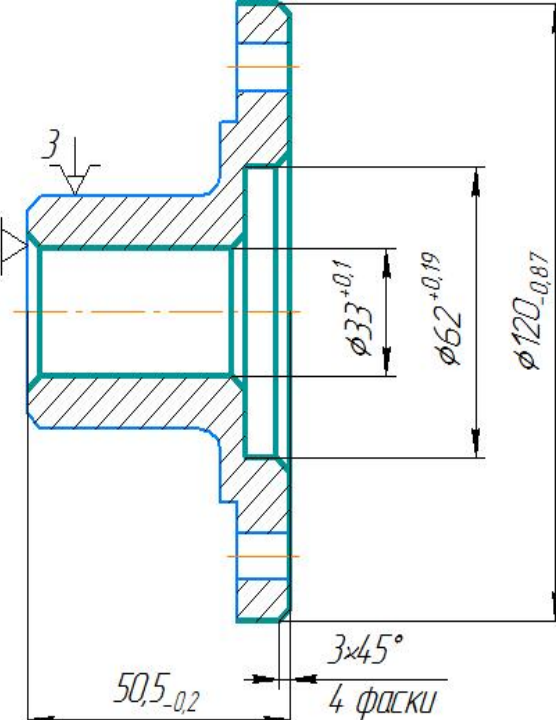
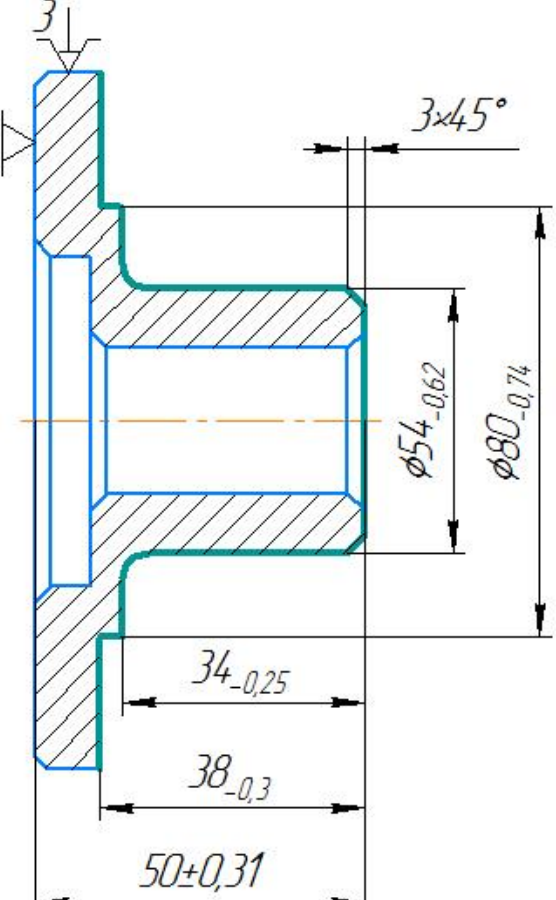
Запропонований технологічний процес для деталі втулка шліцьова

Номер та найменування операції	Найменування та модель верстату	Операційний ескіз та схема базування	Зміст операції
1	2	3	4
005 Токарна з ЧПК	Токарний з ЧПК 16A20Ф3С49		1. Встановити заготовку 2. Підрізати торець 3. Точити зовнішній діаметр, фаску 4. Центрувати торець 5. Сверлити отвір 6. Розсверлити отвір 7. Розточити отвір, зняти фаски
			8. Перевстановити деталь 9. Підрізати торець 10. Точити зовнішні діаметри, фаску 11. Зняти деталь

КР.ПМ.21.11.09.00.00.ПЗ

Арк.

32

1	2	3	4
010 Токарна з ЧПК	Токарний з ЧПК 16A20Ф3С49		1.Встановити деталь 2.Точити зовнішній діаметр 3.Розточити отвір,зняти фаски
			4.Перевстановити деталь 5.Точити зовнішні діаметри, фаску 6.Зняти деталь

1	2	3	4
015 Сверлильна	Сверлильний 2P135Ф2		1.Встановити деталь 2.Сверлити 2 центрові отвори 3.Сверлити отвори 4.Розгорнути отвори 5.Зняти деталь
020 Сверлильна	Сверлильний 2P135Ф2		1.Встановити деталь 2.Сверлити 4 центрові отвори 3.Сверлити отвори під різьбу 4.Нарізати різьбу 5.Зняти деталь
025 Протяжна	Горизонтально-протяжний 7A540		1.Встановити деталь 2.Протягнути шліцьовий отвір 3.Зняти деталь
030 Мийна	Мийна машина	-	Мити деталі
035 Контрольна	Стіл контрольний	-	Контролювати розміри деталі згідно креслення

Стисла технічна характеристика вибраних металорізальних верстатів приведена в таблиці.

Металорізальні верстати для обробки заданих деталей

Найменування та модель верстата	Частота обертання шпинделя, хв ⁻¹	Величина подач, мм/об	Габаритні розміри, мм	Потужність електродвигуна,	Максимальні розміри обробки, мм
Токарний з ЧПК 16A20Ф3С49	20÷2000	10-2000 мм/хв 5-1000 мм/хв	3700× 2260× 1650	11	320×200× 900
Свердлильний з ЧПК 2Р135Ф2	31,5÷2000	2-2000 мм/хв 10-10000 мм/хв	1800× 2170× 2700×	3,7	400× 710
Фрезерний з ЧПК 6Р11МФ3-1	63÷2500	0,1-4800 мм/хв	2750× 2230× 2450	8	250× 1000
Шліфувальний з ЧПК 3М151Ф2	50÷500	0,2-1,2 мм/хв 0,1-0,6 мм/хв 0,02-0,12 мм/хв	5400 × 2400× 2170	11	200×700
Шліцефрезерний 5А352ПФ2	10÷200	0,63-5 мм/хв	2595× 1550× 1650	6,5	150×500
Горизонтально-протягувальний 5А540	10÷200	0,1-0,6 мм/хв	8500× 2000	40	15×50

2.8 Вибір затискних пристроїв

Для забезпечення заданої точності обробки деталей їх необхідно надійно встановити та закріпити. З цією метою визначаються верстатні затискні пристрої в залежності від теоретичної схеми базування, конструктивної форми деталі, методу обробки та типу виробництва.

Пристрої для верстатів з ЧПК не мають елементів для орієнтації та направлення різального інструменту, крім того вони повинні мати можливість швидкого перенастроювання на обробку іншої деталі, наближеної до неї.

Стисла характеристика вибраних затискних пристроїв для закріплення деталей наведена в таблиці.

Таблиця 2.12.

Затискні пристрої для деталі стержень шліцьовий

№ операції	Найменування пристрою	Стандарт	Рід пристрою
005	Токарний	2571-71	Патрон 3-х кулачковий
010	Токарний	2571-71	Патрон 3-х кулачковий
015	Фрезерний	Спеціальний	Типу лещат УСП
020	Фрезерний	Спеціальний	Типу лещат УСП
025	Круглошліфувальний	13214-79 16488-70	Центри Хомутик
030	Шліцефрезерний	13214-79	Центри
035	Круглошліфувальний	13214-79 16488-70	Центри Хомутик
040	Круглошліфувальний	13214-79 16488-70	Центри Хомутик

Таблиця 2.13.

Затискні пристрої для деталі втулка шліцьова

№ операції	Найменування пристрою	Стандарт	Рід пристрою
005	Токарний	2571-71	Патрон 3-х кулачковий
010	Токарний	2571-71	Патрон 3-х кулачковий
015	Свердлильний	Спеціальний	Типу лещат УСП
020	Свердлильний	Спеціальний	Типу лещат УСП
025	Протяжний	Спеціальний	Адаптер

[8,10,27,28,29]

2.9 Вибір різальних інструментів

Вибір різальних інструментів для обробки заданих деталей виконується в залежності від методу обробки, матеріалу деталі, різальних властивостей інструментального матеріалу, а також рівня автоматизації технологічного обладнання і типу верстату. Умови експлуатації інструментів на верстатах з ЧПК відрізняються від умов роботи на універсальному обладнанні, тому в основному застосовуються інструменти з механічним кріпленням різальних платин. Вибір різальних інструментів здійснюється за нормативними таблицями, а їх характеристика наведена в таблиці.

Таблиця 2.14.

Різальні інструменти для деталі втулка шліцьова

№ операції	Найменування пристрою	Стандарт	Різальна частина	
			Матеріал	Стандарт
005	Різець прохідний	26612-85	T5K6	3882-73
	Сверло центрувальне	14952-75	P6M5	19265-73
	Сверло	10903-77	P6M5	19265-73
	Різець розточний	18874-73	P6M5	19265-73
010	Різець прохідний	26612-85	T5K6	3882-73
	Різець розточний	18874-73	P6M5	19265-73
015	Сверло центрувальне	14952-75	P6M5	19265-73
	Сверло	10903-77	P6M5	19265-73
020	Сверло центрувальне	14952-75	P6M5	19265-73
	Сверло	10903-77	P6M5	19265-73
025	Протяжка	20365-74	P6M5	19265-73

Таблиця 2.15.

Різальні інструменти для деталі стержень шліцьовий

№ операції	Найменування пристрою	Стандарт	Рід пристрою	
			Матеріал	Стандарт
005	Різець прохідний	26612-85	T5K6	3882-73
010	Різець прохідний	26612-85	T5K6	3882-73
	Різець різьбонарізний	18885-73	T5K6	3882-73
015	Фреза торцева	9473-80	Композ. 05	ТУ2-035-808-81
	Сверло centruвальне	14952-75	P6M5	19265-73
	Сверло	10903-77	P6M5	19265-73
	Зенкер	1677-75	T5K6	3882-73
	Зенковка	14953-80	T5K6	3882-73
	Розвертка	13779-77	P6M5	19265-73
020	Фреза торцева	9473-80	Композ. 05	ТУ2-035-808-81
025	Шліфувальний круг	2424-83	25A	28818-90
030	Фреза спеціальна	Спец.	P6M5	9373-71
035	Шліфувальний круг	2424-83	25A	28818-90
040	Шліфувальний круг	2424-3	25A	28818-90

[8,27,28]

2.10 Вибір вимірювальних пристроїв та інструментів

Для контролю поверхонь, які обробляються необхідно визначити вимірювальний інструмент і пристосування. Цей інструмент вибирається в залежності від конструктивної форми поверхні, вимог, щодо точності поверхні та типу виробництва.

Стисла характеристика вибраного вимірювального інструменту наведена в таблиці.

КР.ПМ.21.11.09.00.00.ПЗ					Арк.
					38
Зм	Арк	№ докум	Підпи	Дати	

Таблиця 2.16.

Вимірювальні пристрої та інструменти для деталі втулка шліцьова

№ операції	Найменування пристрою	Стандарт
005	Штангенциркуль ШЦ-I-125-0,05	166-89
010	Контроль радіального биття	Спеціальний
015	Калібр-пробка	14810-68
020	Калібр-пробка	14810-68
	Калібр-пробка різбова	17757-72
025	Калібр-пробка шліцьова	24960-81

Таблиця 2.17.

Вимірювальні пристрої та інструменти для деталі стержень шліцьовий

№ операції	Найменування пристрою	Стандарт
005	Штангенциркуль ШЦ-III-400-0,1	166-89
	Штангенциркуль ШЦ-I-125-0,05	166-89
010	Штангенциркуль ШЦ-III-400-0,1	166-89
	Штангенциркуль ШЦ-I-125-0,05	166-89
015	Штангенциркуль ШЦ-I-125-0,05	166-89
	Калібр-пробка	14810-68
020	Штангенциркуль ШЦ-I-125-0,05	166-89
025	Мікрометр МК 50-1	6507-90
030	Нормалемер НЦ-2	7760-59
035	Мікрометр МК 50-1	6507-90
040	Мікрометр МК 50-1	6507-90

[8,10,27,28,29]

2.11 Визначення припусків та операційних розмірів деталей

Величина операційного припуску на механічну обробку впливає на точність, якість та продуктивність обробки.

Розрахунок припусків та операційних розмірів виконується для однієї із найточніших поверхонь.

Розрахунок припусків на обробку поверхні здійснюється шляхом заповнення таблиці припусків та операційних розмірів, в яку послідовно записується технологічний маршрут обробки поверхні та всі елементи припуску.

Значення $R_z + T$, які характеризують якість поверхні заготовки, дорівнюють мкм.

Після першого технологічного переходу T для заготовок, виключається з розрахунку, а визначається тільки R_z .

Для свердління

$$R_z = 50 \text{ мкм}$$

Для зенкування

$$R_z = 20 \text{ мкм}$$

Для розвертання чистового

$$R_z = 10 \text{ мкм}$$

Значення просторових відхилень для заготовки визначається за формулою:

$$\rho_{\text{заг}} = \sqrt{\rho_{\text{зм}}^2 + \rho_{\text{кор}}^2}$$

де:

$\rho_{\text{кор}}$ – похибка від короблення поверхні, що визначається в діаметральному та осьовому напрямку.

$$\rho_{\text{кор}} = \sqrt{(\Delta_k d)^2 + (\Delta_k l)^2}; \text{ мкм,}$$

де:

Δ_k – питому короблення. Приймаємо - $\Delta_k = 0,7$

d – діаметр отвору

$$d = 17,11 \text{ мм}$$

					КР.ПМ.21.11.09.00.00.ПЗ	Арк.
						40
Зм	Арк	№ докум	Підпи	Дати		

l – довжина отвору

$$l = 34,1 \text{ мм}$$

Тоді

$$\rho_{\text{кор}} = \sqrt{(0,7 \cdot 17,11)^2 + (0,7 \cdot 34,1)^2} = 26,7 \text{ мкм}$$

$\rho_{\text{зм}}$ – зміщення осі заготовки

$$\rho_{\text{зм}} = \sqrt{\left(\frac{\delta_1}{2}\right)^2 + \left(\frac{\delta_2}{2}\right)^2}$$

де:

δ_1 та δ_2 – технологічні допуски на базові поверхні та поверхні які оброблюються, відповідно $\delta_1 = \delta_2 = 300 \text{ мкм}$

Тоді

$$\rho_{\text{зм}} = \sqrt{\left(\frac{300}{2}\right)^2 + \left(\frac{300}{2}\right)^2} = 212 \text{ мкм}$$

Значення просторових відхилень

$$\rho_{\text{заг}} = \sqrt{212^2 + 26,7^2} = 213 \text{ мкм}$$

Визначення залишкових просторових відхилень

Після свердління

$$\rho_1 = 0,06 \cdot \rho_{\text{заг}} = 0,06 \cdot 213 = 12,78 \text{ мкм}$$

Після зенкування

$$\rho_2 = 0,05 \cdot \rho_{\text{заг}} = 0,05 \cdot 213 = 10,65 \text{ мкм}$$

Після розточування чистового

$$\rho_3 = 0,04 \cdot \rho_{\text{заг}} = 0,04 \cdot 213 = 8,52 \text{ мкм}$$

Визначення похибки встановлення заготовки

$$\varepsilon = \sqrt{\varepsilon_6^2 + \varepsilon_3^2}$$

де:

ε_6 – похибка базування по довжині отвору

$$\varepsilon_6 = l \cdot \text{tg} \alpha,$$

де:

α – кут повороту заготовки в пристрої

$$\operatorname{tg} \alpha = 0,0004$$

Тоді

$$\varepsilon_6 = 34,1 \cdot 0,0004 = 13 \text{ мкм}$$

Похибку закріплення ε_3 приймаємо 120 мкм.

Тоді похибка встановлення заготовки:

Під час свердління

$$\varepsilon_1 = \sqrt{13^2 + 120^2} = 120 \text{ мкм}$$

Під час свердління

$$\varepsilon_2 = 0,05 \cdot 120 = 6 \text{ мкм}$$

Визначені значення елементів припуску записуються в таблицю.

Таблиця 2.11

Розрахунок припусків та операційних розмірів

Технологічні переходи	Елементи припуску				Розрахунковий припуск $2Z_{\min}$	Розрахунковий розмір d_p	допуск	Граничні розміри	
	R_z	T	ρ	ε				$d_{\max}$	$d_{\min}$
Заготовка	500		184	–	–	16	200	16	15,8
Сверління	50	–	12,78	120	2 x 308	16,934	70	16,934	16,234
Зенкування	20	–	10,65	6	2 x 18	16,97	42	16,97	16,55
Розвертання	10	–	8,52	6	2 x 15	17,11	31	17,11	16,8

Мінімальний припуск на кожному технологічному переході розраховується за формулою:

$$2Z_{\min i} = 2 \left(R_{z_{i-1}} + T_{i-1} + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + \varepsilon_i^2} \right) \text{ мкм}$$

де:

Rz_{i-1} – висота мікронерівності поверхні, яка отримана на попередньому переході;

T_{i-1} – глибина дефектного шару поверхні, яка отримана на попередньому переході;

ρ_{i-1} – похибка форми поверхні, яка отримана на попередньому переході;

ε_i – похибка базування деталі на переході, який виконується.

Мінімальний припуск на свердління

$$2Z\min_1 = 2(500 + \sqrt{184^2 + 120^2}) = 2 \cdot 120 = 240 \text{ мкм}$$

Мінімальний припуск на зенкування

$$2Z\min_2 = 2(50 + \sqrt{12,78^2 + 6^2}) = 2 \cdot 14 = 28 \text{ мкм}$$

Мінімальний припуск на розвертання

$$2Z\min_3 = 2 \cdot (20 + \sqrt{10,65^2 + 6^2}) = 2 \cdot 12 = 24 \text{ мкм}$$

Визначення операційних розрахункових розмірів поверхні.

Після розвертання (розмір деталі)

$$d_{\min 1} = 17 \text{ мм}$$

$$d_{\max 1} = 17,11 \text{ мм}$$

Після зенкування

$$d_{\max 2} = 17 - 0,03 = 16,97 \text{ мм}$$

Після сверління

$$d_{\max 3} = 16,97 - 0,036 = 16,934 \text{ мм}$$

Розмір заготовки

$$d_{\max \text{заг}} = 16,934 - 0,616 = 16,318 \approx 16 \text{ мм}$$

Технологічні допуски визначаються для кожного переходу обробки.

Розвертання

$$\delta_3 = 31 \text{ мкм}$$

Зенкування

$$\delta_2 = 42 \text{ мкм}$$

Свердління

$$\delta_1 = 70 \text{ мкм}$$

Заготовки

$$\delta_{\text{заг}} = 200 \text{ мкм}$$

Визначення операційних розмірів.

Розмір деталі після розвертання

$$d_{\text{min}1} = 17 \text{ мм}$$

$$d_{\text{max}1} = 17,11 \text{ мм}$$

Розмір деталі після зенкування

$$d_{\text{min}2} = d_{\text{max}2} - \delta_2 = 16,97 - 0,42 = 16,55 \text{ мм}$$

Розмір деталі після свердління

$$d_{\text{min}3} = d_{\text{max}3} - \delta_3 = 16,934 - 0,70 = 16,234 \text{ мм}$$

Розмір заготовки

$$d_{\text{min}3} = d_{\text{max}3} - \delta_3 = 16,318 - 0,2 = 16,118 \text{ мм}$$

На решту поверхонь визначення припусків, допусків та операційних розмірів здійснюється за допомогою нормативних таблиць та наведеної методики розрахунку. Величини припусків та допусків наведені в таблиці 2.12.

Таблиця 2.12

Припуски на обробку поверхонь заданої деталі

Номер та найменування поверхні	Припуск		Допуск
	мінімальний	максимальний	
1. Торці	3,0	2,5	$\pm 0,5$
2. Зовнішня циліндрична поверхня	2,0	1,5	$\pm 0,5$
3. Внутрішня циліндрична поверхня	2,5	2,0	$\pm 0,5$

На такі поверхні деталей, як пази, канавки, фаски та інші аналогічні елементи, величини припуску визначаються конструктивно.

[16,27,28]

2.12 Визначення режимів різання

Розрахунок режимів різання проводимо для операції 005 токарна з ЧПУ, яка виконується на токарному верстаті з ЧПУ 16A20Ф3С49.

Зміст операції:

005 Токарна з ЧПУ

1. Точити зовнішні циліндричні поверхні.

Розрахунок:

1. Визначаємо глибину різання, t мм.

$$t = 1,125$$

2. Визначаємо довжину робочого ходу інструмента L_{px} , мм.

$$L_{p.x} = l_1 + l_2 + l_3 + l_4 + l_5 + l_{пб} + l_{б.п.}$$

l_1 – величина різання діаметру $d=24,5$ мм;

l_2 – величина різання діаметру $d=45$ мм;

l_3 – величина різання діаметру $d=32,5$ мм;

l_4 – величина різання діаметру $d=35,5$ мм;

l_5 – величина різання діаметру $d=46$ мм;

$l_{пб}$ – величина перебігу, мм;

$l_{б.п.}$ – величина безударного підводу інструменту, мм.

$$L_{px} = 21 + 49 + 144 + 28 + 80 + 2 + 2 = 326$$

3. Вибираємо подачу S_o , мм/об.

$$S_o = 0,15$$

4. Визначаємо швидкість різанням V , м/хв.

$$V = 100$$

5. Визначаємо частоту обертання шпинделя n , об/хв.

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

V – швидкість різання

d – діаметр оброблюємої поверхні, приймаємо найбільший з діаметрів $d=45$

$$n = \frac{1000 \cdot 100}{3.14 \cdot 46} = 700 \text{ об/хв}$$

6. Визначаємо хвилинну подачу $S_{хв}$, мм/хв.

$$S_{хв} = S_o \cdot n$$

$$S_{хв.1} = 0,15 \cdot 700 = 105 \text{ мм/хв}$$

					КР.ПМ.21.11.09.00.00.ПЗ	Арк.
						45
Зм	Арк	№ докум	Підпи	Дати		

Корегуємо хвилинну подачу по паспорту верстата та приймаємо 30 мм/хв

7. Визначаємо основний час на обробку, хв.

$$T_o = \frac{L_{p.x}}{S_{xb}} \cdot i$$

$$T_o = \frac{326}{105} \cdot 2 = 6,2095$$

На інші операції розрахунок проводимо аналогічно. Дані розрахунку режимів різання наведені в таблицях.

Таблиця 2.18.

Основний час на обробку деталі Стержень шліцьовий

Номер та назва операції	Модель верстату	Основний час
010 Токарна	Токарний з ЧПК 16A20Ф3С49	6,2095
010 Токарна	Токарний з ЧПК 16A20Ф3С49	11,24
015 Фрезерна	Фрезерний з ЧПК 6P11МФ3-1	1,9865
020 Фрезерна	Фрезерний з ЧПК 6P11МФ3-1	2,1235
025 Круглошліфовальна	Шліфувальний з ЧПК 3М151Ф2	4,2967
030 Шліцефрезерна	Шліцефрезерний 5A352ПФ2	10,3549
035 Круглошліфовальна	Шліфувальний з ЧПК 3М151Ф2	5,1276
040 Круглошліфовальна	Шліфувальний з ЧПК 3М151Ф2	6,9568

Таблиця 2.19.

Основний час на обробку деталі Втулка шліцьова

Номер та назва операції	Модель верстату	Основний час
005 Токарна	Токарний з ЧПК 16A20Ф3С49	9.1216
010 Токарна	Токарний з ЧПК 16A20Ф3С49	6.2361
015 Свердлильна	Свердлильний з ЧПК 2Р135Ф2	4,8125
020 Свердлильна	Свердлильний з ЧПК 2Р135Ф2	5,5648
025 Протяжна	Горизонтально-протяжний 5А540	10,2893

[17,19,24]

2.13 Технічне нормування операцій

Визначаємо штучний час для операції 005

Деталь – стержень шліцьовий

Верстат – 16А20Ф3С49

Основний час на обробку $T_o = 6,2095$ хв.

1. Розраховуємо допоміжний час, хв.

$$T_{\text{доп}} = t_1 + t_2 + t_3 + t_4$$

 t_1 – час на встановлення та закріплення деталі, $t_1 = 0,17$ хв; t_2 – час на підведення та відведення інструменту, $t_2 = 0,04$ хв; t_3 – час на очищення від стружки, $t_3 = 0,07$ хв; t_4 – час на контрольні вимірювання, $t_4 = 0,12$ хв;

$$T_{\text{доп}} = 0,17 + 0,04 + 0,08 + 0,12 = 0,4 \text{ хв}$$

2. Визначаємо оперативний час, хв.

$$T_{оп.} = T_o + T_{дон}$$

$$T_{оп.} = 6,2095 + 0,4 = 6,6095 \text{ хв}$$

3. Визначаємо час на обслуговування, хв.

$$T_{обсл.} = \frac{T_{оп.} \cdot \alpha}{100}$$

$$\alpha = 5\%$$

$$T_{обсл} = \frac{6,6095 \cdot 5}{100} = 0,3305 \text{ хв}$$

4. Визначаємо час на відпочинок, хв.

$$T_{обсл.} = \frac{T_{оп.} \cdot \alpha}{100}$$

$$\alpha = 4\%$$

$$T_{обсл} = \frac{6,6095 \cdot 4}{100} = 0,2644 \text{ хв}$$

5. Визначаємо відсоток основного часу в оперативному

$$\frac{T_o}{T_{оп}} \cdot 100 = \frac{6,2095}{6,6095} \cdot 100 = 94\%$$

6. Визначаємо штучний час, хв..

$$T_{шт} = T_{оп.} + T_{обсл.} + T_{від}$$

$$T_{шт} = 6,6095 + 0,3305 + 0,2644 = 7,2044 \text{ хв}$$

7. Визначаємо норму виробітку, шт.

$$H_v = \frac{T_{зм}}{T_{шт}}$$

$$T_{зм} = 480 \text{ хв. тривалість зміни}$$

$$H_v = \frac{480}{7,2044} = 67 \text{ шт}$$

На інші операції данні нормування наведені в таблицях.

					КР.ПМ.21.11.09.00.00.ПЗ	Арк.
						48
Зм	Арк	№ докум	Підпи	Дати		

Таблиця 2.20.

Норми часу Стержень шліцьовий

Номер операції	Основний час То, хв..	Допоміжний час Тдоп, хв	Оперативний час Топ, хв	Відсоток основного часу в оперативному, %	$\alpha, \%$	Час на обслуговування Тоб, хв	$\beta, \%$	Час на відпочинок. Твід, хв.	Штучний час Тшт, хв.	Норма виробітку шт.
005	6,2095	0,4	6,6095	94	5	0,3305	4	0,2644	7,2044	67
010	11,24	0,4	11,64	97	5	0,5820	4	0,4656	12,6876	38
015	1,9865	0,5	2,4865	80	5	0,1243	4	0,0995	2,7103	177
020	2,1235	0,5	2,6235	81	5	0,1312	4	0,1959	2,8596	168
025	4,2967	0,6	4,8967	88	5	0,2448	4	0,4422	5,3374	90
030	10,3549	0,7	11,0549	94	5	0,5527	4	0,2291	12,0498	40
035	5,1276	0,6	5,7276	90	5	0,2864	4	0,2291	6,2431	77
040	6,9568	0,6	7,5658	92	5	0,3783	4	0,3026	8,2467	58

Таблиця 2.21.

Норми часу Втулка шліцьова

Номер операції	Основний час То, хв..	Допоміжний час Тдоп, хв	Оперативний час Топ, хв	Відсоток основного часу в оперативному, %	$\alpha, \%$	Час на обслуговування Тоб, хв	$\beta, \%$	Час на відпочинок. Твід, хв.	Штучний час Тшт, хв.	Норма виробітку шт.
005	9,1216	0,4	9,5216	96	5	0,4761	4	0,3809	10,3785	46
010	6,2361	0,4	6,6361	94	5	0,3318	4	0,2654	7,2333	66
015	4,8125	0,25	5,0625	95	5	0,2531	4	0,2025	5,5181	87
020	5,5648	0,25	5,8148	96	5	0,2907	4	0,2326	6,3381	76
025	10,2839	0,3	10,5893	97	5	0,5295	4	0,4236	11,5423	42

[9,18]

3. Конструкторська частина

3.1 Розрахунок та розробка конструкції затискного пристрою

3.1.1 Опис будови та роботи пристрою

Пристосування затисне призначене для затиску заготовки деталі стержень шліцьовий УЯИШ 715413.002 при фрезеруванні послідовно трьох площин, свердлінні, розсвердленні та розвірчуванні отвору. Операція 015 фрезерна з ЧПК.

Пристосування складається з таких основних вузлів і деталей: зварного корпусу поз.1. на ньому встановлені і закріплені дві призми, поз. 2,4, на які встановлюється оброблювана деталь. Дві стійки поз.3 встановлені в отвори верхньої плити корпусу, а з низу до кінців стійок через два пальці поз.19 приєднується коромисло поз.6. В корпусі встановлено гільзу пневмоциліндра, поз.15 в якій переміщується поршень 16. Затиск оброблюваної деталі виконують два прижима, поз.5 які встановлені на стійках. Прижими знизу підтиснуті пружинами 39. На коромислі встановлена і закріплена рамка, поз.9, в пазу якої знаходиться, на вісі ролик 8. По ролику переміщується шток 7 з клином, а враховуючи довжину штоку в конструкції пристосування передбачено дві направляючі втулки поз. 11 та 17. Для запобігання провороту штока передбачено гвинт поз.25.

Для базування пристосування на столі верстату, на корпусі пристосування передбачені дві направляючі шпонки, поз.12.

Оброблювана деталь встановлюється на дві призми поз. 2 і 4. Обертаючи гвинт 22, притискуємо торець стержня до опорної бази – торця призми. При цьому дотримується розмір 24_{-0,2}. Повертаючи важіль крана 50, стисле повітря подається в ліву, без штокову частину пневмоциліндра. Поршень з штоком переміщується, клин тисне на ролик, і рамка з коромислом переміщується вниз. Вниз переміщуються і дві стійки з прижимами. Прижими, правим кінцем, спочатку опираються на дві опори, поз.18, а лівим притискують оброблювану деталь до призм.

					КР.ПМ.21.11.09.00.00.ПЗ	Арк.
						50
Зм	Арк	№ докум	Підпи	Дати		

Виконується механічна обробка поверхонь. Після закінчення обробки, поворотом важеля в іншу сторону, стисле повітря подається в штокову частину пневмо циліндра і поршень переміщується вліво. Під дією двох пружин прижими переміщуються вгору. Таким чином оброблювана деталь вивільнюється.

В системі повітропроводу вмонтовано зворотній клапан, який спрацьовує при раптовому зниженні тиску повітря в системі.

3.1.2 Розрахунок пристрою на точність

Розрахунок пристрою на точність

$$T_{\text{пр.}} = \sqrt{E_6^2 + E_3^2 + E_{\text{ін}}^2 + E_{\text{верс.}}^2 + E_{\text{пр.}}^2 + E_{\text{вст.}}^2};$$

де: $T_{\text{пр.}}$ – точність пристрою;

E_6 – похибка базування відносно отримуюмого розміру; (фрезерування площини)

E_3 – похибка закріплення деталі відносно того ж самого розміру;

$E_{\text{ін.}}$ – похибка направлення та настроювання різального інструменту;

$E_{\text{вер.}}$ – похибка верстата;

$E_{\text{пр.}}$ – похибка виготовлення пристрою;

$E_{\text{вст.}}$ – похибка встановлення пристрою на верстаті.

Тоді:

$$E_6 = \frac{\delta D}{2 \sin \frac{\alpha}{2}} = \frac{0,1}{1,4} = 0,07 \text{ мм}$$

$E_3 = 0$; [17] стор. 19. – при постійній силі закріплення заготовок та якості їх базових поверхонь, а також при зміщенні заготовок перпендикулярно отримуюмого розміру ($\alpha = 90^\circ$).

$E_{\text{ін.}} = 0$, так як при обробці на верстатах з ЧПК відсутні направляючі елементи;

$E_{\text{вер.}} = 0,05$ мм – точність позиціювання;

$E_{\text{пр.}} = 0,015$ мм [17] стор. 19

$E_{\text{вст.}} = 0,02$ мм [17] стор. 21.

					КР.ПМ.21.11.09.00.00.ПЗ	Арк.
						51
Зм	Арк	№ докум	Підпи	Дати		

$$T_{\text{пр}} = \sqrt{0,07^2 + 0,05^2 + 0,015^2 + 0,02^2} =$$

$$= \sqrt{0,0049 + 0,0025 + 0,0002 + 0,0004} = 0,08 \text{ мм}$$

$$T_{\text{пр.}} \leq T_a;$$

$$0,08 < 0,1$$

Умова виконується.

3.1.3 Розрахунок сили затиску деталі

Оброблюєма деталь встановлюється на дві призми і зверху притискується при хватами. Виконується механічна обробка поверхонь і внаслідок цього виникають сили різання, які значно більші на другому переході, тому розрахунок пристосування виконуємо враховуючи сили різання які виникають при фрезеруванні торцевою фрезою.

P_z – сила яка намагається перемістити деталь по вісі X;

P_y – радіальна сила, яка прагне повернути деталь.

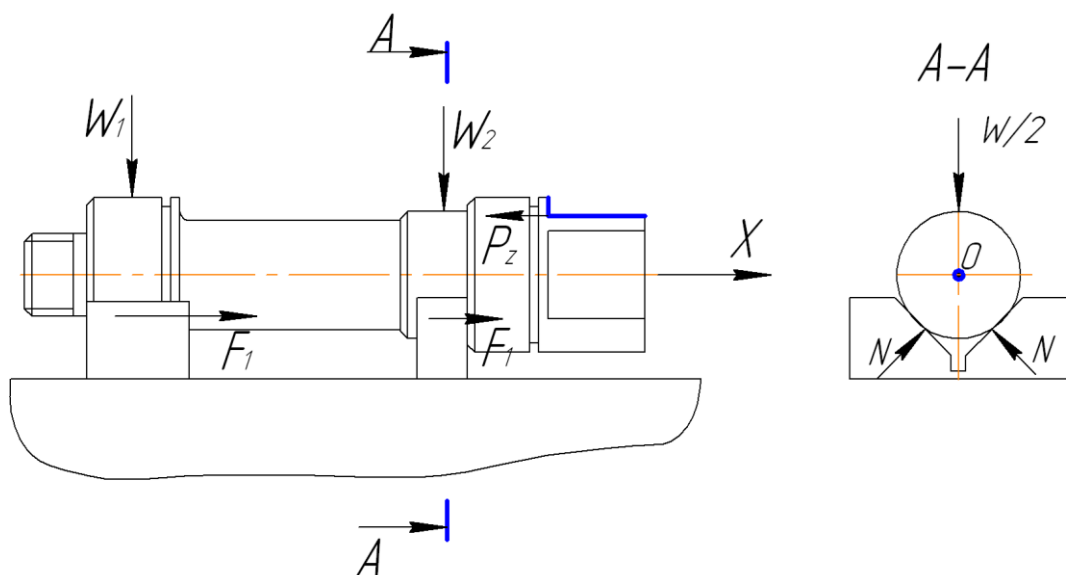


Рис. 3.1. Розрахункова схема.

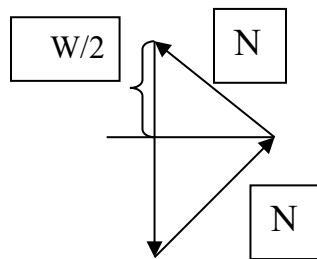
Рівняння рівноваги:

$$W = (W_1 + W_2) \cdot K;$$

$$\text{де: } W_1 = \Phi(P_z);$$

$$W_2 = \Phi (M_p);$$

K – коефіцієнт запасу;



Трикутник прикладення сил

$$W_2 \cdot f + \frac{2 \cdot W_1 \cdot f}{4 \cdot \sin \frac{\alpha}{2}} = P_Z \quad N = \frac{W_1}{4 \sin \frac{\alpha}{2}};$$

$$W_1 = \frac{P_Z}{f + \frac{f}{2 \sin \frac{\alpha}{2}}};$$

Визначаємо силу різання P_Z при фрезеруванні площини:

$$P_Z = \frac{10 \cdot C_p \cdot t^X \cdot S^Y_Z \cdot B^n \cdot Z}{D^q \cdot n^W} \cdot K_{MP};$$

$$P_Z = \frac{10 \cdot 825 \cdot 5,5^1 \cdot 0,15^{0,75} \cdot 25^{1,1} \cdot 8}{80^{1,3} \cdot 250^{0,2}} \cdot 0,8 =$$

$$= \frac{10 \cdot 825 \cdot 6 \cdot 21 \cdot 27 \cdot 8}{273 \cdot 3} \cdot 0,8 = 2193 \text{ Н} = 219 \text{ кг};$$

$$\text{де: } K_{MP} = \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^n = \left(\frac{700}{750} \right)^{0,3} = 0,8;$$

Тоді:

$$W_1 = \frac{219}{0,25 + \frac{0,25}{2 \cdot 0,7}} = \frac{219}{0,4} = 548 \text{ кг};$$

Визначаємо радіальну силу різання P_y :

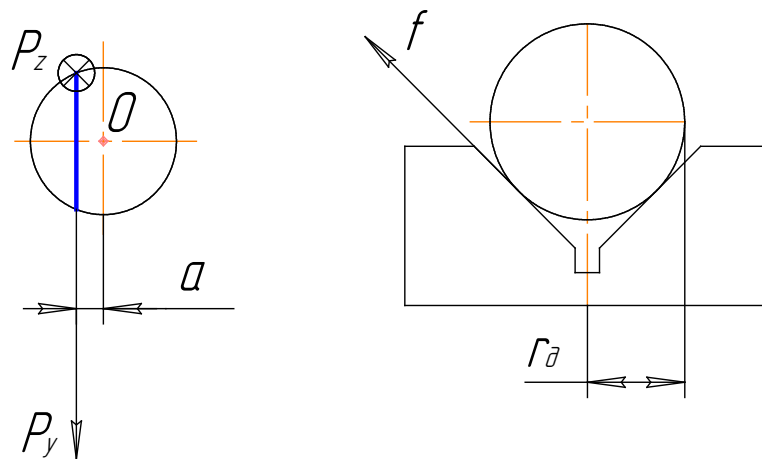


Рис. 3.2. Розрахункова схема.

$$\Sigma M_0 = 0; \quad M_{\text{різ}} = P_y \cdot a;$$

$$M_{\text{різ}} \cdot K = M_{\text{кр}};$$

$$M_{\text{кр}} = \frac{4 \cdot W_2 \cdot f \cdot r_d}{4 \cdot \sin \frac{\alpha}{2}};$$

де: r_d – радіус деталі;

Тоді:

$$P_y \cdot a = \frac{W_2 \cdot f \cdot r_d}{\sin \frac{\alpha}{2}};$$

$$W_2 = \frac{(P_z \cdot 0,4) \cdot a \cdot f \cdot r_d}{\sin \frac{\alpha}{2}};$$

де: $P_y = P_z \cdot 0,4 = 219 \cdot 0,4 = 88 \text{ кг};$

$$W_2 = \frac{88 \cdot 0,8 \cdot 0,25 \cdot 2,0}{0,7} = 50,3 \text{ кг};$$

Сумарна сила затиску:

$$W = (548 + 50,3) \cdot 1,4 = 838 \text{ кг};$$

Затиск деталі виконують два прихвати:

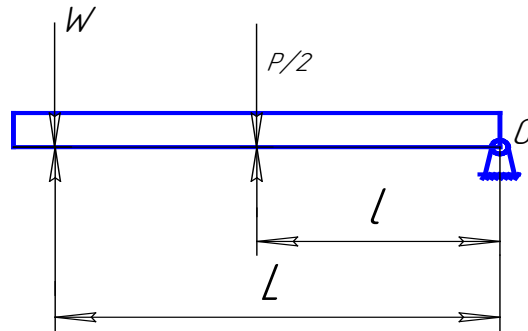


Рис. 3.3. Розрахункова схема.

L – довжина від точки прикладення сили опри;

$$L = 130\text{мм};$$

$$l = 62\text{мм};$$

$$\Sigma M_0 = 0;$$

$$\frac{W}{2} \cdot L = P \cdot l; \quad P = \frac{\frac{W}{2} \cdot L}{l}; \quad P = \frac{\frac{838}{2} \cdot 13}{6.2} = 878\text{кг};$$

де: $P = 878\text{кг}$ - зусилля яке необхідно прикласти до двох прихватів.

Визначаємо зусилля яке повинен розвинути привід:

Для клинового механізму:

$$W = Q \cdot \frac{1}{\text{tg} \cdot (\alpha + \phi_1) + \text{tg} \phi_2 \cdot \frac{d}{D}};$$

Звідки:

$$Q = W \cdot \text{tg}(\alpha + \phi) + \text{tg} \phi_2 (d/D);$$

де: $W = P = 878 \text{ кг};$

α, ϕ_1 – кути нахилу клина;

$$\alpha = 3^\circ; \quad \phi_1 = 8^\circ 30';$$

ϕ_2 – наведений кут тертя в роликовій опорі;

D – діаметр ролика;

d – діаметр вісі;

Тоді:

$$Q = 878 \cdot \text{tg}(3^\circ + 8^\circ 30') + 0,2 \cdot \frac{12}{26} = 161\text{кг};$$

3.1.4 Розрахунок параметрів силового приводу

Приводом пристосування являється пневмоциліндр. Визначаємо діаметр пневмоциліндра:

$$D = \sqrt{\frac{4(Q + P_{\text{пр}})}{\pi \cdot p \cdot \eta}};$$

де: $P_{\text{пр}}$ – зусилля пружини;

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot (161 + 84)}{3,14 \cdot 4 \cdot 0,8}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 245}{10}} = 9,8 \text{ см};$$

Приймаємо діаметр пневмоциліндра $D = 100 \text{ мм}$.

3.1.5 Розрахунок на міцність слабкої ланки пристосування

Слабкою ланкою пристосування є різь, яка знаходиться на двох спеціальних гвинтах, що передають зусилля затиску через прихвати. Прихват встановлено на гвинт, знизу він підтиснутий пружиною, а зверху нагвинчено дві гайки, які через різь передають зусилля. На різь діє сила затиску деталі, яка дорівнює силі $P/2$. Ця сила намагається зрізати різь М20-7Н. Умова міцності нарізаної частини гвинта:

$$\frac{\pi \cdot d_1^2}{4} [\tau_{\text{ср}}] = P;$$

де: d_1 – внутрішній діаметр різі; $d = 17,32 \text{ мм}$;

$[\tau_{\text{ср}}] = 600 \text{ кгс/см}^2$ – допустима напруга зрізу, для сталі 20 ГОСТ 1050-74

$P = P/2 = 439 \text{ кг}$;

Тоді:

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot 439}{3,14 \cdot 600}} = \sqrt{\frac{1756}{1884}} \approx 1 \text{ см}; \quad 10 \text{ мм} < 17,32 \text{ мм}.$$

Умова міцності виконується.

3.2 Розробка конструкції контрольно-вимірювального пристрою

Вимірювальний пристрій призначений для контролю величини торцевого биття деталі втулка шліцьова УЯИШ 304142.002, відносно центрального отвору.

Пристрій складається з плити, поз. 1 на якій закріплено тримач, поз.9 з індикатором поз. 20. До плити знизу прикріплено кронштейн, поз.7 та на вісі поз.8 вільно обертається важіль поз.6. В один кінець важіля опирається палець поз.11, що вільно переміщується у втулці поз. 12, а з іншої сторони в палець тисне ніжка індикатора. Іншим кінцем важіль тисне на щуп, поз.5, який може вільно переміщуватись у втулці поз.4. В плиті закріплено корпус поз.13 з пружиною, поз. 18 та гвинтом поз. 17 – пружина постійно тисне на важіль і таким чином щуп постійно опирається в поверхню яка контролюється, а гвинтом виконується регулювання цього зусилля. В отвір плити, з натягом, встановлено палець поз.2.

Деталь, що контролюється, встановлюється поверхнею Ø33 в отвір втулки, та торцем опирається в поверхню плити. Щуп, під дією пружини, тисне в торець втулки шліцьової. При обертанні деталі щуп може переміщуватись і величина цього переміщення, через важіль передається на індикатор.

Деталь вважається бракованою, якщо величина торцевого биття перевищує 0,1мм.

В якості вимірювального приводу використовуємо індикатор годинникового типу ИЧ 02.ГОСТ 577-78:

- ціна ділення, мм – 0,01;
- довжина на переміщення вимірювального стержня, мм – 10;
- клас використаних кінцевих мір – 5;
- гранична похибка вимірювання, мкм – 15.

При виборі вимірювального засобу необхідно дотриматись умови:

$$\Delta_{в.з.} \leq (0,2 \dots 0,3) T_a;$$

де: $\Delta_{в.з.}$ – точність вимірювального засобу; мкм;

T_a – допуск контролюючого параметру, мкм.

$$15 \leq 0,2 \cdot 100$$

					КР.ПМ.21.11.09.00.00.ПЗ	Арк. 57
Зм	Арк	№ докум	Підпи	Дати		

$$15 < 20$$

Умова виконується, тому вибраний тип індикатора забезпечує задану точність вимірювання.

3.3 Розрахунок та розробка конструкції спеціального різального інструменту

Для фрезерування шліців на поверхні деталі стержень шліцьовий, операція 025 шліцефрезерна, виконано розрахунок фрези черв'ячної шліцьової.

Вихідні дані: матеріал заготовки – сталь 40ХНА;

$$d - 8 \times 39,6h7 \cdot (+0,025) \times 44e8 \begin{pmatrix} -0,03 \\ -0,069 \end{pmatrix} \times 8f8 \begin{pmatrix} -0,025 \\ -0,047 \end{pmatrix};$$

Фаска у зовнішнього діаметра $f = 0,4$;

Внутрішній діаметр d – не менше 36,5 мм

Фрезу виготовляємо із сталі Р6М5 ГОСТ 9373-71

Визначаємо радіус окружності початку фаски на шліцьовому валику.

$$R_p = R_e - f = 22 - 0,4 = 21,6 \text{ мм};$$

де: R_e – радіус деталі;

З врахуванням допуску на ширину шліца приймаємо розрахункову ширину шліца:

$$b = b_{\min} + 0,25E_1 = 7,953 + 0,25 \cdot 0,1 = 7,978 \text{ мм};$$

Радіус початкової окружності:

$$R = \sqrt{R\phi^2 - 0,75 \frac{b^2}{4}} = \sqrt{21,6^2 - 0,75 \frac{7,978^2}{4}} = 23,56 \text{ мм}$$

Висота профілю черв'ячної фрези: $h = R - r_i = 23,56 - 19,8 = 3,76 \text{ мм}$

$$\text{Кут профілю фрези: } \sin \gamma = \frac{b}{2R} = \frac{7,978}{2 \cdot 23,56} = 0,1693 \quad \gamma = 9,75^\circ$$

Ординати точок профілю фрези:

$$y = 0,9h = 0,61 \cdot 3,76 = 2,304 \text{ мм}$$

$$y_1 = 0,45h = 0,31 \cdot 3,76 = 1,152 \text{ мм}$$

Кут обкатки для заданих точок профілю:

$$\sin \alpha_1 = \frac{\sin \gamma}{2} + \sqrt{\left(\frac{\sin \gamma}{2}\right)^2 + \frac{y_1}{R}} = 0,2368;$$

$$\alpha_1 = 13,7^\circ;$$

$$\sin \alpha_2 = \frac{\sin \gamma}{2} + \sqrt{\left(\frac{\sin \gamma}{2}\right)^2 + \frac{y_2}{R}} = 0,4086;$$

$$\alpha_2 = 24,12^\circ;$$

Абсциси точок профілю фрези:

$$x_1 = R[(\alpha_1^0 - \gamma^0) \cdot 0,01745 - (\sin \alpha_1 - \sin \gamma) \cdot \cos \alpha_1] = 23,56 \cdot [(13,7^\circ - 9,75^\circ) \cdot 0,01745 - (\sin 13,7^\circ - \sin 9,75^\circ) \cdot \cos 13,7^\circ] = 0,0788 \text{ мм};$$

$$x_2 = R[(\alpha_2^0 - \gamma^0) \cdot 0,01745 - (\sin \alpha_2 - \sin \gamma) \cdot \cos \alpha_2] = 23,56 \cdot [(24,12^\circ - 9,75^\circ) \cdot 0,01745 - (\sin 24,12^\circ - \sin 9,75^\circ) \cdot \cos 24,12^\circ] = 0,7622 \text{ мм};$$

Коефіцієнти центру дуги який замінює профіль фрези:

$$y_0 = \frac{x_1(x_2^2 + y_2^2) - x_2(x_1^2 + y_1^2)}{2(x_1y_2 - x_2y_1)} = \frac{0,7888(0,7622^2 + 2,304^2) - 0,7622(0,7888^2 + 1,152^2)}{2(0,7888 \cdot 2,304 - 0,7622 \cdot 1,152)} = 1,682 \text{ мм}$$

$$x_0 = \frac{x_1^2 - 2y_0y_1 + y_1^2}{2x_1} = \frac{0,7888^2 - 2 \cdot 1,682 \cdot 1,152 + 1,152^2}{2 \cdot 0,7888} = -0,2208 \text{ мм}$$

Радіус дуги який замінює профіль фрези:

$$r_0 = \sqrt{x_0^2 + y_0^2} = \sqrt{-0,2208^2 + 1,682^2} = 2,0784 \text{ мм}$$

Шаг профілю по нормативу:

$$t = \frac{2\pi R}{Z} = \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 23,56}{8} = 18,5 \text{ мм}$$

Товщина профілю фрези по початковій прямій:

$$S_n = 2h \cdot (\pi/Z - \gamma^0 \cdot 0,01745) = 2 \cdot 23,56 \cdot \left(\frac{3,14}{8} - 9,75^\circ \cdot 0,001745\right) = 10,49.$$

Падіння затилку по (ИТ14) - K = 6 мм.

Падіння затилку додаткового затилування для фрези із шліфувальним профілем:

					КР.ПМ.21.11.09.00.00.ПЗ	Арк.
Зм	Арк	№ докум	Підпи	Дати		59

$$K_1 = (1,2 \div 1,5) \cdot K = 1,3 \cdot 6 = 7,8 \text{ мм}$$

Глибина стружкової канавки фрези зі шліфованим профілем:

$$H = n + (K + K_1) / 2 + (1 \div 2) = 2,56 + (6 + 7,8) / 2 + 1 = 9,46 \text{ мм};$$

Зовнішній діаметр фрези d_α обираємо близьким до зовнішнього діаметру черв'ячних фрез для зубчатих коліс. Приймаємо: $d_\alpha = 90 \text{ мм}$;

Середній розрахунковий діаметр фрези:

$$D_{cp} = d_\alpha - 2h - 0,1K = 90 - 2 \cdot 3,76 - 0,1 \cdot 6 = 81,88 \text{ мм};$$

Кут підйому витка фрези (кут нахилу стружкової канавки) -

$$\sin W = t / D_{cp} = 18,5 / 3,14 \cdot 81,88 = 0,0719; \quad W = 4,12^\circ$$

$$\text{Шаг по вісі фрези } t_{oc} = \frac{t}{\cos w} = \frac{18,5}{\cos 4,12} = 18,55 \text{ мм};$$

$$\text{Шаг гвинтової канавки } T = t_{oc} \cdot \operatorname{ctg} w^2 = 18,55 \cdot \operatorname{ctg} 4,12^2 = 1606 \text{ мм};$$

Кут обкатки для обробки нижньої точки шліца на окружність r_1

$$\cos \alpha_1 = r_1 \cos \gamma / 2 = 21 \cdot \cos 10,95 / 23,56 = 0,8751; \quad \alpha_1 = 28,94;$$

Таким чином конструкція фрези та її геометрія дозволяють отримати задану точність фрезерування шліців валу. За даними розрахунків виконане робоче креслення фрези, яке представлено в графічній частині.

					КР.ПМ.21.11.09.00.00.ПЗ	Арк.
						60
Зм	Арк	№ докум	Підпи	Дати		

4 Дослідна частина

Функціональні характеристики захватних пристроїв

Визначення передавальних відношень прикладання сил затиску

Необхідна сила створювана двигуном пристрою Q , з урахуванням проміжних передач та їх передавальних відношень (i_i) дорівнює:

$$Q = \sum_{i=1}^n P_i / i_i$$

З цього виходить, що для визначення прикладаємої сили приводу необхідно дізнатися величини передавальних відношень, що використовують для проміжних передач. Для захватних пристроїв роботів можуть бути використані такі типи передач: клинові, зубчасті, важільні та інші передачі, що є достатньо детально розраховані. Також важливим є точне визначення передавальних відношень що можуть забезпечуватися затискними важелями. Так як затискні важелі виконані комбінованим методом та закінчуються затискними призмами, які в свою чергу забезпечують необхідні сили затиску при контакті з циліндричною поверхнею деталі що утримується. Саме ця особливість обумовлює універсальність захвату та допомагає тримати деталі різних діаметрів. Виходячи з цього, для кожного утримуваного діаметру буде своє значення для передавальних відношень затискних важелів. Для того щоб розпочати розрахунок захватного пристрою спочатку визначаємо величини передавальних відношень, що виходять від конструктивних параметрів захватного пристрою, та його важелів і розмірів утримуваних деталей. При наявності таких даних ми можемо оцінити вплив даних параметрів на передавальні відношення та знайти найбільш прийнятних конструкцій захватних пристроїв з призматичними затискними елементами.

Для вирішення поставленого завдання складаємо розрахункову схему затискного важеля з утримуваною деталлю (рис 4.1)

					КР.ПМ.21.11.09.00.00.ПЗ	Арк.
						61
Зм	Арк	№ докум	Підпи	Дати		

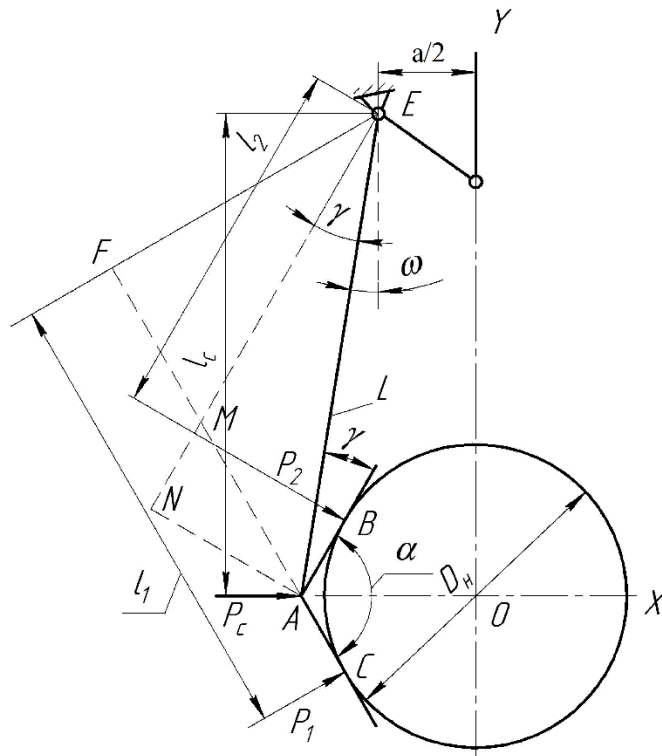


Рис.4.1. Розрахункова схема затискного важеля

На даній схемі вказані такі основні конструктивні параметри затискного важеля: L – довжина важеля; α – кут затискної призми; γ – кут приєднання затискної призми до затискного важеля; $a/2$ – відстань опори затискного важеля відносно вісі симетрії захватного пристрою.

Довжини плечей (l_1 ; l_2) прикладання сил затиску (P_1 ; P_2) визначаються із рівнянь:

$$l_1 = CF = AF + AC = L \cdot \cos(180 - \alpha - \gamma) + D/2 \cdot \operatorname{tg}(90 - \alpha/2)$$

$$l_2 = EM = EN - MN = L \cdot \cos \gamma - D/2 \cdot \operatorname{tg}(90 - \alpha/2)$$

$$l_c = L \cos \omega = L \cos(90 - \alpha/2 - \gamma)$$

Номінальний діаметр утримуваної деталі для даної схеми:

$$D_n = 2 \cdot (a/2 \pm L \sin \omega) \cdot \sin \alpha/2,$$

де ω – кут відхилення затискного важеля від «вертикального» вихідного положення, який дорівнює: $\omega = 90 - \alpha/2 - \gamma$.

У рівнянні знак (+) приймається, коли відхилення важеля (точки А) від вертикалі (відносно точки Е) здійснюється вліво, а (-), коли це зміщення відбувається вправо.

У разі співпадання довжини важеля (L) з вертикальною віссю (рис.2) та при куту приєднання затискної призми γ рівним додатковому куту - γ' , тобто, коли $\alpha/2 + \gamma = 90^\circ$, номінальний діаметр утримуваної деталі буде:

$$D_H = 2 \cdot a/2 \cdot \sin \alpha/2.$$

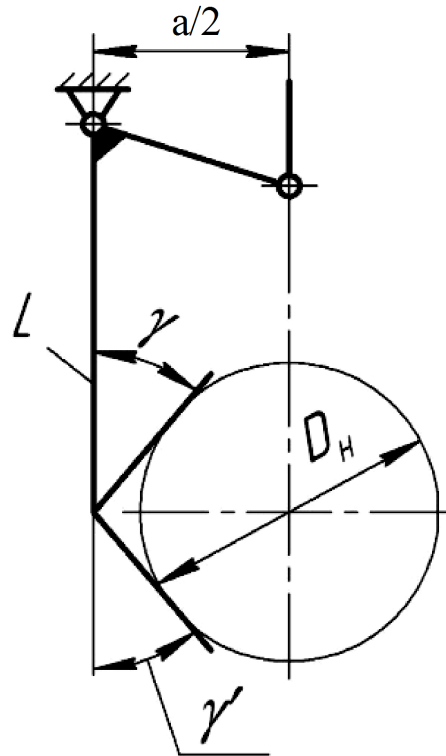


Рис.4.2. Схема симетричного приєднання затискної призми відносно затискного важеля

Таким чином, номінальний діаметр утримуваної деталі буде за виконання умови:

- при відхиленні важеля вліво: $\gamma + \omega = \gamma'$ або $\alpha/2 + \gamma + \omega = 90^\circ$;
- при відхиленні важеля вправо: $\gamma + \omega = \gamma'$.

Довжина сторін затискної призми: $AB = AC = D/2 \cdot \operatorname{tg} \alpha/2$.

Захват деталі діаметром $D_6 > D_H$ може виконуватись за умов відхилення важелю затиску вліво (рис 4.3) що буде супроводжуватись переміщенням вершини затискної призми (точка А) в напрямку вісі обертання важелю на кут – φ .

Для такої умови довжин плечей прикладання сил затиску визначається так само, як і для прикладу на рис. 4.1.

$$l_1 = CF = AF + AC = L \cdot \cos(180 - \alpha - \gamma) + D/2 \cdot \operatorname{tg}(90 - \alpha/2)$$

$$l_2 = EM = EN - MN = L \cdot \cos \gamma - D/2 \cdot \operatorname{tg}(90 - \alpha/2)$$

$$l_c = L \cos \omega = L \cos(90 - \alpha/2 - \gamma)$$

Оскільки кут відхилення затискного важеля:

$$\omega = 90 + \varphi - \alpha/2 - \gamma.$$

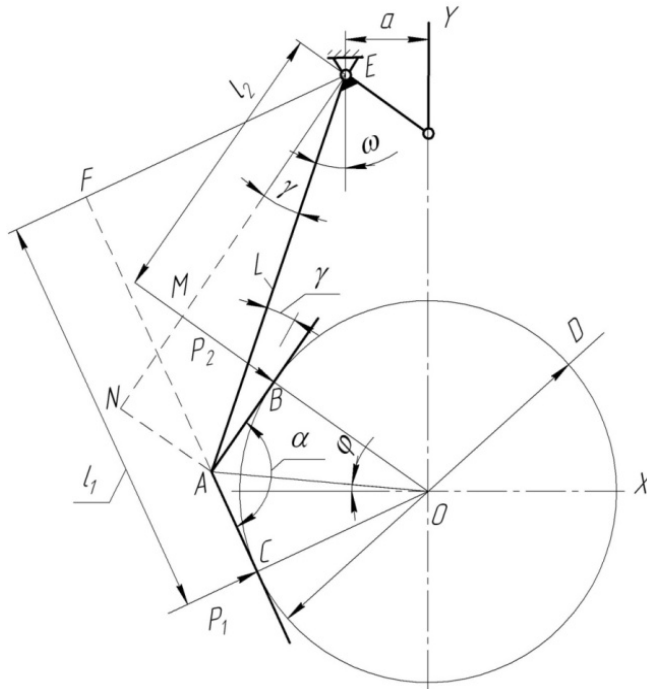


Рис.4.3. Розрахункова схема утримування деталі діаметром більше номінального

Якщо розмір утримуваної деталі менший за D_H , то вершина призми затиску буде зміщено нижче горизонтальної вісі (рис.4.4.), що визначається кутом φ у бік від вісі затискного важеля захвату.

Затискний важіль (L) при таких діях зміщується вправо від положення при утримуванні деталі діаметром D_H .

Довжина плечей прикладання сил затиску:

$$l_1 = CF = AF + AC = L \cdot \cos(180 - \alpha - \gamma) + D/2 \cdot \operatorname{tg}(90 - \alpha/2)$$

$$l_2 = EM = EN - MN = L \cdot \cos \gamma - D/2 \cdot \operatorname{tg}(90 - \alpha/2)$$

$$l_c = L \cos \omega = L \cos(90 - \alpha/2 - \gamma)$$

Оскільки кут відхилення затискного важеля:

$$\omega = 90 - \varphi - \alpha/2 - \gamma;$$

тоді:

$$D_m = 2\left(\frac{a}{2} + L \sin(90 - \varphi - \frac{\alpha}{2} - \gamma)\right) \cdot 1/\cos \varphi \cdot \sin \frac{\alpha}{2}$$

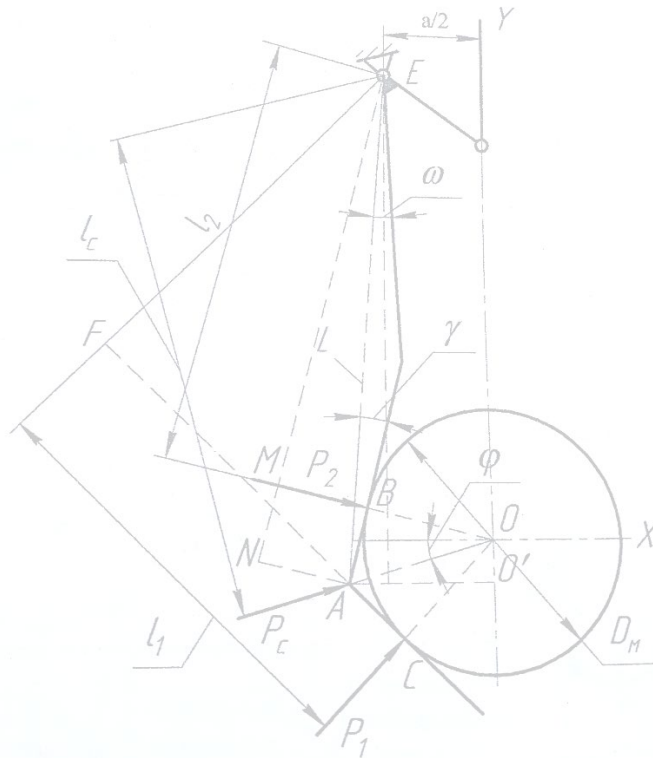
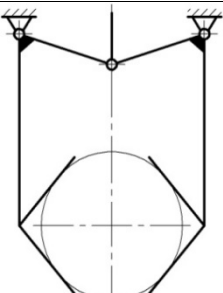


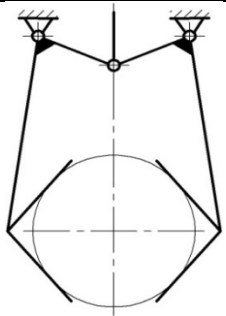
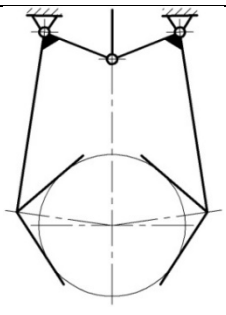
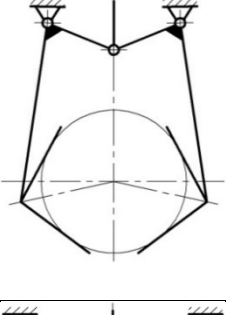
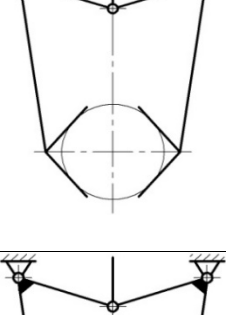
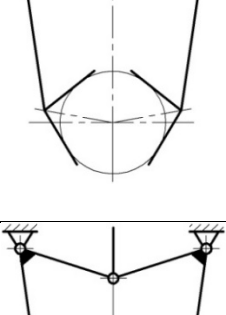
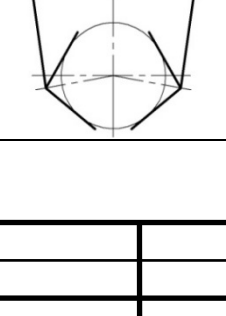
Рис.4.4. Розрахункова схема точності утримування деталей діаметром менше номінального

Схеми та формули за приведеними розрахунками приведені в таблиці.

Таблиця 6.1.

Розрахункові схеми та формули для визначення передавальних відношень прикладання сил затиску

№	Розрахункова схема	Довжина плеч	Діаметр утримуваної деталі	Кут відхиленн я затиску вала (ω)	Кут поло- ження вершин призм (φ)
1	2	3	4	5	6
1		$l_1 = L \cdot \cos(180 - \alpha - \gamma) + D/2 \cdot \operatorname{tg}(90 - \alpha/2)$ $l_2 = L \cdot \cos \gamma - D/2 \cdot \operatorname{tg}(90 - \alpha/2)$	$D_n = 2(\alpha \cdot \cos(90 - \alpha/2))$	0	0

2		$l_1 = L \cdot \cos(180 - \alpha - \gamma) + D/2 \cdot \operatorname{tg}(90 - \alpha/2)$ $l_2 = L \cdot \cos \gamma - D/2 \cdot \operatorname{tg}(90 - \alpha/2)$	$D_H = 2 (\alpha + L \sin (90 - \alpha/2 - \gamma)) \cdot \cos(90 - \alpha/2)$	$\omega = 90^\circ - \alpha/2 - \gamma$	0
3		$l_1 = L \cdot \cos(180 - \alpha - \gamma) + D/2 \cdot \operatorname{tg}(90 - \alpha/2)$ $l_2 = L \cdot \cos \gamma - D/2 \cdot \operatorname{tg}(90 - \alpha/2)$	$D = 2 (\alpha + L \sin (90 - \alpha/2 - \gamma + \varphi)) \cdot 1/\cos \varphi \cdot \cos(90 - \alpha/2)$	$\omega = 90^\circ - \alpha/2 - \gamma + \varphi$	$\varphi > 0$ (в сторону вісі обертання затискного важеля)
4		$l_1 = L \cdot \cos(180 - \alpha - \gamma) + D/2 \cdot \operatorname{tg}(90 - \alpha/2)$ $l_2 = L \cdot \cos \gamma - D/2 \cdot \operatorname{tg}(90 - \alpha/2)$	$D = 2 (\alpha + L \sin (90 - \alpha/2 - \gamma - \varphi)) \cdot 1/\cos \varphi \cdot \cos(90 - \alpha/2)$	$\omega = 90^\circ - \alpha/2 - \gamma - \varphi$	$\varphi > 0$ (в сторону від вісі обертання затискного важеля)
5		$l_1 = L \cdot \cos(180 - \alpha - \gamma) + D/2 \cdot \operatorname{tg}(90 - \alpha/2)$ $l_2 = L \cdot \cos \gamma - D/2 \cdot \operatorname{tg}(90 - \alpha/2)$	$D_H = 2 (\alpha - L \sin (\alpha/2 + \gamma - 90)) \cdot \cos(90 - \alpha/2)$	$\omega = \alpha/2 + \gamma - 90^\circ$	0
6		$l_1 = L \cdot \cos(180 - \alpha - \gamma) + D/2 \cdot \operatorname{tg}(90 - \alpha/2)$ $l_2 = L \cdot \cos \gamma - D/2 \cdot \operatorname{tg}(90 - \alpha/2)$	$D = 2 (\alpha - L \sin (\alpha/2 + \gamma - \varphi - 90)) \cdot 1/\cos \varphi \cdot \cos(90 - \alpha/2)$	$\omega = \alpha/2 + \gamma - \varphi - 90^\circ$	$\varphi > 0$ (в сторону вісі обертання затискного важеля)
7		$l_1 = L \cdot \cos(180 - \alpha - \gamma) + D/2 \cdot \operatorname{tg}(90 - \alpha/2)$ $l_2 = L \cdot \cos \gamma - D/2 \cdot \operatorname{tg}(90 - \alpha/2)$	$D = 2 (\alpha - L \sin (\alpha/2 + \gamma + \varphi - 90)) \cdot 1/\cos \varphi \cdot \cos(90 - \alpha/2)$	$\omega = \alpha/2 + \gamma + \varphi - 90^\circ$	$\varphi > 0$ (в сторону від вісі обертання затискного важеля)

Аналіз передавальних відношень сил затискних важелів

Важелі затиску мають особливе виконання конструкції, так як вони являють собою комбінований обертово-рухомий важіль, на один кінець якого прикріплена затискна призма. Саме тому складові їх передавальних відношень мають однаковий загальний вигляд для різних варіантів закріплення деталей:

$$l_1 = L \cdot \cos(180 - \alpha - \gamma) + D/2 \cdot \operatorname{tg}(90 - \alpha/2)$$

$$l_2 = L \cdot \cos \gamma - D/2 \cdot \operatorname{tg}(90 - \alpha/2)$$

Різниця для цих варіантів може визначитись величиною конструктивних варіантів затискних важелів та діаметрами утримуваних деталей. Розміри плечей включають дві складові, такі як: довжина затискного важеля з відповідними кутами та складова затискної призми, що може бути оцінена через діаметр деталі що утримується та кут затискної призми. Складова затискної призми в плечі l_1 додається до складової L . Відповідно, із аналізу формули довжини плеча l_1 її можна записати так:

$$l_1 = l_{11} + l_{12};$$

де:

$$l_{11} = L \cdot \cos(180 - \alpha - \gamma);$$

$$l_{12} = D/2 \cdot \operatorname{tg}(90 - \alpha/2).$$

Звідси зрозуміло, що перша складова прямо пропорційно залежить від L та $\cos(180 - \alpha - \gamma)$. Виходячи з твердження приведенного вище, при необхідності зменшення плеча l_{11} , це питання можна вирішити за рахунок зменшення L , так і зменшення $\cos(180 - \alpha - \gamma)$, що можна досягти за рахунок збільшення кута $(180 - \alpha - \gamma)$, що має місце при зменшенні кута призми та кута її приєднання.

Друга складова залежить від діаметру утримуваної деталі і кута затискної призми. Якщо потрібно зменшити цю величину, то для затиску деталі конкретного діаметру, можна вирішити питання за рахунок зменшення $\operatorname{tg}(90 - \alpha/2)$, і відповідно, за рахунок збільшення цього кута затискної призми. Висновки що ми отримаємо будуть протилежними по відношенню до величини l_{11} , звідки кут призми по одній і тій же умові потрібно зменшувати, а для величини l_{12} – збільшувати.

Більш точно можна проаналізувати формулу плеча l_2 :

$$l_2 = L \cdot \cos \gamma - D/2 \cdot \operatorname{tg} (90 - \alpha/2) = l_{21} - l_{22};$$

де:

$$l_{21} = L \cdot \cos \gamma;$$

$$l_{22} = D/2 \cdot \operatorname{tg} (90 - \alpha/2).$$

Перша складова довжини такого важеля прямопропорційно залежить від загальної довжини важелю затиску та кута закріплення затискної призми до затискного важелю. Зменшення довжини такої складової можна реалізувати в основному за рахунок довжини L і частково за рахунок кута γ .

Друга складова за величиною така ж сама, як і складова l_{12} , з такими ж висновками, але з невеликою відмінністю, що в довжині плеча l_1 , складова l_{12} додається до складової l_{11} , а в довжині l_2 складова l_{22} віднімається.

На рис.4.5. описано вплив важелю затиску на довжини плечей. Для виконання цих та інших графіків ми приймаємо умови реальної можливості утримування деталей захватними пристроями з відомими вихідними даними. Також для визначання приведених залежностей була прийнята умова утримання деталей номінального діаметру. Залежності що досліджуються на рисунку представлені окремими складниками так і їх підсумковими значеннями. Саме для цього на рис 4.5. спочатку приведено складові l_{11} та l_{21} , а після цього до l_{11} була додана складова l_{12} , а від l_{21} віднята складова l_{22} .

Залежності довжини плечей сил затиску від довжини затискних важелів

- | | |
|---|---|
| 1 – l_1 ($D=40; \alpha=120^\circ; \gamma=20^\circ$); | 2 – l_{11} ($D=40; \alpha=120^\circ; \gamma=20^\circ$); |
| 3 – l_2 ($D=40; \alpha=120^\circ; \gamma=20^\circ$); | 4 – l_{21} ($D=40; \alpha=120^\circ; \gamma=20^\circ$); |
| 5 – l_1 ($D=100; \alpha=120^\circ; \gamma=20^\circ$); | 6 – l_2 ($D=100; \alpha=120^\circ; \gamma=20^\circ$); |
| 7 – l_1 ($D=40; \alpha=90^\circ; \gamma=30^\circ$); | 8 – l_{12} ($D=40; \alpha=90^\circ; \gamma=30^\circ$); |
| 9 – l_2 ($D=40; \alpha=90^\circ; \gamma=30^\circ$); | 10 – l_1 ($D=60; \alpha=120^\circ; \gamma=20^\circ$); |
| 11 – l_2 ($D=60; \alpha=120^\circ; \gamma=20^\circ$). | |

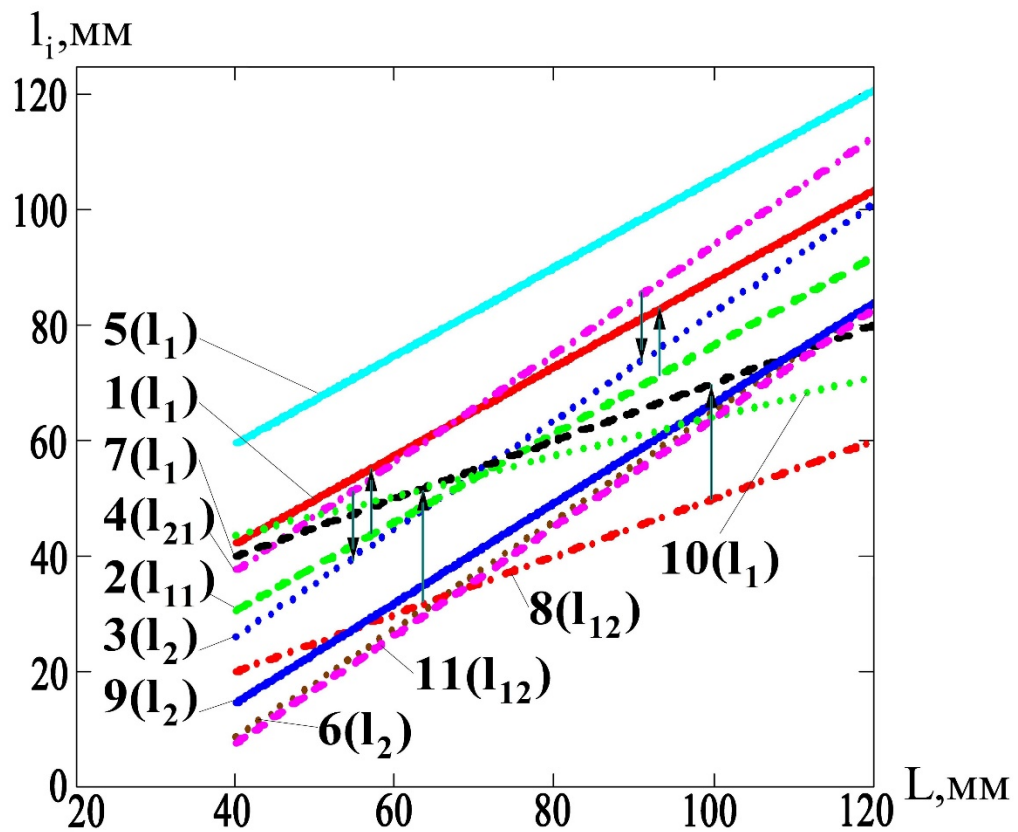


Рис. 4.5. Залежності довжини плечей сил затиску від довжини затискних важелів

Саме така форма представлення графічних залежностей детально показує вплив різних складових частин затискного пристрою та умов затиску деталей на розмір плечей прикладання сил затиску. Із приведених залежностей ми розуміємо, що вони мають лінійну залежність. Більш швидке зростання плечей може бути при більшому куті призми та затиску деталей номінального діаметру. При зменшенні кута призми, така інтенсивність зменшується. З наведених графіків видно, що складові l_{11} та l_1 паралельні між собою, як і відповідно прямі l_{21} та l_2 . Саме це підтверджено змістом формул, де перша складова враховує довжину важеля, а друга – діаметр утримуваної деталі.

Залежність довжини плечей сил затискання від діаметру затискуваних деталей наведена на рис.4.6.

Деякі залежності тут представлені у вигляді їх складових частин. Звідси, прямі 2 та 4 відповідно являють собою складові l_{11} та l_{21} , а їх підсумкові значення l_1 та l_2 – прямими 1 та 3. При $\alpha=120^\circ$ та $\gamma=30^\circ$ складові l_{11} та l_{21} – співпадають між

собою, що являє собою пряму 5, від якої вище представлена складова l_1 (пряма 6), а нижче – складова l_2 (пряма 7). При значенні кута затискних призм $\alpha=90^\circ$ підсумкові залежності l_1 та l_2 представлено прямими 8 та 9. Із вище приведених залежностей зробимо такі висновки: складові l_{11} та l_{21} не змінюються при зміні діаметру деталей що утримуються, так як у відповідних формулах вони оцінені довжиною важелю та кутами. Звідси ці складові на графіках представлено горизонтальними лініями, до яких додається або віднімається одна і та ж сама складова $D/2 \cdot \text{tg} (90-\alpha/2)$, що враховує вплив на діаметр деталі що утримується. Тому при збільшенні цього діаметру довжина плечей l_1 зростає, а довжина плечей l_2 зменшується. З цього твердження зрозуміло, що чим швидше інтенсивність зміни плечей при зменшенні кута, тим більший кут затискних призм.

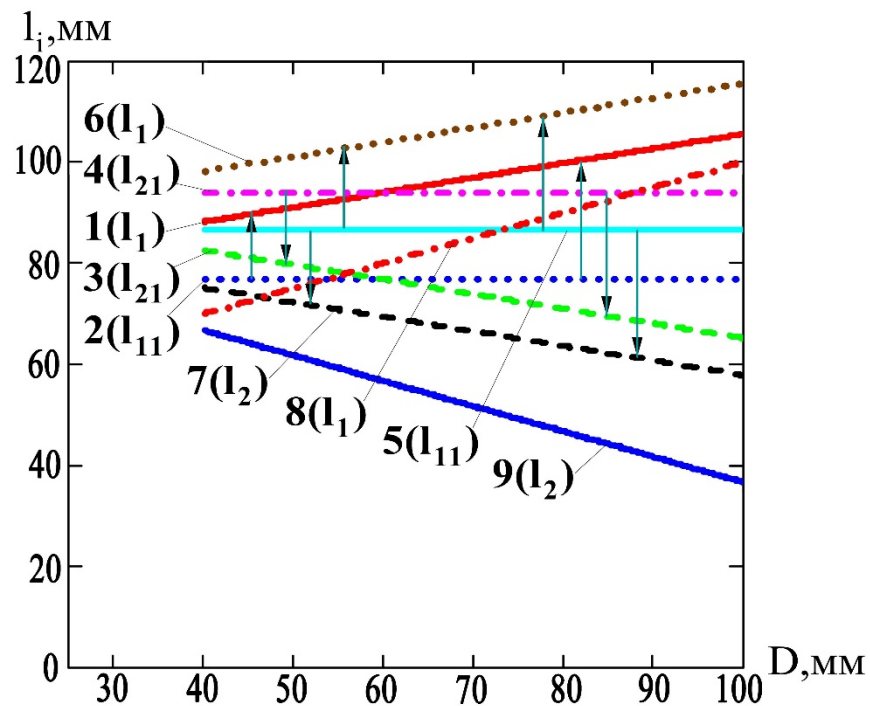


Рис. 4.6. Залежність довжин плечей від діаметру утримуваної деталі

- 1 – l_1 ($L=100; \alpha=120^\circ; \gamma=20^\circ$); 2 – l_{11} ($L=100; \alpha=120^\circ; \gamma=20^\circ$);
 3 – l_2 ($L=100; \alpha=120^\circ; \gamma=20^\circ$); 4 – l_{21} ($L=100; \alpha=120^\circ; \gamma=20^\circ$);
 5 – l_{11} та l_{21} ($L=100; \alpha=120^\circ; \gamma=20^\circ$); 6 – l_1 ($L=100; \alpha=120^\circ; \gamma=20^\circ$);
 7 – l_2 ($L=100; \alpha=120^\circ; \gamma=30^\circ$); 8 – l_1 ($L=100; \alpha=90^\circ; \gamma=30^\circ$);
 9 – l_2 ($L=100; \alpha=90^\circ; \gamma=30^\circ$).

[20,21]

5 Організаційна частина

5.1. Розрахунок потрібної кількості обладнання та коефіцієнту його завантаження

Середній коефіцієнт завантаження робочих місць, зайнятих у виготовленні даних деталей, розраховуємо у такій послідовності.

Кількість робочих місць на операціях проектного техпроцесу деталі визначаємо за формулою:

$$q_{p(i)} = \frac{N_z \cdot t_{um(i)}}{F_{дрм} \cdot 60 \cdot k_b},$$

де $t_{шт(i)}$ - штучний час i -ої операції, хв.;

$F_{дрм}$ - дійсний річний фонд часу роботи обладнання, годин;

$$F_{дрм} = F_n S (1 - 0,01f),$$

де $F_{дрм}$ - номінальний (режимний) фонд часу роботи обладнання в одну зміну, годин (визначається щорічно за календарем);

S - режим (кількість змін) роботи цеху;

f - регламентований процент втрат робочого часу, пов'язаний з плановими простоюваннями обладнання під час планових ремонтів та міжремонтного обслуговування. Для механообробного обладнання $f = 8-10\%$ [23, с. 4];

$$F_{дрм} = (365 - 104 - 11) \cdot 8 \cdot 2 (1 - 0,01 \cdot 8) = 3680 \text{ год.}$$

k_b - нормативний коефіцієнт виконання норм часу ($k_b = 1,0-1,1$ згідно [23, с. 4]).

На операції 005 техпроцесу обробки деталі:

$$q_{p(005)} = \frac{15000 \cdot 7,20}{3680 \cdot 60 \cdot 1,0} = 0,489$$

Аналогічно виконані розрахунки по інших операціях техпроцесів зведемо до таблиці.

Коефіцієнт завантаження обладнання по кожній детале-операції:

$$\eta_{з(i)} = \frac{q_{p(i)}}{q_{np(i)}}$$

$$\eta_{з(005)} = \frac{0,489}{1} = 0,489$$

Середній коефіцієнт завантаження робочих місць на усіх операціях технологічного процесу виготовлення деталі:

$$\bar{\eta}_з = \frac{\sum_{i=1}^m q_{p(i)}}{\sum_{i=1}^m q_{пр(i)}} = \frac{3,895}{8} = 0,49$$

де $q_{пр(i)}$ - прийнята (ціла) кількість робочих місць;

m - кількість операцій технологічного процесу.

Таблиця 5.1.

Розрахунок завантаження обладнання

№ опер.	Найменування операції	$t_{шт.}$, хв.	Кількість обладнання		η_3	$\overline{\eta}_3$
			q_p	$q_{пр}$		
Розрахунок для деталі стержень шліцьовий						
005	Токарна з ЧПК	7,20	0,489	1	0,489	0,49
010	Токарна з ЧПК	12,69	0,862	1	0,862	
015	Фрезерна	2,71	0,184	1	0,184	
020	Фрезерна	2,86	0,194	1	0,194	
025	Круглошліфувальна	5,34	0,363	1	0,363	
030	Шліцефрезерна	12,05	0,819	1	0,819	
035	Круглошліфувальна	6,24	0,424	1	0,424	
040	Круглошліфувальна	8,25	0,560	1	0,560	
	Всього	57,34	3,895	8	3,895	
Розрахунок для деталі втулка шліцьова						
005	Токарна	10,38	0,705	1	0,705	0,45
010	Токарна	7,23	0,491	1	0,491	
015	Свердлильна	5,52	0,375	1	0,375	
020	Свердлильна	6,34	0,431	1	0,431	
025	Протяжна	11,54	0,784	1	0,784	
	Всього	41,01	2,786	5	2,786	

Середній коефіцієнт завантаження по цеху для деталі стержень шліцьовий $\bar{\eta}_3 = 0,49$, що відповідає великосерійному типу виробництва (ВС) [23, дод. 1].

Середній коефіцієнт завантаження по цеху для деталі втулка шліцьова $\bar{\eta}_3 = 0,45$, що відповідає великосерійному типу виробництва (ВС) [23, дод. 1].

5.2. Розрахунок календарно-планових нормативів

До календарно-планових нормативів серійного виробництва належать:

- розмір партії деталей;
- кількість запусків партії деталей;
- періодичність (ритм) запуску-випуску партії деталей;
- тривалість операційних та технологічного циклів обробки деталі;
- розмір циклового запасу деталей.

Розмір партії деталей розраховуємо у два етапи: спочатку визначимо розрахунковий розмір партії, а потім цю величину скорегуємо з урахуванням виробничих умов.

Для визначення розрахункового розміру партії деталей n_p скористаємося методом, який застосовується у тому разі, коли в технологічному процесі відсутні трудомісткі за переналагоджуванням операції (підготовчо-заклучний час не перевищує 30 хв.) [23, с. 5]. Щоб не допускати частих переналагоджувань обладнання, час виготовлення партії деталей на найбільш продуктивній операції не повинен бути меншим, ніж половина зміни. Тобто:

$$n_p = \frac{0,5 \cdot F_{зм}}{t_{um}^{\min}},$$

де $F_{зм}$ – дійсний фонд часу зміни (440 хв.);

$t_{um}^{\min}$ – штучний час найбільш продуктивної операції.

$$n_p = \frac{0,5 \cdot 440}{2,71} \approx 81 \text{ шт.}$$

Для спрощення планування та обліку, партія деталей повинна укладатися в річну програму запуску ціле число разів. Тому, після визначення розрахункової *кількості партій* протягом року за формулою:

$$A_p = \frac{N_3}{n_p} = \frac{15000}{81} \approx 185,$$

визначимо фактичну кількість партій (A_ϕ) шляхом підбору найближчого до A_p цілого значення з уніфікованого ряду:

$$1, 2, 4, 8, 12, 18, 24, 36, 48, 52, 104, 250,$$

після чого скорегуємо, відповідно до отриманого значення A_ϕ , розмір партії деталей:

$$A_\phi = 250.$$

$$n_{np} = \frac{15000}{250} = 60 \text{ шт.}$$

Періодичність (ритм) запуску-випуску партій деталей:

$$R_3 = \frac{250}{60} = 4,17 \text{ роб. днів}$$

де T_p - кількість робочих днів протягом року.

Тривалість багатоопераційного виробничого циклу виготовлення партії деталей залежить від тривалості операційних циклів, способу їхнього сполучення у часі (прийнятого виду руху партії деталей) та часу міжопераційних перерв.

Тривалість операційного циклу:

$$T_{o(i)} = \frac{n_{np} \cdot t_{k-\partial(i)}}{S \cdot F_{зм. \partial}},$$

де n_{np} - остаточно прийнятий розмір партії деталей, шт.;

$t_{k-\partial(i)}$ - калькуляційно-дійсний час на даній детале-операції, хв.

$$t_{k-\partial(i)} = \frac{t_{um(i)}}{k_\phi \cdot p_{m(i)} \cdot q_{np(i)}} + \frac{t_{n-3(i)}}{n_{np}},$$

де k_ϕ - коефіцієнт виконання норм на даній операції;

$p_{m(i)}$ - технологічна партія деталей (кількість деталей, що одночасно оброблюються в багатопозиційному пристосуванні), шт.

$q_{np(i)}$ - кількість робочих місць, які працюють на даній операції паралельно.

Наприклад, для першої операції техпроцесу:

$$t_{k-\partial(005)} = \frac{7,20}{1,0 \cdot 1 \cdot 1} + \frac{20}{60} = 7,53 \text{ хв.}$$

$$T_{o(005)} = \frac{60 \cdot 7,53}{2 \cdot 440} = 0,51 \text{ дн.}$$

					КР.ПМ.21.11.09.00.00.ПЗ		Арк.
							74
Зм	Арк	№ докум	Підпи	Дати			

Результати розрахунків $t_{к-д(i)}$ і $T_{o(i)}$ зведемо до таблиці.

Для даної партії деталей може бути обраний паралельно-послідовний рух партії деталей, який застосовується при тривалості операційних циклів, що в середньому перевищують два дні, та розташуванні обладнання за ходом технологічного процесу [23, с. 7].

Таблиця 5.3.

Розрахунок тривалості циклу

№ опер.	Найменування операції	$t_{ум}$, хв.	$t_{п-з}$, хв.	$t_{к-д}$, хв.	T_o , днів	$t_{мо}$, днів
Розрахунок для деталі стержень шліцевий						
005	Токарна з ЧПК	7,20	20	7,53	0,51	0,41
010	Токарна з ЧПК	12,69	20	13,02	0,89	0,41
015	Фрезерна	2,71	20	3,04	0,21	0,41
020	Фрезерна	2,86	20	3,19	0,22	0,41
025	Круглошліфувальна	5,34	15	5,59	0,38	0,41
030	Шліцефрезерна	12,05	15	12,3	0,84	0,41
035	Круглошліфувальна	6,24	15	6,49	0,44	0,41
040	Круглошліфувальна	8,25	15	8,5	0,58	0,41
	Всього	57,34	-	59,66	4,07	3,28
Розрахунок для деталі втулка шліцева						
005	Токарна	10,38	15	10,63	0,72	0,46
010	Токарна	7,23	15	7,48	0,51	0,46
015	Свердлильна	5,52	10	5,69	0,39	0,46
020	Свердлильна	6,34	10	6,51	0,44	0,46
025	Протяжна	11,54	15	11,79	0,80	0,46
	Всього	41,01	-	42,1	2,86	2,3

Тривалість виробничого циклу при паралельно-послідовному русі для стержня шліцевого:

$$T_{n-n} = \sum_{i=1}^m T_{o_i} - \frac{(n-p) \sum_{i=1}^{m-1} t_{к-д(i)}^{кор}}{S \cdot F_{зм.д}} + \sum_{i=1}^m t_{мо},$$

де $t_{мо}$ - час міжопераційної перерви, днів.

$$t_{мо} = \frac{(0,25 \dots 0,8) \cdot \sum_{i=1}^m T_{o_i}}{m} = \frac{0,8 \cdot 4,06}{8} = 0,41 \text{ дні},$$

p - кількість деталей у транспортній партії:

$$p = \left(\frac{1}{4} \div \frac{1}{10}\right) \cdot n_{np} = \frac{1}{4} \cdot 60 = 15 \text{ шт.},$$

$t_{\kappa-\partial(i)}^{kop}$ - калькуляційно-дійсний час найкоротшої з кожної пари суміжних операцій, хв.

$$T_{п-п} = 46,2 - \frac{(60-15) \cdot (13,02+3,04+3,19+5,59+12,3+6,49+8,5)}{2 \cdot 440} + 11,9 = 5,94 \text{ дн.}$$

Графік паралельно-послідовного виду руху партії деталей стержень шліцевий представлено на рис. 5.1.

Середній розмір циклового запасу деталей визначається за формулою:

$$З_{ц} = \frac{n_{np} \cdot T_{ц}}{R_3} = \frac{60 \cdot 5,94}{4,17} = 85 \text{ шт.},$$

де $T_{ц}$ - тривалість виробничого циклу виготовлення партії деталей, дн.

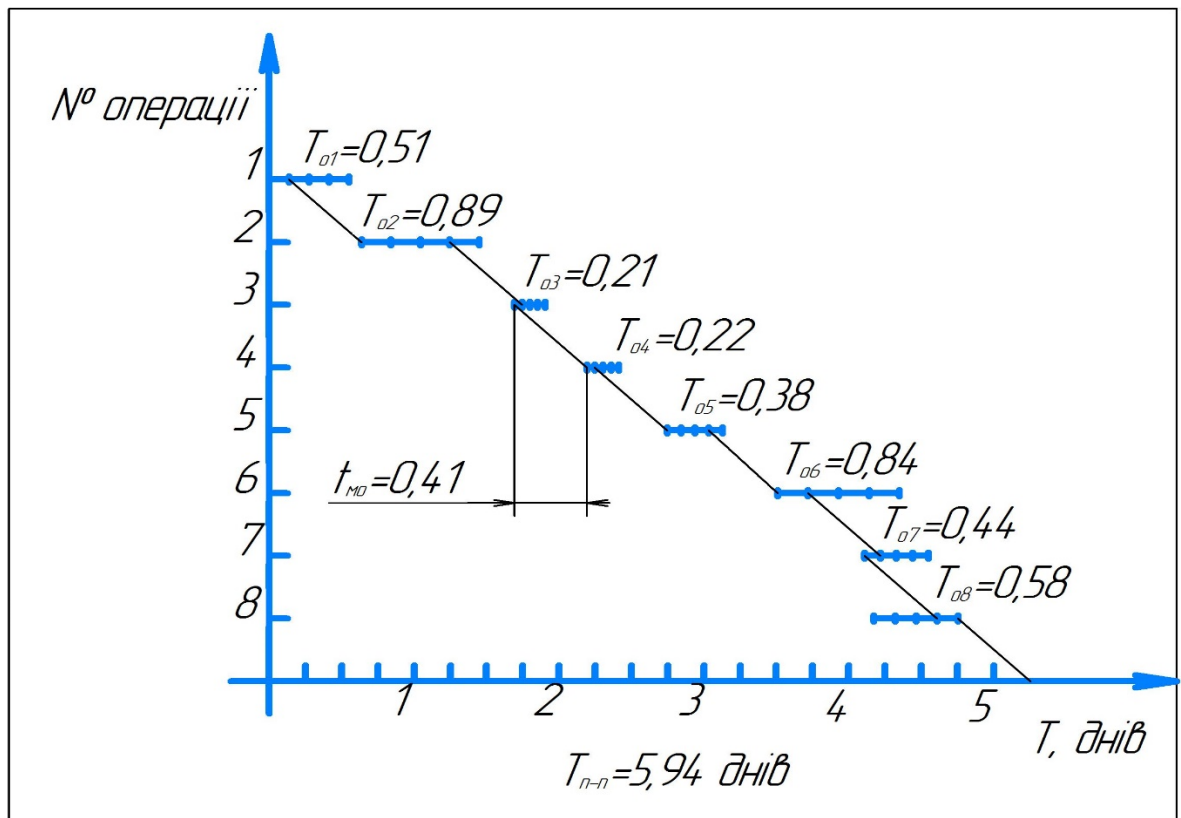


Рис. 5.1. Графік паралельно-послідовного руху партії деталей стержень шліцевий

Тривалість виробничого циклу при паралельно-послідовному русі для втулки шліцевої:

$$T_{n-n} = \sum_{i=1}^m T_{o_i} - \frac{(n-p) \sum_{i=1}^{m-1} t_{\kappa-\partial(i)}^{kop}}{S \cdot F_{3m,\partial}} + \sum_{i=1}^m t_{mo},$$

де t_{mo} - час міжопераційної перерви, днів.

$$t_{mo} = \frac{(0,25 \dots 0,8) \cdot \sum_{i=1}^m T_{o_i}}{m} = \frac{0,8 \cdot 2,86}{5} = 0,46 \text{ дні},$$

p - кількість деталей у транспортній партії:

$$p = \left(\frac{1}{4} \div \frac{1}{10} \right) \cdot n_{np} = \frac{1}{4} \cdot 60 = 15 \text{ шт.},$$

$t_{\kappa-\partial(i)}^{kop}$ - калькуляційно-дійсний час найкоротшої з кожної пари суміжних операцій, хв.

$$T_{n-n} = 46,2 - \frac{(60-15) \cdot (7,48+5,69+6,51+11,79)}{2 \cdot 440} + 2,3 = 3,91 \text{ дн.}$$

Графік паралельно-послідовного виду руху партії деталей втулка шліцьова представлено на рис. 5.2.

Середній розмір циклового запасу деталей визначається за формулою:

$$Z_{\text{ц}} = \frac{n_{np} \cdot T_{\text{ц}}}{R_3} = \frac{60 \cdot 3,91}{4,17} = 57 \text{ шт.},$$

де $T_{\text{ц}}$ - тривалість виробничого циклу виготовлення партії деталей, дн.

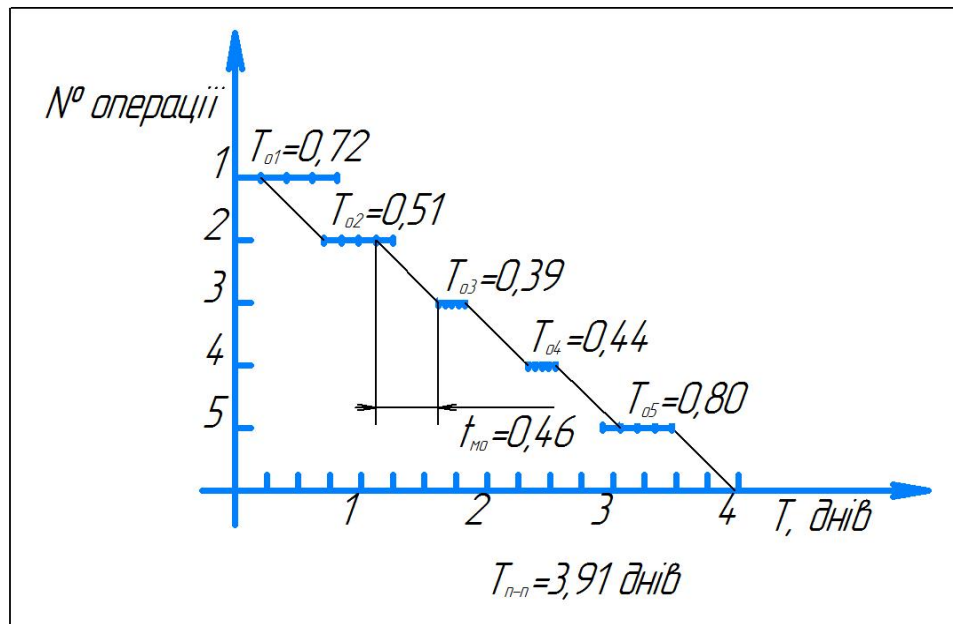


Рис. 5.2. Графік паралельно-послідовного руху партії деталей втулка шліцьова

5.3. Визначення чисельності основних робітників цеху

Проведемо розрахунки для деталі Стержень шліцьовий.

До основних належать робітники, безпосередньо зайняті виконанням технологічних операцій. Їх чисельність у серійному виробництві визначається за формулою:

$$R_o = \frac{T_p}{F_{\partial p}},$$

де T_p - трудомісткість річної виробничої програми, нормо-годин.

$$T_p = N_z \cdot \frac{\sum_{i=1}^m t_{um_i}}{60} \cdot K_{\partial ов} \cdot (1 + 0,01 \cdot d),$$

де $K_{\partial ов}$ - коефіцієнт довантаження обладнання до нормативного (η_{zn}) для даного типу виробництва [23, дод. Д1]:

$$K_{\partial ов} = \frac{\eta_{zn}}{\bar{\eta}} = \frac{0,8}{0,49} = 1,63$$

d - процент додаткових робіт, непередбачених технологічним процесом (виправлення браку, доробка, комплектація тощо), $d=15...20\%$ [23, с. 8];

$F_{\partial p}$ - дійсний річний фонд часу роботи одного робітника, год. (залежить від номінального фонду часу поточного року F_n , зменшеного на процент невиходів на роботу з поважних причин C_n (8...10%)):

$$F_{\partial p} = F_n \cdot (1 - 0,01 \cdot C_n) = 2000 \cdot (1 - 0,01 \cdot 8) = 1840 \text{ год.},$$

$$T_p = 15000 \cdot \frac{57,34}{60} \cdot 1,63 \cdot (1 + 0,01 \cdot 20) = 28039 \text{ нормо-год.}$$

$$R_o = \frac{28039}{1840} = 16 \text{ осіб.}$$

Проведемо розрахунки для деталі Втулка шліцьова.

До основних належать робітники, безпосередньо зайняті виконанням технологічних операцій. Їх чисельність у серійному виробництві визначається за формулою:

$$R_o = \frac{T_p}{F_{op}},$$

де T_p - трудомісткість річної виробничої програми, нормо-годин.

$$T_p = N_z \cdot \frac{\sum_{i=1}^m t_{um_i}}{60} \cdot K_{дов} \cdot (1 + 0,01 \cdot d),$$

де $K_{дов}$ - коефіцієнт довантаження обладнання до нормативного ($\eta_{зн}$) для даного типу виробництва [23, дод. Д1]:

$$K_{дов} = \frac{\eta_{зн}}{\bar{\eta}} = \frac{0,8}{0,45} = 1,78$$

d - процент додаткових робіт, непередбачених технологічним процесом (виправлення браку, доробка, комплектація тощо), $d=15...20\%$ [23, с. 8];

F_{op} - дійсний річний фонд часу роботи одного робітника, год. (залежить від номінального фонду часу поточного року F_n , зменшеного на процент невиходів на роботу з поважних причин C_n (8...10%)):

$$F_{op} = F_n \cdot (1 - 0,01 \cdot C_n) = 2000 \cdot (1 - 0,01 \cdot 8) = 1840 \text{ год.},$$

$$T_p = 15000 \cdot \frac{41,01}{60} \cdot 1,78 \cdot (1 + 0,01 \cdot 20) = 21899 \text{ нормо-год.}$$

$$R_o = \frac{21899}{1840} = 12 \text{ осіб.}$$

5.4 Організація технічного контролю на дільниці

Метою контролю є попередження випуску недоброякісної продукції. Для цього здійснюють систематичний контроль якості матеріалів, стану устаткування, оснащення, дотримання заданих технологічних процесів а також обмін і аналіз виробничого браку. Безпосередні виконавці і їх керівники несуть відповідальність за збереження належної якості продукції в тому числі адміністративному, матеріальному, преміальному.

Передбачають наступні види технічного контролю:

- За методом: візуальний, геометричний, якісний;

					КР.ПМ.21.11.09.00.00.ПЗ	Арк.
Зм	Арк	№ докум	Підпи	Дати		
						79

– По кількісному обхвату об’єктів: суспільним, вимірюванням на робочих місцях;

– За часом виконання: попереднім, поточним, кінцевим.

Для забезпечення конкурентоспроможності продукції ПАО НПП Радій на підприємстві була впроваджена міжнародна система якості ISO 9000.

Стандарт ISO 9000 є системно-теоретичною базою, що дозволяє створити систему якості, придатну для конкретного виробництва і включає наступні стандарти:

– ISO 9000-1.4-94 Стандарти в області адміністративного керівництва якістю та забезпечення якості;

– ISO 9001-94 Стандарти для забезпечення якості при проектуванні, розробці, виробництві, монтажу та обслуговуванні;

– ISO 9001-94 Модель для забезпечення якості на виробництві, монтажу та обслуговуванні;

– ISO 9001-94 Модель для забезпечення якості при контролі та випробуванні продукції;

– ISO 9000-1.5-94 Адміністративне керівництво якістю та елементами якості.

Взагалі система якості – це сукупність організаційної структури методом процесів та ресурсів необхідних для здійснення керівництвом якості на підприємстві розробляється комплекс стандартів підприємства, що охоплює всі елементи циклу: маркетинг, проектування продукції, підготовка виробництва, матеріально-технічне забезпечення, виробництво, контроль та випробування, установка та складання, реалізація продукції.

Основною задачею підприємства є забезпечення технічного контролю, забезпечення якості виготовленої продукції, яка повинна відповідати вимогам споживача, відповідати діючим нормативним документам, врахувати вимоги по захисту оточуючого середовища, реалізуватися по конкурентоспроможним цінам, бути економічно обґрунтованими. Для виконання цієї задачі повинно бути забезпечено належне керівництво технічними, адміністративними, людськими

					КР.ПМ.21.11.09.00.00.ПЗ	Арк.
						80
Зм	Арк	№ докум	Підпи	Дати		

факторами, що впливають на якість продукції, направлено на збереження, включення та головне попередження невідповідності продукції встановленим на неї вимогам.

На дільниці механічної обробки деталей стержень шліцьовий та втулка шліцьова впроваджено статистичний метод технічного контролю. Суть статистичного методу технічного контролю полягає в тому, що контроль за якістю здійснюється по ходу технологічного процесу певного відсотку деталей, через певний період часу. При цьому аналізуються відхилення контролюємих параметрів від встановлених норм, а при наближенні контрольних параметрів до межі норми приймаються міри по попередженню браку.

Перевага статистичного методу контролю полягає в тому, що він попереджує появу виробничого браку, тоді як інші методи дозволяють лише фіксувати форми вже наявного виробничого браку.

Організація технічного контролю складається з наступних етапів:

1. Вхідний контроль. На цьому етапі виконується візуальний контроль поковки та штамповки – виявляються візуальні дефекти – тріщини, якість базових поверхонь. Вхідний контроль виконується контролерами вибірково та робітниками в процесі виконання операції. Вхідний контроль партії заготовок проводиться вибірково в контрольній лабораторії. Він передбачає перевірку якості матеріалу, марку, хімічний склад, фізико-механічні властивості – твердість, пористість, тощо.

2. Поточний контроль. Поточний контроль розмірів деталей по кожній операції виконується робітниками на робочих місцях за допомогою калібрів та контрольних пристроїв. Відсоток контролюємих деталей та періодичність контролю залежить від значимості контролюємих розмірів та особливостей технологічного процесу – методів обробки різального інструменту, верстатів, режимів різання та визначаються на основі встановлених норм коефіцієнтів контролю та дослідних даних. Наприклад, відсоток поточного контролю для різьбових складає 8%, лінійних розмірів площини 5%, основних розмірів 10%.

Окрім поточного контролю робітниками на робочих місцях, контролери проводять вибірковий контроль розмірів на кожній операції.

3. Кінцевий контроль передбачає візуальний контроль кожної деталі, що виявилися після механічної обробки, контроль якості слюсарної обробки – наявність гострих кромek та заусенців на оброблених поверхнях. Контроль шорсткості на оброблених поверхнях кожної деталі.

[11,27]

5.5 Організація робочих місць та їх обслуговування

Робоче місце є первинним осередком виробничої структури, і тому важливою складовою частиною організації праці на підприємстві є вдосконалення планування, організації та обслуговування робочих місць для створення на кожному з них необхідних умов для продуктивної та ефективної праці.

Робоче місце – це зона трудової діяльності робітника, або групи робітників, оснащена всім необхідним для успішного здійснення роботи.

Класифікація робочих місць:

- Професія: робоче місце інженера – конструктора, технолога і тд;
- Кількість виконавців: індивідуальне, колективне;
- Міра спеціалізації: спеціальне, спеціалізоване, універсальне;
- Вид робітництва: робоче місце основного робітника, робоче місце допоміжного робітника;
- Тип виробництва: масове, серійне, одиничне;
- Місце пересування: у приміщенні, на відкритому повітрі, під землею;
- Число змін роботи: однозмінне, багатозмінне;
- Кількість устаткування: одно верстатне, багатoverстатне;
- Рівень механізації: ручної роботи, механізоване, автоматизоване, апаратне;
- Специфіка умов праці: стаціонарне або рухоме, підземне або висотне, із шкідливими або небезпечними умовами праці.

На формування робочих місць впливають такі фактори як:

- Тип виробництва;
- Рівень розподілу та кооперації праці;
- Ступінь механізації та автоматизації трудових та виробничих процесів;
- Кількість устаткування на робочому місці;
- Рухомість робочого місця;
- Час функціонування;
- Кількість змін;
- Зміст роботи;

Організація робочого місця – це система заходів щодо його планування, оснащення засобами, предметами праці, розміщення їх у певному порядку, обслуговування та атестації.

Планування робочого місця – це раціональне розміщення у просторі матеріальних елементів виробництва (устаткування, технологічного та організаційного оснащення) та робітника.

Робоче місце має робочу, основну та допоміжну зони. В основній зоні, яка обмежена досяжністю рук людини, в горизонтальній та вертикальній площині, розміщуються засоби праці, що постійно використовуються в роботі. У допоміжній зоні розміщуються предмети, котрі застосовуються рідко.

Рівень організації праці на конкретному робочому місці залежить від його оснащення та обслуговування.

Оснащення робочого місця складається із сукупності засобів праці, необхідних для виконання конкретних трудових функцій. Сюди відносять: основне технологічне і допоміжне обладнання; організаційне оснащення (оргтехніка, засоби зв'язку та сигналізації, робочі меблі, тара); технологічне оснащення (робочі та вимірювальні інструменти, запасні частини); робоча документація; засоби комунікації для подачі енергії на робоче місце, інформація про матеріали, сировину та інше. Комплексне оснащення робочого місця є необхідною передумовою ефективної організації процесу праці.

Обслуговування робочого місця передбачає своєчасне забезпечення його всім необхідним, включаючи технічне обслуговування (налагодження, регулювання, ремонт); регулярну подачу необхідних видів енергії; інформації та витратних матеріалів; контроль якості роботи обладнання, транспортне та господарське обслуговування (прибирання, чищення обладнання тощо).

Обслуговування робочих місць здійснюється за такими функціями: підготовча, інформаційна, транспортно – складська, виробнича, інструментальна, налагоджувальна, міжремонтна, енергетична, контрольна, облікова.

[6,11,20,25,27,28]

5.6 Організація інструментального господарства

Значення інструментального господарства підприємства визначається тим, що його організація істотно впливає на ефективність основного виробництва. Витрати на технологічне оснащення в масовому виробництві сягають 25 – 30 % вартості устаткування, у велико серійному – 10 – 15%, у дрібносерійному і одиничному – близько 5%. Частка витрат на оснащення в собівартості продукції становить відповідно 1,5 – 4; 4 – 6; 6 - 8 і 8 – 15 % і більше.

Величина оборотних коштів, вкладених в інструменти (оснащення), коливається від 15 до 40% загальної суми оборотних коштів промислового підприємства.

Від правильної організації роботи інструментального господарства значною мірою залежать успіх і ритмічність роботи всього підприємства, якість продукції та рентабельність.

Основні завдання інструментального господарства такі:

- Своєчасне і безперервне забезпечення виробництва якісним технологічним оснащенням та інструментом;
- Підвищення якості оснащення й організація раціональної цього експлуатації;

- Зниження витрат на виготовлення, придбання, зберігання й експлуатацію оснащення;
- Організація заточування та відновлення інструменту, ремонту оснащення й вимірювального інструменту.

Для вирішення цих завдань на підприємстві створюється інструментальне господарство. Його склад визначається характером і типом основного виробництва й розмірами підприємства.

На даному виробництві створені такі функціональні підрозділи: планово-диспетчерське бюро, бюро купованого інструменту, конструкторсько-технологічне бюро.

Планово-диспетчерське бюро визначає потреби підприємства в різних видах інструменту й оснащення, розробляє плани його виробництва й закупівлі, веде облік і контроль їхнього використання, установлює ліміти відпускання інструменту, а також здійснює контроль за їх дотриманням.

Бюро купованого інструменту організовує закупівлю інструменту відповідно до плану, розробленого планово-диспетчерським бюро.

Конструкторсько-технологічне бюро здійснює проектування технологічного оснащення й розробку технологій з їх виготовлення.

З огляду на швидку зміну асортиментів продукції що випускається, а також більшу частку спеціального інструменту, значна частина потреб в інструменті на машинобудівних підприємствах покривається за рахунок власного виготовлення.

Основним завданням інструментальної комори є системне забезпечення робочих місць необхідним інструментом та його зберігання. У коморах здійснюють також нагляд за запасами та їх поновленням; комплектування інструменту перед подачею на робочі місця; його передачу на перевірку, переточування, відновлення і ремонт; облік видачі й руху інструменту в цеху.

Планово-попереджувальному ремонту підлягають, як правило, дорогий вимірювальний інструмент і технологічне оснащення.

5.7 Організація ремонту обладнання

Під час експлуатації технологічне обладнання зазнає фізичного і морального зношування, що вимагає його постійного технічного обслуговування та ремонту. Технічне обслуговування і ремонт устаткування на підприємстві організовує та здійснює його ремонтне господарство, а окремих видів складного і спеціального – спеціальні сервісні фірми.

Ремонтне господарство підприємства – це виробничий відділ, зайнятий аналізом технічного стану технологічного обладнання, наглядом за ним, технічним обслуговуванням, ремонтом, модернізацією, розробленням та здійсненням заходів для заміни зношеного устаткування на більш прогресивне й поліпшення його використання.

Після відпрацювання кожною фізичною одиницею устаткування визначеної нормативами, кількості годин проводять його огляди, технічне обслуговування та планові ремонти, черговість і послідовність яких залежить від призначення засобу праці, його конструктивних особливостей, умов експлуатації.

Ремонт – це процес відновлення початкової діє спроможності устаткування, яке було витрачено в результаті його виробничого використання. У процесі ремонту усуваються дефекти та відхилення, які перешкоджають нормальній роботі устаткування. Деталі та вузли, що зносилися, замінюються новими чи відновлюють до первісних розмірів.

Розрізняють поточні, середні і капітальні ремонти.

Поточний ремонт здійснюється для гарантованого забезпечення нормального функціонування устаткування та інших засобів праці. Це є мінімальний за обсягом ремонт, в ході якого замінюють окремі швидкозношувані деталі, вузли, поводять технічне обслуговування та регулювання механізмів.

Середній ремонт полягає у частковому розбиранні механізмів, заміні зношених деталей, вузлів, складанні, регулюванні і випробуванні під навантаженням.

Капітальний ремонт – це найбільш складний за обсягами та затратами ремонт. Він передбачає повне розбирання механізмів; заміну всіх зношених деталей та вузлів; складання механізмів, їх регулювання та випробування окремо і в одиниці устаткування. Капітальний ремонт має за мету відновити всі первісні показники устаткування у максимально можливому ступені.

Ремонтним господарством підприємства керує головний механік. Він підпорядкований головному інженеру, очолює відділ головного механіка та здійснює функціональне керівництво цеховими ремонтними службами, координує усю роботу з технічного обслуговування і ремонту обладнання на підприємстві.

Ремонтне господарство цеху очолює механік цеху. Йому підпорядковуються майстри та бригадири, які безпосередньо керують роботами з нагляду, догляду, експлуатації та ремонту обладнання. Майстрам цеху підпорядковані чергові слюсарі, які безпосередньо виконують ремонтні роботи.

5.8 Визначення площин виробничих ділянок механічного цеху

5.8.1 Вибір форми організації роботи цеху.

Верстати на ділянках розташовані вздовж проходу і фронтом до проходу, що дозволяє покращити умови подавання заготовок, зміни інструмента, приймання деталей і т.д. Верстати із значними габаритними розмірами розташовуємо під кутом до проходу для більш повного використання площини. Верстати встановлюємо так, щоб бік з приводом був звернений до колони. Відстань між верстатами за рекомендаціями: по фронту 1500 мм; при поперечному розташуванні до проїзду – 2000мм.

Відстань від стін або колон будівлі до тильного боку верстату 900мм.

Відстань між рядами верстатів А=2000мм., Б=4000мм.

Призначаємо сітку колон 18×12м.

5.8.2. Вибір структури механічного цеху та його складу.

Механічний цех по виробництву деталей даного технологічного складається з:

					КР.ПМ.21.11.09.00.00.ПЗ	Арк.
						87
Зм	Арк	№ докум	Підпи	Дати		

- виробничих дільниць та відділень які призначені для розміщення технологічного устаткування та робочих місць основного виробництва у відповідності з розробленими технологічними процесами;

- допоміжних службових приміщень які призначені для обслуговування та забезпечення виробничих дільниць всім необхідним (різальним, вимірювальним інструментом, пристроями, технологічним оснащенням тощо).

5.8.3. Обробку деталей проводимо на одній дільниці, кількість основного обладнання на якій дорівнює 10 шт.

Загальна кількість металорізальних верстатів визначається за допомогою коефіцієнта приведення для кожного типу верстатів. $K=11$.

Загальну кількість верстатів для конкретних умов виробництва приймаємо – 77 шт.

- токарні з ЧПК - 17
- фрезерні - 17
- круглошліфувальні - 23
- шліцефрезерні - 17
- інші – 3

5.8.4. Визначення виробничої площі дільниць механічного цеху.

Площа питома для верстату середньої ваги та розмірів дорівнює 24 м^2 .

Площа механічного цеху визначається за формулою:

$$S_v = C_v \cdot S_p = 77 \cdot 24 = 1848 \text{ м}^2$$

В тому числі:

для токарних з ЧПК:

$$S_{\text{чпк}} = 17 \cdot 24 = 408 \text{ м}^2$$

для фрезерних:

$$S_{\text{фрез.}} = 17 \cdot 24 = 408 \text{ м}^2$$

для круглошліфувальних:

$$S_{\text{шліф.}} = 23 \cdot 24 = 552 \text{ м}^2$$

для шліцефрезерних:

$$S_{\text{шліцефрез.}} = 17 \cdot 24 = 408 \text{ м}^2$$

					КР.ПМ.21.11.09.00.00.ПЗ	Арк.
						88
Зм	Арк	№ докум	Підпи	Дати		

Інші:

$$S_i = 3 \cdot 24 = 72 \text{ м}^2$$

Тоді загальна площа буде дорівнювати

$$S_{\text{заг}} = S_{\text{тчпк}} + S_{\text{фрез}} + S_{\text{шліф}} + S_{\text{шліцфрез}} + S_i$$

$$S_{\text{заг}} = 408 + 408 + 552 + 408 + 72 = 1848 \text{ м}^2$$

5.9. Вибір складу допоміжних приміщень механічного цеху та визначення їх площі

Склад допоміжних відділень механічного цеху залежить від номенклатур, об'єму виробництва, річної програми випуску деталей, типу виробництва та форми організації праці.

Механічний цех має в своєму складі:

- заготівельне відділення
- заточне відділення
- відділення ремонту інструменту
- інструментально-роздаточні комори
- контрольне відділення
- ремонтне відділення

а також:

- гардеробні
- вмивальні, душові
- медпункт
- приміщення відпочинку та інші.

5.9.1. Заготівельне відділення

При обробці деталей виготовлених штампуванням в умовах серійного виробництва заготівельне відділення в складі механічного цеху мати не доцільно.

5.9.2. Заточне відділення

Кількість металорізальних верстатів загального призначення в заточному відділенні Q_r визначають в відсотках від числа верстатів основного виробництва в механічному цеху.

					КР.ПМ.21.11.09.00.00.ПЗ	Арк.
						89
Зм	Арк	№ докум	Підпи	Дати		

Приймаємо 4% або 0,04.

Тоді

$Q_p = C_y * 0,04 = 77 * 0,04 = 3$ верстатів.

В заточному відділенні встановлюють і спеціальні заточні верстати, наприклад для заточки фрез.

1 верстат (та ще 1 верстат спеціальний)

Крім того в заточному відділенні слід мати допоміжне обладнання в кількості 20% від загальної кількості верстатів в відділенні.

$$Q_p = \frac{20 * (3 + 1 + 1)}{100} = 1$$

Загальна площа заточного відділення визначається по питомій площі на 1 верстат.

$$S_p = 7 \text{ м}^2$$

Тоді площа відділення

$$S_{з.в.} = (3 + 1 + 1) * 7 = 28 \text{ м}^2$$

5.9.3. Відділення ремонту інструменту та оснастки.

Для механічного цеху де працюють 77 верстатів приймаємо 4 верстати.

Крім основного обладнання в складі відділення входить 4% допоміжного устаткування від загальної кількості верстатів в цеху.

$$Q_p = \frac{4 * 77}{100} = 3$$

Загальна площа відділення визначається по нормативам на одиницю устаткування, яке враховує площу для слюсарів та відділення запасних частин до пристроїв, яка дорівнює 20 м², тоді

$$S_{p.i} = (4 + 3) * 20 = 140 \text{ м}^2$$

5.9.4. Інструментально-роздаточні відділення (ІРВ).

Інструментально-роздаточні: відділення для збереження інструментальної оснастки, пристроїв, образивів, універсально складальних пристроїв (УСП).

В умовах серійного типу виробництва при кількості верстатів механічного цеху до 200 проектується загальне відділення: для ІРВ.

					КР.ПМ.21.11.09.00.00.ПЗ	Арк.
						90
Зм	Арк	№ докум	Підпи	Дати		

Спит.₁=0,2 м² на 1 верстат

Для пристроїв

Спит.₂=0,2 м² на 1 верстат

Для інструментальної оснастки

Спит.₃=0,2 м² на 1 верстат

Тоді, загальна площа ІРВ

С_{ірв.}=77*0,2+77*0,2+77*0,2=47 м²

5.9.5. Контрольне відділення.

Контрольні операції запроектовані в технологічних операціях механічної обробки всіх деталей, які виготовляються в механічному цеху.

Робочі місця контролерів, які забезпечені необхідними вимірювальними пристроями та обладнанням розташовані на кожній дільниці.

Площа контрольних приміщень визначається за нормами 5-6 м² на одного контролера з урахуванням коефіцієнта на розміщення обладнання, пристроїв та проходів між обладнанням.

Питома площа на одного контролера – 7 м².

Кількість контролерів в механічному цеху – 10 чол.

Тоді

С_{к.в.}=10*7=70 м²

5.9.6. Ремонтне відділення.

Площа ремонтного відділення залежить від кількості металорізальних верстатів та під'ємно транспортного обладнання за 300 одиниць приймається кількість основних верстатів ремонтного відділення по відношенню до їх загальної кількості 4% або 0,04.

Тоді

С_{р-в}=77*0,04=3 верстатів

Норма питомої площі на одну одиницю обладнання

Спит.=27м²

Тоді загальна площа відділення

Sp.в.=1,3*27*3=105 м².

					КР.ПМ.21.11.09.00.00.ПЗ	Арк.
						91
Зм	Арк	№ докум	Підпи	Дати		

Коефіцієнт 1,3 враховує, що в цю площу входить склад запасних частин, роздільне відділення та інше.

5.9.7. Відділення для приготування ЗОР.

Площа відділення для приготування змащувально-охолоджувальної рідини при кількості металорізальних верстатів в механічному цеху не більше, як 200:

$$S_{\text{ЗОР}}=60 \text{ м}^2.$$

5.10. Визначення загальної площі цеха, вибір типу та розмірів виробничої будівлі.

5.10.1. Визначення загальної площі механічного цеху.

Загальна площа механічного цеху залежить від прийнятого розташування верстатів та визначається, як сума всіх площ. Враховуючи всі приміщення, дільниці, відділення, площа цеху перевищує 5200 м².

5.10.2. Вибір типу та розмірів виробничої споруди.

Конструкція виробничої споруди для проектуемого цеху приймається залізобетонною.

Споруда складається з залізобетонних колон, балок, підкришових елементів, складальних конструкцій для кровлі.

Основні секції приймаються з сіткою колон 18х12, тобто ширина прольоту 18 м, а крок колон 12 м.

Фундаменти приймаються стрічкові (під стики), та стовбчасті ступенчаті – під колони.

Адміністративні та побутові приміщення розміщуються в одному двоповерховому будинку.

5.11. Розробка планіровки дільниць механічної обробки

Розробка загальної планіровки цеху приведено в графічній частині.

5.12. Вибір міжопераційного і внутрішньоцехового транспорту

Як основний транспортний засіб для міжопераційного транспортування і

					КР.ПМ.21.11.09.00.00.ПЗ	Арк.
						92
Зм	Арк	№ докум	Підпи	Дати		

пересування вантажів використовується напольно-тележечний транспорт. Через те що відстань між верстатами не перевищує 50 см., доцільно використовувати спеціальні ручні теліжки вантажопід'ємністю 0,5т, обладнані стелажми у вигляді „пірамід”.

Для виконання завантажувально-розвантажувальних робіт (розвантаження заготовок, завантаження деталей) доцільно використовувати підвісні кран-балки, через те що вони не потребують встановлення колон з консолями для підкранових шляхів, мають незначні габарити по вертикалі.

5.13. Адміністративно-побутові приміщення, їх склад визначення їх площин

Адміністративно-побутове приміщення розташоване в пристройках до виробничої будівлі.

До складу адміністративно-конторського і побутового приміщення входять технологічне, конструкторське, планово-диспетчерське та інші бюро, цехові лабораторії, бухгалтерія, приміщення для змінних інженерів, кабінет начальника цеха і його замісників.

До складу санітарно-гігієнічних служб входять гардеробні, вмивальники, душові, санвузли, ручні і ножні ванни, приміщення особистої гігієни жінки. До складу битових приміщень також – медпункт, кімнати прийому їжі, кімнати відпочинку, зал для зборів.

Адміністративно-битова будівля пристроєна безпосередньо до торцевого боку виробничого приміщення. Ширина адміністративно-битової будівлі 12м, крок колон – 6м, висота поверхів 3,3м. Кількість місць в гардеробних 150.

Для робочих механічного цеху на одного працюючого кожної зміни необхідно при відкритому способі збереження – для вуличного одягу 1 крючок на вішалці і для робочого одягу – 1 відкритий шкаф.

Розрахунок площини гардеробної для вуличного одягу:

довжина вішалки 6м., кількість вішалок 8; ширина вішалок 50см.

Ширина проходів між вішалками 1м.

					КР.ПМ.21.11.09.00.00.ПЗ	Арк.
						93
Зм	Арк	№ докум	Підпи	Дати		

$$S=(2\cdot0,5+6\cdot2+1,6)\cdot(1,2\cdot2+1,4+2)=84,68\text{ м}^2.$$

Загальна площа гардеробних 169,36 м²

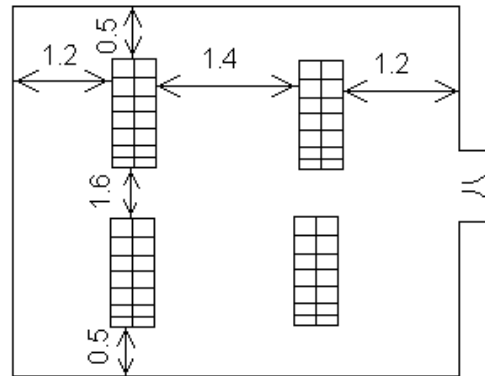


Рис.5.2. План гардеробної для вуличного та робочого одягу

Розрахунок площини гардеробних для робочого одягу:

Розмір шаф 300×500. Довжина одного ряду шаф 6м; в одному ряду 20 комірок. Необхідно 8 рядів.

Кількість жінок приймаємо 40%.

Умивальники:

Кількість кранів приймаємо 150/10=15 штук. Площина $S=0,6\cdot4\cdot4\cdot2=19,2\text{ м}^2$

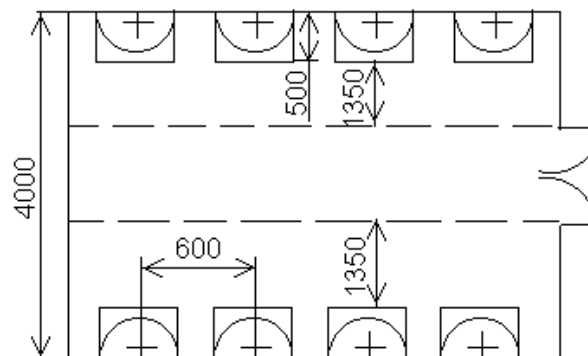


Рис. 5.3. План умивальника

Душеві. Кількість душових сіток приймаємо: $75:15+75:12=12\text{ шт.ук.}$

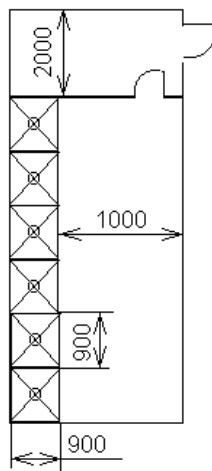


Рис.5.4. План душової кімнати

Площина душових $1,9 \cdot 6,5 = 24,7 \text{ м}^2$

Приміщення для особистої гігієни жінок приймаємо розміром 30 м^2 . Уборні в кількості $150:15=10$ шт. мають розміри кабін $1,2 \times 0,8 \text{ м}$.

Приміщення їдальні 60 м^2 .

Площина здравпункту 60 м^2 .

Приміщення для відпочинку в робочий час 45 м^2 .

Приміщення для зборів 100 м^2

6. ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

6.1. Аналіз варіантів технологічного процесу

Для того, щоб довести доцільність впровадження запропонованого у даній дипломній роботі варіанту технологічного процесу механічної обробки деталі необхідно зробити його економічний аналіз. Цей аналіз здійснюється шляхом визначення та порівняння технологічної собівартості виготовлення деталі по кожному з альтернативних варіантів (базовому і проектному):

$$C_{mex} = V \cdot N_z + P,$$

де V – змінні витрати у технологічній собівартості, величина яких змінюється пропорційно зміні обсягу випуску продукції, грн./рік.

P – постійні витрати, величина яких не змінюється або змінюється неістотно в залежності від зміни річного випуску продукції грн./рік.

Порівнюючи варіанти технологічного процесу, проаналізуємо та зіставимо лише ті статті витрат, величина яких змінюється при переході від одного варіанту до іншого. Так само, порівнювати доцільно лише операції, які відрізняються.

Таблиця 6.1

Характеристика змін при обробці деталі Стержень шліцьовий

Номер опер.	Базовий варіант		Номер опер.	Проектний варіант	
	Модель обладнання	t_{um} , хв.		Модель обладнання	t_{um} , хв.
005	MP-71M	0,35	005	16A20Ф3С49	7,20
010	16K20Ф3	10,55	010	16A20Ф3С49	12,69
015	16K20Ф3	10,51	015	6P11MФ3-1	2,71
020	16K20Ф3	8,46	020	6P11MФ3-1	2,86
025	16K20Ф3	6,32	025	3M151Ф2	5,34
030	2H135	0,7	030	5A352ПФ2	12,05
035	2H135	1,35	035	3M151Ф2	6,24
040	2P125Ф2	3,48	040	3M151Ф2	8,25
045	3M151	5,22			
050	5A352ПФ2	12,78			
055	3M151	6,35			
060	3M151	8,45			

6.1.1. Розрахунок змінних витрат

За поелементним методом розрахунку змінні витрати визначаються за формулою:

$$V = M_o + Z_{одв} + E_c + B_p + B_{мд} + B_{ін.ун} + B_{пр.ун} + B_{ам.у} + B_{ен},$$

де M_o – вартість основних матеріалів (не розраховуються, оскільки не змінюються в порівнюваних варіантах), грн.;

$Z_{одв}$ – заробітна плата виробничих робітників основна, додаткова з урахуванням єдиного соціального внеску, грн.;

E_c – витрати на електроенергію силову, грн.;

B_p – витрати на ремонт обладнання, грн.;

$B_{мд}$ – витрати на матеріали допоміжні, грн.;

$B_{ін.ун}$ – витрати на експлуатацію універсального ріжучого інструменту, грн.;

$B_{ам.у}$ – витрати на амортизацію універсального обладнання, грн.;

$B_{ен}$ – витрати на експлуатацію приміщень, грн.

Витрати на заробітну плату основну, додаткову з урахуванням єдиного соціального внеску:

$$Z_{одв} = C_{z(i)} \frac{t_{ум(i)}}{60} (1 + K_o) \cdot (1 + K_c),$$

де $C_{z(i)}$ – годинна тарифна ставка відповідного розряду i -тої операції техпроцесу, грн./год.;

$t_{ум(i)}$ – штучний час i -тої операції, хв.;

K_o, K_c – коефіцієнти, які враховують відповідно додаткову заробітну плату та відрахування на соціальні потреби (єдиний соціальний внесок).

$$Z_{одв.баз} = \frac{49,858 \cdot 0,35 + 55,398 \cdot 35,05 + 62,784 \cdot 39,13}{60} \cdot (1 + 0,1) \cdot (1 + 0,22) = 98,7712 \text{ грн.}$$

$$Z_{одв.пр} = \frac{55,398 \cdot 25,46 + 62,784 \cdot 31,88}{60} \cdot (1 + 0,1) \cdot (1 + 0,22) = 76,3598 \text{ грн.}$$

Наступні статті витрат пов'язано з утриманням та експлуатацією обладнання. Тому, перед їх розрахунком, на основі [23, дод. Д2 та 2, с. 91] складемо таблицю характеристики обладнання, яке використовується у порівнюваних операціях базового та проектного техпроцесів.

					КР.ПМ.21.11.09.00.00.ПЗ	Арк.
						97
Зм	Арк	№ докум	Підпи	Дати		

Таблиця 6.2

Характеристика обладнання

Модель обладнання	Габаритні розміри: довжина × ширина, м	Потужність електро-двигунів верстата, кВт	Група ремонтної складності механічної/електричної частини, УРО	Площа в плані $S_{од}$, м ²	Ціна, тис. грн.
Базовий варіант					
MP-71M	3,14×1,63	13	7/3	5,12	20600
16K20Ф3	3,7×2,26	11	11/8,5	8,36	30500
2H135	2,69×0,83	4	8/5,5	2,23	9500
2P125Ф2	1,9×1,5	4	11/5,5	2,85	24000
3M151	4,9×2,3	10	8/8	11,27	74000
5A352ПФ2	2,595×1,55	6,5	12/19	4,02	45000
Проектний варіант					
16A20Ф3C49	3,7×2,26	11	11/8,5	8,36	30500
6P11MФ3-1	2,5×2,2	8,5	18/14	5,5	20500
3M151Ф2	5,4×2,4	11	8/8	12,96	78000
5A352ПФ2	2,595×1,55	6,5	12/19	4,02	49000

Витрати на електроенергію силову:

$$E_c = \frac{N_{\epsilon} \cdot K_o \cdot K_N \cdot K_{\delta} \cdot t_{ум} \cdot C_{ел}}{\eta_{\epsilon} \cdot \eta_m \cdot 60},$$

де N_{ϵ} – встановлена потужність електродвигунів обладнання, кВт;

K_o – коефіцієнт одночасної роботи двигунів, $K_o=0,65...0,8$;

K_N – коефіцієнт, який враховує завантаження електродвигунів за потужністю (приймається у розмірі 0,4...0,5 – для шліфувальних верстатів; 0,5...0,6 – для токарних, свердлувальних; 0,6...0,7 – для фрезерних, протягувальних, зубообробних верстатів; 0,7...0,8 – для токарних автоматів і напівавтоматів, агрегатних та багатопозиційних верстатів);

K_{δ} – коефіцієнт, який враховує завантаження електродвигунів за часом, $K_{\delta}=0,3...0,5$;

η_{ϵ} – коефіцієнт, що враховує втрати електроенергії в мережі, $\eta_{\epsilon}=0,92...0,96$;

η_m – ККД електродвигунів, $\eta_m=0,86...0,9$;

$C_{ел}$ – ціна 1 кВт-год електроенергії без ПДВ, грн.

Наприклад, для операції 005 базового техпроцесу:

Зм	Арк	№ докум	Підпи	Дати	КР.ПМ.21.11.09.00.00.ПЗ	Арк.
						98

$$E_{с.баз(005)} = \frac{13 \cdot 0,8 \cdot 0,7 \cdot 0,5}{0,96 \cdot 0,9} \cdot \frac{0,35}{60} \cdot 4,21 = 0,1029 \text{ грн.}$$

Аналогічно виконані розрахунки за іншими операціями зведемо до таблиці.

Таблиця 6.3

Розрахунок витрат на електроенергію

Базовий варіант					Проектний варіант				
№ опер.	N_{θ} , кВт	K_N	$t_{ум}$, хв.	$E_{с.баз}$, грн.	№ опер.	N_{θ} , кВт	K_N	$t_{ум}$, хв.	$E_{с.пр}$, грн.
005	13	0,7	0,35	0,1029	005	11	0,8	7,20	2,0582
010	11	0,8	10,55	3,0153	010	11	0,8	12,69	3,6276
015	11	0,8	10,51	3,0050	015	8,5	0,7	2,71	0,5242
020	11	0,8	8,46	2,4184	020	8,5	0,7	2,86	0,5532
025	11	0,8	6,33	1,8095	025	11	0,5	5,34	0,9541
030	4	0,6	0,70	0,0547	030	6,5	0,7	12,05	1,7808
035	4	0,6	1,35	1,0525	035	11	0,5	6,24	1,1149
040	4	0,6	3,48	0,2713	040	11	0,5	8,25	1,4740
045	10	0,5	5,22	0,8478					
050	6,5	0,7	12,78	1,8889					
055	10	0,5	6,35	1,0311					
060	10	0,5	8,45	1,3721					
Всього	-	-	74,53	16,8695	Всього	-	-	57,34	12,087

Витрати на ремонт обладнання:

$$B_p = \frac{W_m \cdot R_m + W_e \cdot R_e}{F_{дрм}} \cdot \frac{t_{ум}}{60},$$

де W_m , W_e – витрати на всі види ремонту та обслуговування за ремонтний цикл, які припадають на одиницю ремонтної складності, відповідно механічної та електричної частини обладнання, грн.;

R_m , R_e – категорія ремонтної складності відповідно механічної та електричної частин обладнання, УРО;

$F_{дрм}$ – дійсний річний фонд часу роботи обладнання, год.

$$B_{p.баз(005)} = \frac{680 \cdot 7 + 520 \cdot 3}{3950} \cdot \frac{0,35}{60} = 0,0928 \text{ грн.}$$

Аналогічно виконані розрахунки за іншими операціями зведемо до таблиці.

Таблиця 6.4

Розрахунок витрат на ремонт обладнання

Базовий варіант					Проектний варіант				
№ опер.	R_m , УРО	R_e , УРО	$t_{ум}$, хв.	$B_{р.баз}$, грн.	№ опер.	R_m , УРО	R_e , УРО	$t_{ум}$, хв.	$B_{р.пр}$, грн.
005	7	3	0,35	0,0928	005	11	8,5	7,20	0,3615
010	11	8,5	10,55	0,5296	010	11	8,5	12,69	0,6372
015	11	8,5	10,51	0,5278	015	18	14	2,71	0,2234
020	11	8,5	8,46	0,4248	020	18	14	2,86	0,2357
025	11	8,5	6,33	0,3178	025	8	8	5,34	0,2163
030	8	5,5	0,70	0,0246	030	12	19	12,05	0,9171
035	8	5,5	1,35	0,0473	035	8	8	6,24	0,2527
040	11	5,5	3,48	0,1518	040	8	8	8,25	0,3342
045	8	8	5,22	0,2114					
050	12	19	12,78	0,9728					
055	8	8	6,35	0,2571					
060	8	8	8,45	0,3422					
Всього	-	-	74,53	4,3257	Всього	-	-	57,34	3,1781

Витрати на допоміжні матеріали:

$$B_{мд} = \frac{M_{зв} \cdot R_m \cdot t_{ум}}{100 \cdot 60} \cdot K_6,$$

де $M_{зв}$ – годинні витрати на допоміжні матеріали, коп.;

K_6 – коефіцієнт, який враховує тип виробництва.

$$B_{мд.баз(005)} = \frac{29,5 \cdot 7 \cdot 0,35}{100 \cdot 60} \cdot 1,2 = 0,0145 \text{ грн.}$$

Аналогічно виконані розрахунки за іншими операціями зведемо до таблиці.

Таблиця 6.5

Розрахунок витрат на допоміжні матеріали

Базовий варіант				Проектний варіант			
№ опер.	R_m , УРО	$t_{шт}$, хв.	$B_{мод.баз}$, грн.	№ опер.	R_m , УРО	$t_{шт}$, хв.	$B_{мод.пр}$, грн.
005	7	0,35	0,0145	005	11	7,20	0,4673
010	11	10,55	0,6847	010	11	12,69	0,8236
015	11	10,51	0,6821	015	18	2,71	0,2878
020	11	8,46	0,5490	020	18	2,86	0,3037
025	11	6,33	0,4108	025	8	5,34	0,2520
030	8	0,70	0,0330	030	12	12,05	0,8531
035	8	1,35	0,0637	035	8	6,24	0,2945
040	11	3,48	0,2258	040	8	8,25	0,3894
045	8	5,22	0,2464				
050	12	12,78	0,9048				
055	8	6,35	0,2997				
060	8	8,45	0,3988				
Всього	-	74,53	4,5133	Всього	-	57,34	3,6714

Витрати на амортизацію універсального обладнання:

$$B_{ам} = \frac{\Phi_{бал} \cdot H_a \cdot t_{шт}}{F_{дрм} \cdot 60 \cdot 100 \cdot \eta_{зн}},$$

де $\Phi_{бал}$ – балансова вартість одиниці обладнання, грн.

$$\Phi_{бал} = C_{опт} \cdot K_{тмф},$$

де $C_{опт}$ – оптова ціна обладнання, грн.;

$K_{тмф}$ – коефіцієнт, який враховує витрати на транспортування обладнання (0,05...0,1), його монтаж (0,04...0,06), улаштування фундаменту (0,02...0,08);

H_a – норма амортизації на реновацію, %.

$$B_{ам.баз(005)} = \frac{20600 \cdot 1,2 \cdot 15 \cdot 0,35}{3950 \cdot 60 \cdot 100 \cdot 0,8} = 1,7988 \text{ грн.}$$

Аналогічно виконані розрахунки за іншими операціями зведемо до таблиці.

Таблиця 6.6

Розрахунок витрат на амортизацію обладнання

Базовий варіант					Проектний варіант				
№ опер.	$C_{опт}$, грн.	$\Phi_{бал}$, грн.	$t_{ум}$, хв.	$B_{ам.баз}$, грн.	№ опер.	$C_{опт}$, грн.	$\Phi_{бал}$, грн.	$t_{ум}$, хв.	$B_{ам.пр}$, грн.
005	20600	24720	0,35	0,0068	005	30500	36600	7,20	0,2085
010	30500	36600	10,55	0,3055	010	30500	36600	12,69	0,3674
015	30500	36600	10,51	0,3043	015	20500	24600	2,71	0,0527
020	30500	36600	8,46	0,2450	020	20500	24600	2,86	0,0557
025	30500	36600	6,33	0,1833	025	78000	93600	5,34	0,3954
030	9500	11400	0,70	0,0063	030	49000	58800	12,05	0,5605
035	9500	11400	1,35	0,0122	035	78000	93600	6,24	0,4621
040	24000	28800	3,48	0,0793	040	78000	93600	8,25	0,6109
045	74000	88800	5,22	0,3667					
050	45000	54000	12,78	0,5460					
055	74000	88800	6,35	0,4461					
060	74000	88800	8,45	0,5936					
Всього	452600	543120	74,53	3,0951	Всього	385000	462000	57,34	2,7132

Витрати на експлуатацію приміщення:

$$B_{en} = \frac{S_{од} \cdot k_f \cdot C}{F_{дрм} \cdot \eta_{зн}} \cdot \frac{t_{ум}}{60},$$

де $S_{од}$ – площа в плані, яку займає одиниця обладнання, m^2 ;

k_f – коефіцієнт, який враховує додаткову площу (проходи, проїзди, транспортно-складські приміщення) [23, табл. 4].

C – річні витрати, пов'язані з експлуатацією $1m^2$ виробничого приміщення, грн.

$$B_{еп.баз(005)} = \frac{5,12 \cdot 2,5 \cdot 480}{3950 \cdot 0,8} \cdot \frac{0,35}{60} = 0,0136 \text{ грн.}$$

Аналогічно виконані розрахунки за іншими операціями зведемо до таблиці.

Таблиця 6.7

Розрахунок витрат на утримання приміщення

Базовий варіант						Проектний варіант					
№ опер.	$S_{од}, м^2$	k_f	$S_{од} \times k_f, м^2$	$t_{ум}, хв.$	$B_{ен.баз}, грн.$	№ опер.	$S_{од}, м^2$	k_f	$S_{од} \times k_f, м^2$	$t_{ум}, хв.$	$B_{ен.пр}, грн.$
005	5,12	3,0	15,36	0,35	0,0136	005	8,36	2,5	20,9	7,20	0,3810
010	8,36	2,5	20,9	10,55	0,5582	010	8,36	2,5	20,9	12,69	0,6714
015	8,36	2,5	20,9	10,51	0,5561	015	5,5	3,0	16,5	2,71	0,1132
020	8,36	2,5	20,9	8,46	0,4476	020	5,5	3,0	16,5	2,86	0,1195
025	8,36	2,5	20,9	6,33	0,3349	025	12,9 6	2,5	32,4	5,34	0,4380
030	2,23	3,5	7,805	0,70	0,0138	030	4,02	3,0	12,06	12,05	0,3679
035	2,23	3,5	7,805	1,35	0,0267	035	4,02	3,0	12,06	6,24	0,1905
040	2,85	3,5	9,975	3,48	0,0879	040	4,02	3,0	12,06	8,25	0,2519
045	11,2 7	2,5	28,17 5	5,22	0,3723						
050	4,02	3,0	12,06	12,78	0,3902						
055	4,02	3,0	12,06	6,35	0,1939						
060	4,02	3,0	12,06	8,45	0,2580						
Всього	-	-	188,9	74,53	3,2532	Всього	-	-	143,38	57,34	2,5334

6.1.2. Розрахунок постійних витрат

За поелементним методом розрахунку постійні витрати включають:

$$P = B_{нал} + B_{сп.осн} + B_{ам.сп} + B_{пр},$$

де $B_{нал}$ – витрати на налагодження обладнання, грн.;

$B_{сп.осн}$ – витрати на експлуатацію спеціального оснащення, грн.;

$B_{ам.сп}$ – витрати на амортизацію спеціального обладнання, грн.;

Витрати $B_{сп.осн}$ та $B_{ам.сп}$ у порівнюваних варіантах відсутні.

$B_{пр}$ – витрати на створення програмного забезпечення верстату з ЧПК, грн.

Витрати на налагодження обладнання:

$$B_{нал} = C_{гн} \cdot \frac{t_{н-з}}{60} \cdot (1 + K_o) \cdot (1 + K_c) \cdot A,$$

де $C_{гн}$ – годинна тарифна ставка наладчика відповідного розряду грн./год.;

$t_{н-з}$ – підготовчо-заклучний час даної операції, хв.;

A – кількість партій, що відповідає кількості переналагоджень за рік.

$$B_{\text{нал.баз}} = \frac{55,398 \cdot 7 + 62,784 \cdot 95 + 73,864 \cdot 80}{60} \cdot (1 + 0,1) \cdot (1 + 0,22) \cdot 120 = 32909,56 \text{ грн.}$$

$$B_{\text{нал.пр}} = \frac{62,784 \cdot 80 + 73,864 \cdot 60}{60} \cdot (1 + 0,1) \cdot (1 + 0,22) \cdot 60 = 12688,02 \text{ грн.}$$

Витрати на створення програмного забезпечення:

$$B_{\text{пр}} = T_{\text{пр}} \cdot Z_{\text{год}} \cdot K_{\text{дс}},$$

де $T_{\text{пр}}$ – трудомісткість підготовки програмного забезпечення, яка враховує трудомісткість розробки операційної карти техпроцесу, керуючої програми, карт налагодження інструменту, карти кодування інформації, год.;

$Z_{\text{год}}$ – середньогодинна заробітна плата інженерів з підготовки програмного забезпечення, грн./год.;

$K_{\text{дс}}$ – коефіцієнт, який враховує додаткову заробітну плату та єдиний соціальний внесок.

$$B_{\text{пр.баз}} = 120,8 \cdot 72,38 \cdot 1,342 = 11733,78 \text{ грн.}$$

$$B_{\text{пр.пр}} = 89,3 \cdot 72,38 \cdot 1,342 = 8674,06 \text{ грн.}$$

6.1.3. Розрахунок технологічної собівартості

Усі виконані розрахунки змінних та постійних витрат, а також розрахунок технологічної собівартості зведемо до таблиці.

Технологічна собівартість:

$$C_{\text{тех.баз}} = 130,828 \cdot 15000 + 44655,44 = 2007075,44 \text{ грн.}$$

$$C_{\text{тех.пр}} = 100,5429 \cdot 15000 + 21362,08 = 1529505,58 \text{ грн.}$$

Розрахунок технологічної собівартості

№ з/п	Статті витрат	Витрати, грн.	
		Базовий	Проект
1.	<u>Змінні витрати V</u>		
1.1	Заробітна плата виробничих робітників основна, додаткова з єдиним соціальним внеском	98,7712	76,3598
1.2	Електроенергія силова	16,8695	12,087
1.3	Ремонт обладнання	4,3257	3,1781
1.4	Матеріали допоміжні	4,5133	3,6714
1.5	Амортизація універсального обладнання	3,0951	2,7132
1.6	Експлуатація приміщень	3,2532	2,5334
	Всього змінних витрат	130,828	100,5429
2.	<u>Постійні витрати P</u>		
2.1	Налагодження обладнання	32909,56	12688,02
2.2	Програмне забезпечення	11733,78	8674,06
	Всього постійних витрат	44655,44	21362,08
	Технологічна собівартість річного випуску деталей	2007075,44	1529505,58

За критерієм мінімуму технологічної собівартості більш ефективним для заданої програми запуску деталей стержень шліцьовий $N_z=15000$ шт. є проектний варіант технологічного процесу механічної обробки даної деталі.

Для розмежування області ефективного використання того чи іншого варіанту технологічного процесу розрахуємо критичну програму випуску деталей $N_{кр}$, за якої варіанти, що порівнюються, будуть рівноцінними, тобто $C_{тех.баз}=C_{тех.пр}$:

$$N_{кр} = \frac{P_{пр}-P_{баз}}{V_{баз}-V_{пр}} = \frac{21362,08-44655,44}{130,828-100,5429} = -769,136 \text{ шт.},$$

Від'ємне значення $N_{кр}$ означає, що за будь-якої програми запуску деталі стержень шліцьовий ефективнішим з економічної точки зору є проектний варіант технологічного процесу механічної обробки даної деталі.

6.1.4. Розрахунок показників економічної ефективності проектного варіанту технологічного процесу

Річний економічний ефект від застосування обраного варіанту технологічного процесу:

$$E_p = (C_{\text{тех.баз}} + E_n \cdot K_{\text{баз}}) - (C_{\text{тех.пр}} + E_n \cdot K_{\text{пр}}),$$

де E_n – нормативний коефіцієнт порівняльної економічної ефективності капітальних вкладень;

$K_{\text{баз}}$, $K_{\text{пр}}$ – відповідно капітальні вкладення базового і проектного варіантів техпроцесу, грн.

Капітальні вкладення по кожному варіанту складаються із вкладень в обладнання $\Phi_{\text{бал}}$ (табл. 6.6), оснащення $B_{\text{осн}}$, а також у приміщення, яке це обладнання займає $K_{\text{буд}}$, скореговані на коефіцієнт завантаження обладнання тих детале-операцій, які відрізняються у порівнюваних варіантах:

$$K = (\Phi_{\text{бал}} + B_{\text{осн}} + K_{\text{буд}}) \cdot \eta_{z_i},$$

Капітальні вкладення в будівлі розраховуємо за формулою:

$$K_{\text{буд}} = S_{\text{од}} \cdot K_f \cdot q_{\text{пр}} \cdot h \cdot \Pi_{\text{буд}},$$

де h - висота приміщення цеху, м;

$\Pi_{\text{буд}}$ – ціна 1м² виробничої площі висотою 8-10 м, грн./м³.

$$K_{\text{буд.баз}} = 188,9 \cdot 4000 \cdot 8 = 9067200 \text{ грн.}$$

$$K_{\text{буд.пр}} = 143,38 \cdot 4000 \cdot 8 = 4588160 \text{ грн.}$$

$$K_{\text{баз}} = (543120 + 9067200) \cdot 0,24 = 2306476 \text{ грн.}$$

$$K_{\text{пр}} = (462000 + 4588160) \cdot 0,21 = 1060533 \text{ грн.}$$

$$E_p = (2007075 + 0,16 \cdot 2306476) - (1529505 + 0,16 \cdot 1060533) = 676921 \text{ грн.}$$

6.2. Розрахунок планової цехової собівартості деталі

Цехова собівартість виготовлення деталей визначається як сума калькуляційних статей витрат:

					КР.ПМ.21.11.09.00.00.ПЗ		Арк.
							106
Зм	Арк	№ докум	Підпи	Дати			

$$C_{цех} = M_o + Z_{од} + B_c + B_{ин} + B_o + B_{ц},$$

де M_o - вартість основних матеріалів, грн.:

$Z_{од}$ - основна та додаткова заробітна плата основних виробничих робітників, грн.;

B_c - відрахування на соціальні потреби (єдиний соціальний внесок), грн.;

$B_{ин}$ - витрати на експлуатацію спеціального оснащення, грн.;

B_o - витрати на утримання та експлуатацію обладнання, грн.;

$B_{ц}$ - цехові витрати, грн.

Вартість основних матеріалів:

$$M_o = a_p \cdot C_m \cdot K_{тр} - a_{в} \cdot C_{в},$$

де a_p - норма витрат матеріалу на деталь, кг.;

C_m - ціна матеріалу, грн./кг.;

$K_{тр}$ - коефіцієнт, який враховує транспортно-заготівельні витрати, витрати на зберігання матеріалів (приймається у розмірі 1,05...1,08);

$a_{в}$ - маса відходів, кг.;

$C_{в}$ - ціна відходів, грн./кг.

$$M_o = 1,6 \cdot 43,81 \cdot 1,05 - (1,6 - 1,144) \cdot 18,34 = 65,238 \text{ грн.};$$

Заробітна плата основна й додаткова виробничих робітників:

$$Z_{од} = P_{г} (1 + K_{д}),$$

де $P_{г}$ - відрядний розцінок на деталь (основна зарплата), що визначається, як сума операційних розцінок $P_{оп(i)}$:

$$P_{г} = \sum_1^m P_{оп_i} = \sum_1^m \frac{e_{год_i}^{г} \cdot t_{шт-к_i}}{60},$$

де $e_{год_i}^{г}$ - годинна тарифна ставка відрядника відповідного розряду роботи i -ої операції технологічного процесу, грн./год.;

$t_{шт-к_i}$ - штучно-калькуляційний час i -ої операції технологічного процесу, хв.:

$n_{пр}$ - розмір партії деталей, шт.

На першій операції техпроцесу обробки деталі:

$$P_{оп(005)} = 55,398 \cdot \frac{7,20}{60} = 6,6478 \text{ грн./шт.}$$

Розрахунок відрядної розцінки на деталь зведемо до таблиці.

					КР.ПМ.21.11.09.00.00.ПЗ		Арк.
							107
Зм	Арк	№ докум	Підпи	Дати			

Таблиця 6.9

Розрахунок відрядної розцінки на деталь

№ оп.	Найменування операції	$t_{\text{шт-к, хв.}}$	Розряд	Годинна тарифна ставка, грн./год.	Розцінка на деталь, грн.
005	Токарна з ЧПК	7,20	4	55,398	6,6478
010	Токарна з ЧПК	12,69	4	55,398	11,7167
015	Фрезерна	2,71	4	55,398	2,5021
020	Фрезерна	2,86	4	55,398	2,6406
025	Круглошліфувальна	5,34	5	62,784	5,5878
030	Шліцефрезерна	12,05	5	62,784	12,6091
035	Круглошліфувальна	6,24	5	62,784	6,5295
040	Круглошліфувальна	8,25	5	62,784	8,6328
	Всього	57,34	-	-	58,8664

$$Z_{od} = 58,8664 \cdot (1 + 0,1) = 64,7530 \text{ грн.}$$

Відрахування на соціальні потреби виробничих робітників:

$$B_c = Z_{od} \cdot \frac{K_c}{100},$$

де K_c - відсоток єдиного соціального внеску.

$$B_c = 64,7530 \cdot \frac{22}{100} = 14,2457 \text{ грн.,}$$

Витрати на експлуатацію спеціального оснащення, що припадають на одну деталь, складають 16-18 грн. на одну нормо-годину трудомісткості виготовлення деталі (менше значення відповідає ДС, більше – ВС).

$$B_{осн} = 18 \cdot \frac{27,022}{60} = 8,1066 \text{ грн.}$$

Витрати на утримання і експлуатацію обладнання:

$$B_o = Z_o \cdot \frac{P_{во}}{100},$$

де $P_{во}$ - процент витрат на утримання та експлуатацію обладнання;

Z_o - основна заробітна плата за виготовлення деталі, грн.

$$B_o = 58,8664 \cdot \frac{320}{100} = 188,3725 \text{ грн.,}$$

Загальноцехові витрати в собівартості деталі:

$$B_y = Z_o \cdot \frac{P_y}{100},$$

де $P_{ц}$ – процент цехових витрат.

$$B_{ц} = 58,8664 \cdot \frac{240}{100} = 141,2794 \text{ грн.},$$

Калькуляцію цехової собівартості деталей зведено до таблиці.

Таблиця 6.10

Калькуляція цехової собівартості виготовлення деталі

№ з/п	Найменування статей	Витрати, грн.
1.	Матеріали основні з відрахуванням зворотних відходів	65,238
2.	Основна заробітна плата виробничих робітників	58,8664
3.	Додаткова заробітна плата виробничих робітників	5,8866
4.	Відрахування у соціальні фонди	14,2457
5.	Експлуатація спеціального оснащення	8,1060
6.	Витрати на утримання і експлуатацію обладнання	188,3725
7.	Цехові витрати	141,2794
8.	Всього цехова собівартість $C_{ц}$	481,995

6.3. Планування підсумкових техніко-економічних показників

Крім показників, розрахованих у попередніх розділах дипломної роботи, слід додатково визначити такі:

- *зниження трудомісткості виготовлення деталі при впровадженні проектного варіанту техпроцесу (у відсотках) розраховуємо за формулою:*

$$\Delta T_p = \frac{\sum_{i=1}^m t_{шт(i)}^{баз}}{\sum_{i=1}^m t_{шт(i)}^{пр}} \cdot 100 - 100 = \frac{75,97}{57,34} \cdot 100 - 100 = 32,49 \%,$$

- *виробіт ок продукції на одного робітника:*

$$B_{п} = \frac{T_p}{R_o} = \frac{24706}{16} = 1544 \text{ нормо-год./ос.},$$

де T_p – трудомісткість річної виробничої програми цеху, нормо-год.;

R_o – чисельність основних робітників цеху, осіб.

- *зарплат оміст кіст ь продукції:*

$$З_{зп} = \frac{З_{од}}{C_{ц}} \cdot 100,$$

де $З_{од}$ – основна й додаткова заробітна плата у собівартості деталі, грн.;

					КР.ПМ.21.11.09.00.00.ПЗ		Арк.
							109
Зм	Арк	№ докум	Підпи	Дати			

$C_{ц}$ - цехова собівартість деталі, грн.

$$З_{зп} = \frac{64,7530}{481,995} \cdot 100 = 13,4 \%$$

- матеріаломісткість продукції:

$$З_{мт} = \frac{M_o}{C_{ц}} \cdot 100,$$

де M_o – матеріали основні з відрахуванням зворотних відходів у собівартості деталі, грн.

$$З_{мп} = \frac{65,238}{481,995} \cdot 100 = 13,5 \%$$

- собівартість товарної продукції цеху:

$$C_{тп} = C_{ц} \cdot N_z \cdot K_{дов}$$

де N_z - річна програма запуску деталей, шт./рік.

$$C_{тп} = 485,995 \cdot 15000 \cdot 1,63 = 11882577 \text{ грн.}$$

Підсумкові техніко-економічні показники роботи цеху зведемо до таблиці.

Таблиця 6.11

Техніко-економічні показники цеху

№ з/п	Показник	Величина
1.	Програма запуску деталі (N_z), шт./рік	15000
2.	Трудомісткість виробничої програми (T_p), нормо-год.	24706
3.	Цехова собівартість деталі, грн.	481,995
4.	Собівартість товарної продукції цеху ($C_{тп}$), тис. грн./рік	11882,6
5.	Чисельність основних робітників, осіб	16
6.	Виріток продукції на одного робітника, нормо-год.	1544
7.	Матеріаломісткість продукції, %	13,5
8.	Зарплатомісткість продукції, %	13,4
9.	Зниження трудомісткості виготовлення деталі при впровадженні проектного варіанту техпроцесу ΔT_p , %	32,49
10.	Річний економічний ефект, тис. грн.	6769,21

Висновки

У кваліфікаційній роботі було проведено детальний аналіз базових технологічних процесів заданих деталей, після чого були виявлені їх технологічні недоліки. При роботі були вибрані методи отримання заготовок, розроблений маршрут виготовлення деталей стержень шліцьовий та втулка шліцьова. Виходячи з цих маршрутів була розроблена структура та зміст технологічних операцій механічної обробки. Для даних операцій було підібрано металорізальне обладнання, затискні пристрої, контрольні пристрої та інструмент.

Виконані розрахунки припусків, режимів різання та технічних норм часу.

В конструкторській частині було розраховано та спроектовано затискний пристрій, контрольний пристрій та ріжучий інструмент.

Дослідна частина кваліфікаційної роботи присв'ячена дослідженню сил затиску захватних пристроїв роботів, прикладів захвату та встановлення деталей на верстат. В проекті також виконаний розрахунок та компоновка механічної дільниці та цех.

Технологічні та технічні рішення прийняті в проекті обгрунтовано техніко-економічними розрахунками. Виходячи з даних розрахунків було отримано економічний ефект в розмірі 6769,21 тис. грн.

					КР.ПМ.21.11.09.00.00.ПЗ	Арк.
						111
Зм	Арк	№ докум	Підпи	Дати		

Література

1. Антонюк В. С. В помощь молодому конструктору станочных приспособлений: учеб.пособ./В.С. Антонюк. – Минск: Белорусь, 1975. – 351 с.
2. Боженко Л. І. Технологія машинобудування. Проектування та виробництво заготовок: посібник / Л. І. Боженко. – Львів: Світ, 1996. – 368 с; іл.
3. Боженко Л. І. Технологія машинобудування. Проектування технологічного спорядження: посібник / Л. І. Боженко. – Львів: Світ, 2001. – 296 с. – ISBN 966-603-023-3
4. Бондаренко С. Г. Основи технології машинобудування: навчальний посібник / С. Г. Бондаренко. – Львів: «Магнолія 2006», 2007. – 500 с. – ISBN 966-8340-85-х
5. Григурко І. О. Технологія машинобудування (дипломне проектування): навчальний посібник / І. О. Григурко, М. Ф. Брендуля, С. М. Доценко. – Львів: Новий світ – 2000, 2011 – 576 с. – ISBN 966-418-044-0
6. Григурко І. О. Технологія обробки типових деталей (курсове проектування): навчальний посібник / І. О. Григурко, М. Ф. Брендуля, С. М. Доценко. – Львів: Новий світ – 2000, 2007. – 770 с. – ISBN 966-8191-10-2
7. Добрыднев И. С. Курсовое проектирование по предмету « Технология машиностроения» : Учебн. Пособие для техникумов по специальности « обработка металов резанием» / И. С. Добрыднев – М.: Машиностроение, 1985. – 184 с.; ил.
8. Звіт з наукової практики
9. Егоров М. Е. Технология машиностроения: Учебник для вузов / М. Е. Егоров, В. И. Дементьев, В. Л. Дмитриев. – М.; Высш. Школа, 1976. – 534 с.
10. Івченко Л. Й. Державні стандарти в машинобудуванні і металообробці: Навч. Посіб. / Л. Й. Івченко, В. В. Петриків. – Харків: ТОВ «Компанія СМІТ», 2006. – 320 с. – ISBN 966-85306-9-1
11. Кальбус О. В. Гидравлические машины и приводы сельскохозяйственных машин. / О. В. Кальбус. – М. 1973. – 381 с.

12. Ковшов А. Н. Технология машиностроения: Учебник для студентов машиностроительных специальностей вузов / А. Н. Ковшов. – М.: Машиностроение, 1987. -320 с.; ил.

13. Корсаков В. С. Основы конструирования приспособлений: Учебник для вузов / В. С. Корсаков. – М.: Машиностроение, 1983. – 277 с.

14. Маталин А. А. Технология машиностроения: Учебник для машиностроительных вузов по специальности «Технология машиностроения, металлорежущие станки и инструменты» / А. А. Маталин. – Л.: Машиностроение, Ленинград. Отделение, 1985. – 496 с.; ил.

15. Методические указания к выполнению планировки цеха и строительной части дипломного проекта по технологии машиностроения. Кировоград КИСМ. 1990.

16. Нефедов Н. А. Дипломное проектирование в машиностроительных техникумах: Учеб. Пособие для техникумов / Н. А. Нефедов. – М.: Высш. Шк., 1986. -239 с.; ил.

17. Обработка металлов резанием. Справочник технолога. Под ред. Г. А. Монахова. М.: «Машиностроение», 1974

18. Общемашиностроительные нормативы времени вспомогательного, на обслуживание рабочего места и подготовительно-заключительного технического нормирования работ. Крупносерийное производство / ЦБНТ при НИИ Труда. – М.: Машиностроение, 1975. – 344 с.

19. Общемашиностроительные нормативы режимов резания для технического нормирования на металлорежущих станках. В 2ч. Ч. 1. Токарные, карусельные, токарно-револьверные, алмазно-револьверные, алмазно-расточные, сверлильные, строгальные, долбежные и фрезерные станки / ЦБПНТ при НИИ Труда. – 2-е изд. – М.: Машиностроение, 1974. – 406 с.

20. Павленко І. І. Промислові роботи: основи розрахунку та проектування / І. І. Павленко. – Кіровоград: КНТУ, 2007. – 420 с.

21. Павленко І. І. Захватні пристрої роботів: Навчальний посібник. / І. І. Павленко, М. О. Годунко. – Кіровоград: КНТУ, 2014. – 367 с.

					КР.ПМ.21.11.09.00.00.ПЗ	Арк.
						113
Зм	Арк	№ докум	Підпи	Дати		

22. Петрович Й. М. Організація виробництва: Підручник / Й. М. Петрович, Г. М. Захарчук. – Львів: «Магнолія плюс», 2004. – 400 с. – ISBN 966-8340-19-1

23. Расчеты эконимической эффективности новой техники: Справочник. / Под ред. К. М. Великанова. – Л.: Машиностроение, 1989.

24. Режимы резания металов: справочник / Ю. В. Барановский, Л. А. Брахман, Ц. З. Бродский, Л. А. Быков и др.; под ред. Ю. В. Барановского. – Москва: Машиностроение, 1972. – 407 с.

25. Руденко П. А. Проектирование и производство заготовок в машиностроении: учеб. Пособие / П. А. Руденко, Ю. А. Харламов, В. М. Плескач; Подобщ. Ред. В. М. Плескача. – к.: Вышшая шк., 1991. – 247 с., ил. – ISBN 5-11-001909-6

26. Самохвалов Я. А. Справочник техника-конструктора / Я. А. Самохвалов, М. Я. Левицкий, В. Д. Григоращ. – Киев: Техника, 1978. – 592 с.

27. Справочник технолога-машиностроителя. В 2-х т. Т.1 / Под ред. А. Г. Косиловой и Р. К. Мещерякова – 4-е изд., перераб. И доп. – М.: Машиностроение, 1986. – 656 с.; ил.

28. Справочник технолога-машиностроителя. В 2-х т. Т.2 / Под ред. А. Г. Косиловой и Р. К. Мещерякова – 4-е изд., перераб. И доп. – М.: Машиностроение, 1985. – 496 с.; ил.

29. Точность и производственный контроль в машиностроении: Справочник / И. И. Балонкина, А. К. Кутай, Б. М. Сорочкин, Б. А. Тапйц: Под общ. Ред. А. К. Кутая, Б. М. Сорочкина. – Л.: Машиностроение, 1983 – 386 с.; ил.