

ХМЕЛЬНИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет інженерії транспорту та архітектури

Кафедра технології машинобудування

### ДИПЛОМНА РОБОТА

Технологія виготовлення деталі «Втулка підсальнікова ТКВ.Т-1624.00» з використанням верстатів з ЧПК

Назва теми

Рівень вищої освіти перший (бакалавр)

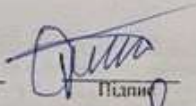
Галузь знань 13 механічна інженерія  
Шифр і назва галузі знань

Спеціальність 131 прикладна механіка  
Шифр і назва спеціальності  
Назва

Освітня програма «технології машинобудування»  
Назва

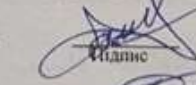
Шифр ДРБ. ПМ.ФІТА.24.01.ПЗ

Виконав студент 5 курсу група ПМТзс-21-2  
Шифр

  
Підпис


Євген СЛІПЧУК  
Ім'я, ПРІЗВИЩЕ

Керівник докт. техн. наук, професор  
Науковий ступінь, звання

  
Підпис

Анатолій ГОРДСЕВ  
Ім'я, ПРІЗВИЩЕ

Нормоконтролер канд. техн. наук, доцент

  
Підпис

Сергій БИСЬ  
Ім'я, ПРІЗВИЩЕ

До захисту допускаю:

Завідувач кафедри технології машинобудування  
Назва

  
Підпис

Віталій ТКАЧУК  
Ім'я, ПРІЗВИЩЕ

Дата « 10 » 06 2024


Хмельницький 2024

ХМЕЛЬНИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет інженерії транспорту та архітектури  
Кафедра технології машинобудування  
Рівень вищої освіти перший (бакалавр)  
Галузь знань 13 механічна інженерія  
Шифр і назва \_\_\_\_\_  
Спеціальність 131 прикладна механіка  
Шифр і назва \_\_\_\_\_  
Освітня програма «технології машинобудування»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри ТМ

 Віталій ТКАЧУК

1.03.2024

**ЗАВДАННЯ  
НА ДИПЛОМНУ РОБОТУ**

Сліпчуку Євгену Анатолійовичу

Прізвище, ім'я, по батькові студента

1 Тема дипломної роботи Технологія виготовлення деталі «Втулка підсальникова ТКВ.Т-1624.00» з використанням верстатів з ЧПК

керівник дипломної роботи Гордєєв Анатолій Іванович, д.т.н., професор  
Прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, учене звання

Затверджено наказом ректора університету від 15 лютого 2024 р. №8

2 Строк подання студентом роботи на кафедру 10 червня 2024

3 Вихідні дані до проєкту (роботи) кресленик деталі Втулка підсальникова ТКВ.Т-1624 та технічні вимоги до її виготовлення, обсяг випуску 11,9 тис.

4 Зміст пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити)

Вступ

1. Загальний розділ
2. Технологічний розділ
3. Конструкторський розділ
4. Охорона праці

5 Перелік графічного матеріалу: кресленник деталі (1 лист А2); кресленник заготовки (1 лист А2); графотехнологія (1 лист А1); кресленник карти наладки (1 лист А2); кресленник верстатного пристрою (1 лист А1); кресленник контрольного пристрою (1 лист А1)

6 Консультанти розділів дипломного проекту (роботи)

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв

7 Дата видачі завдання 6.03.2024

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

Назва етапів (розділів) дипломної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1 Загальний розділ	20.03.2024	
2 Технологічний розділ	20.04.2024	
3 Конструкторський розділ	20.05.2024	
4 Охорона праці	10.06.2024	

Студент

  
Підпис

Євген СЛІПЧУК  
Ім'я, ПРІЗВИЩЕ

Керівник проекту (роботи)

  
Підпис

Анатолій ГОРДЄСВ  
Ім'я, ПРІЗВИЩЕ

РІШЕННЯ ЕКСПЕРНОЇ КОМПІСІЇ ПО КАФЕДРИ ТЕХНОЛОГІЇ  
МАШИНОБУДУВАННЯ

ПРО ДОПУСК КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ ДО ЗАХИСТУ

Підтверджуємо ознайомлення з результатом звіту подібності щодо роботи, генерованого системою виявлення текстових збігів/ідентичності/схожості:

Назва: Технологія виготовлення деталі «Втулка підсальнікова ТКВ.Т-1624.00» з використанням верстатів з ЧПК.

Автор: Сліпчук Євген Анатолійович

Спеціальність: 131 Прикладна механіка

Освітня програма: Прикладна механіка

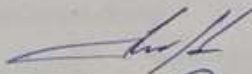
Науковий керівник: Гордєєв А.І.

Після аналізу звіту подібності зроблено такий висновок:

№	Висновок	Позначка про відповідність
1	Запозичення, виявлені в роботі, є законними і не є плагіатом. Текст вважається оригінальним та не потребує додаткових дій щодо запобігання неправомірним запозиченням. Є співпадання із титульним листом, завданням, змістом, списком використаних джерел. Також є співпадання із технічними термінами при застосуванні стандартних методик розрахунків, що не є плагіатом. Виявлені запозичення не є плагіатом, розміщені в розділі охорони праці, які не описують безпосередньо авторське дослідження, але кількість цитат перевищує обсяг, виправданий поставленою метою роботи. Робота приймається до захисту.	Рівень унікальності тексту високий

Підтвердження:

завідувач кафедри



Віталій ТКАЧУК

гарант освітньої програми



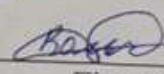
керівник кваліфікаційної роботи



Анатолій ГОРДЕЄВ

10.06.24

Дата



Підписи

Завідувачу кафедри  
Технології машинобудування  
Ткачуку В.П.  
здобувача вищої освіти  
студента Сліпчука Є. А.  
факультету інженерії, транспорту та  
архітектури, гр. ПМТзс-21

### ЗАЯВА

З правилами чинного Положення «Про дотримання академічної доброчесності в Хмельницькому національному університеті» від 26.09.2020 (зі змінами від 26.11.2020), згідно з яким виявлення плагіату є підставою для відмови в допуску кваліфікаційної роботи до захисту та застосування заходів дисциплінарної та академічної відповідальності, ознайомлений. Про використання програмно-технічних засобів для перевірки кваліфікаційних робіт здобувачів вищої освіти на плагіат оповіщений та надаю свою згоду на обробку та збереження університетом моєї роботи в інституційному репозитарії університету.

Також надаю університету право на передачу моєї роботи для обробки та збереження в базах даних програмно-технічних засобів (Unicheck та Anti-Plagiarism) та використання роботи для виявлення плагіату в інших роботах, які перевіряються програмно-технічними засобами та користувачами, що мають доступ до цих програмно-технічних засобів, виключно в обмежених цілях для виявлення плагіату в текстах робіт.

Робота для перевірки університетом надається в друкованому та електронному варіанті. Електронна версія моєї роботи збігається (ідентична) з друкованою.

20.05.24

дата



підпис

# ХМЕЛЬНИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

## ГОЛОВІ ЕКЗАМЕНАЦІЙНОЇ КОМІСІЇ

Направляється студент Сліпчук Євген Анатолійович на захист дипломного проекту (роботи)

(прізвище, ім'я, по батькові)

за спеціальністю 131 - Прикладна механіка

На тему: Технологія виготовлення деталі "Втулка підсальникова ТКВ.Т-1624.00" з використанням верстатів з ЧПК

Дипломний проект (робота), рецензія і довідка про перевірку на плагіат додаються.

Декан факультету

(підпис)

**ВІКТОР  
ОЛЕКСАНДРЕНКО**  
(ім'я, прізвище)

### ДОВІДКА УСПІШНОСТІ

Сліпчук Є. А. за період навчання на факультеті інженерії, транспорту та архітектури з 2021 по 2020 роки повністю виконав навчальний план спеціальності з таким розподілом оцінок за національною шкалою: відмінно 0,00 %, добре 23,68 %, задовільно 76,32 %.

шкалою ЄКТС: А 0,00 %, В 0,00 %, С 20,37 %, D 22,22 %, Е 57,41 %.

Методист факультету

(підпис)

(ім'я, прізвище)

### ВИСНОВОК КЕРІВНИКА ДИПЛОМНОГО ПРОЄКТУ (РОБОТИ) ТА ОБГРУНТУВАННЯ ОЦІНКИ

Студент

Сліпчук Є. А. прислав до захисту роботу своєї роботи. За період виконання роботи показав добрі знання. В цю роботу робота реєстрована успішно.

Оцінка дипломного проекту (роботи)

Керівник дипломного проекту

добре  
(підпис)

Торієв А. П.  
(ім'я, прізвище)

" 10 " 06 2024 р.

### ВИСНОВОК КАФЕДРИ ПРО ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ (РОБОТУ)

Дипломний проект (роботу) розглянуто. Студент Сліпчук Є. А. допускається до захисту цього проекту (роботи) в екзаменаційній комісії.

Завідувач кафедри

технології машинобудування  
(назва)

Вікторія ТКАЧУК  
(підпис, ім'я, прізвище)

" 10 " вересня 2024 р.

## РЕЦЕНЗІЯ

на дипломну бакалаврську роботу Сліпчука Є. А. «Технологія виготовлення деталі «Втулка підсальнікова ТКВ.Т-1624.00» з використанням верстатів з ЧПК»

Тема дипломної роботи Сліпчука Є. А. є інженерно обґрунтованою і актуальною для сучасного виробництва. Робота скерована на розроблення технології виготовлення деталі Втулка із застосуванням верстатів з ЧПК, а саме центру VF1 фірми HAAS (США).

Автором в роботі вирішені наступні задачі: запропоновано новий технологічний процес виготовлення деталі Втулка, спроектовано фрезерний верстатний пристрій, та для забезпечення операції контролю спроектовано контрольно-вимірювальний пристрій.

Графічна частина виконана на доброму рівні. Креслення та пояснювальна записка відповідають вимогам ДСТУ.

В розділі охорони праці розглянуто забезпечення техногенної безпеки на небезпечних територіях та у зонах можливого ураження від небезпечних об'єктів.

Виходячи з результатів, які містяться в дипломній бакалаврській роботі та виконанні її на високому технічному рівні, робота рекомендується до захисту та заслуговує оцінки добре, а здобувач Сліпчук Є. А. заслуговує присудження ступеня бакалавра за спеціальністю 131 - Прикладна механіка.

Професор кафедри «Трибології  
автомобілів та матеріалознавства»  
Хмельницького національного  
університету д.т.н., проф.

Диха О.В.

Підпис Дихи О.В.  
Засвідчую  
Начальник відділу кадрів ХНУ



№ рядка	Формат	Позначення	Найменування	Кількість	Примітка
1			Документація загальна		
2					
3					
4	A4	ДРБ.ПМ.ФІТА.24.00.00 ПЗ	Розрахунково-пояснювальна записка	58	
5	A2	ДРБ.ПМ.ФІТА.24.02.02.00	Креслення заготовки	1	
6	A2	ДРБ.ПМ.ФІТА.24.02.01.00	Креслення деталі	1	
7	A1	ДРБ.ПМ.ФІТА.24.02.03.00	Карта наладки	1	
8	A1	ДРБ.ПМ.ФІТА.24.02.04.00	Графотехнологія	1	
9	A1	ДРБ.ПМ.ФІТА.24.03.01.00.СК	Пристрій для свердлування	1	
10	A2	ДРБ.ПМ.ФІТА.24.03.02.00.СК	Пристрій для контролю	1	
11	A4		Завдання на ДП	1	
12	A4		Реферат	1	

					ДРБ.ПМТ.ФІТА.24.00.00ПЗ		
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата			
Розробив.		Сліпчук			Літера	Аркуш	Аркушів
Перевірив		Гордєєв				4	
					ХНУ-ПМТзс-21-2		
Н. Контр.		Бись			Відомість роботи		
Затвердив		Ткачук					

## Реферат

Тема проекту: «Технологія виготовлення деталі «Втулка підсальнікова ТКВ.Т-1624.00» з використанням верстатів з ЧПК»

Автор: Є.А. Сліпчук. Керівник проекту : А.І. Гордєєв.

Об'єм пояснювальної записки 57 стор. Графічна частина 3,5 листів А1.

В загальному розділі визначено стан питання та задачі дипломного проектування виконано аналіз технологічності деталі, вибрано тип виробництва.

В технологічному розділі виконано розрахунки собівартості заготовки, визначено припуски, режими різання, норми часу.

В конструкторському розділі виконано розрахунки фрезерного пристрою для обробки пазів, контрольно-вимірювального пристрою.

В розділі охорони праці розглянуто забезпечення техногенної безпеки на небезпечних територіях та у зонах можливого ураження від небезпечних об'єктів

В додатках приведено технологічний процес виготовлення деталі «Втулка», специфікації, керуюча програма на верстат з ЧПК.

Автор проекту: Є. А. Сліпчук.

2024 р.

/Підпис/

Дата

## ЗМІСТ

	Вступ.....	8
1	<b>Загальний розділ</b> .....	8
1.1	Стан питання та визначення задач дипломного проектування.....	8
1.2	Аналіз об'єкту виробництва. Призначення та конструкція деталі.....	9
1.3	Шляхи вдосконалення технологічного процесу оброблення деталі корпус.....	11
1.4	Аналіз технологічності конструкції деталі.....	12
1.5	Визначення типу і організаційної форми виробництва...	14
2	<b>Технологічний розділ</b> .....	16
2.1	Вибір заготовки і обґрунтування методу її отримання....	16
2.2	Вибір технологічних баз.....	17
2.3	Встановлення планів обробки поверхонь деталі.....	18
2.4	Вибір варіанта технологічного маршруту та його техніко-економічне обґрунтування.....	18
2.5	Розрахунок припусків.....	22
2.5.1	Аналітичний розрахунок припуску на поверхню $\varnothing 35$ H7	22
2.5.2	Табличний метод.....	26
2.6	Розробка технологічних операцій механічної обробки.....	27
2.7	Призначення режимів різання.....	28
2.7.1	Аналітичним методом .....	28

					<b>ДРБ.ПМ.ФІМ.22.00.00ПЗ</b>		
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата			
Розробив.	Сліпчук				Літера	Аркуш	Аркушів
Перевірив	Гордєєв					5	
Н. Контр.	Бись				<b>ХНУ-ПМТзс-21-2</b>		
Затвердив	Ткачук						
					Технологія виготовлення деталі «Втулка підсальникова ТКВ.Т-1624.00» з використанням верстатів з ЧПК (Пояснювальна записка)		

2.7.2	Вибір режимів різання на інші операції (переходи) по таблицям нормативів .....	31
2.8	Технічне нормування операцій технологічного процесу.....	33
2.9	Оформлення технологічної документації.....	35
3	<b>Конструкторський розділ</b> .....	36
3.1	Проектування верстатного пристрою для фрезерування пазів .....	36
3.1.1	Вибір схеми базування та закріплення деталі.....	36
3.1.2	Вибір установочних елементів пристрою.....	36
3.1.3	Розрахунок точності обробки.....	37
3.1.4	Розрахунок сили закріплення деталі.....	39
3.1.5	Розрахунок силового приводу пристрою.....	43
3.1.6	Розрахунок деталей пристрою на міцність.....	44
3.1.7	Опис роботи пристрою.....	44
3.2	Проектування контрольного пристрою.....	45
3.2.1	Технічні умови та вимоги креслення, що підлягають контролю.....	45
3.2.2	Визначення розмірів контрольного пристрою	44
3.2.3	Принцип роботи пристрою.....	47
4	<b>Охорона праці</b> .....	48
5	Висновки.....	57
6	Список використаних джерел.....	58
	Додатки.....	

## ВСТУП

«Ефективність виробництва, його технічний прогрес, якість виготовлення продукції залежить від випереджувального розвитку виробництва нового обладнання, машин, верстатів та апаратів, від всебічного впровадження методів техніко-економічного аналізу.

Одним із чинників які впливають на розвиток країни в цілому, а особливо в теперішній критичний час для України, є машинобудування. Рівень розвитку машинобудування в цілому визначає рівень розвитку будь-якої країни.

Великий вплив на розвиток машинобудування в країні, дає рівень освіти технологів-машинобудівників та рівень освіти в машинобудівних Вузах. Перед технологами-машинобудівниками стоять задачі подальшого підвищення якості машин, зниження трудомісткості, собівартості і матеріалоемності їх виготовлення, впровадження поточних методів роботи, механізацію та автоматизацію виробництва, а також скорочення термінів підготовки виробництва нових об'єктів.

Найбільш раціональним шляхом підвищення рівня виробництва – оптимізація методів вибору заготовок при порівнянні декількох варіантів, використання обладнання з ЧПК, що дає можливість значно зменшити витрати та кількість обладнання, залучити до процесу виробництва меншу кількість робочого персоналу тощо.

Ці методи, дають можливість зменшити вартість, час виготовлення та підвищити якість виробу, що відповідно підіймає рейтинг підприємства не тільки на вітчизняному ринку, але й на міжнародному» [1].

## **1 ЗАГАЛЬНИЙ РОЗДІЛ**

### **1.1 Стан питання та визначення задач дипломного проектування**

«Дипломна бакалаврська робота відповідно до загальноосвітньої програми підготовки бакалаврів за Галуззю знань – 13 Механічна інженерія, Спеціальністю – 131 Прикладна механіка являє собою самостійну та логічно завершену роботу на здобуття ступеня бакалавра, галузі технології машинобудування. Для якісного виконання випускної кваліфікаційної роботи претендент ступеня бакалавра в процесі навчання за програмою має освоїти такі компетенції, які закріплюються під час виконання ним випускної кваліфікаційної роботи:

- здатність до саморозвитку, підвищення своєї кваліфікації та майстерності;

- здатність освоювати на практиці та вдосконалювати технології, системи та засоби машинобудівних виробництв;

- здатність брати участь у розробці та впровадженні оптимальних технологій виготовлення машинобудівних виробів;

- здатністю виконувати заходи щодо ефективного використання матеріалів, обладнання, інструментів, технологічного оснащення, засобів автоматизації, алгоритмів та програм вибору та розрахунків параметрів технологічних процесів;

- здатністю вибирати матеріали та обладнання, та інші засоби технологічного оснащення та автоматизації для реалізації виробничих та технологічних процесів;

- здатністю виконувати роботу з визначення відповідності продукції, що випускається вимогам регламентуючої документації;

- здатністю виконувати роботи з доведення та освоєння технологічних процесів, засобів та систем технологічного оснащення, автоматизації

машинобудівних виробництв, управління, контролю, діагностики в ході підготовки виробництва нової продукції, оцінки їх інноваційного потенціалу;

- здатність розробляти плани, програми та методики, інші документи, що входять до складу конструкторської, технологічної та експлуатаційної документації.

Основні завдання при виконанні дипломної роботи бакалавра:

- запропонувати вдосконалений технологічний процес оброблення деталі із застосуванням сучасного обладнання – верстатів з ЧПК;
- провести раціональний вибір методу отримання заготовки;
- провести розрахунки та вибір припусків;
- розрахувати та вибрати різальний інструмент і режими різання;
- провести нормування технологічних операцій механічної обробки;
- спроектувати та провести розрахунки верстатного та контрольного пристрою;
- виконати необхідні графічні матеріали та оформити технологічну документацію;
- навести з точки зору охорони праці необхідні вимоги до безпечної роботи при виконанні технологічного процесу, протипожежної безпеки, безпечним умовам роботи підприємств машинобудівного комплексу» [11].

## **1.2 Аналіз об'єкту виробництва. Призначення та конструкція деталі**

Деталь «Втулка підсальникова ТКВ.Т-1624.00» входить у вузол, який являється опорою валу насосу для подачі води до охолоджувача та представляє собою циліндричну коротку деталь з центральним отвором. На зовнішній поверхні є два пази зі косими канавками для перетікання мастила на вал. Конструкція деталі не складна, на кресленнику є усі необхідні технічні вимоги.

### 1.3 Шляхи вдосконалення технологічного процесу оброблення деталі корпус

Для обробки деталі «Втулка підсальникова ТКВ.Т-1624.00» запропоновано використовувати метод концентрації операцій, тобто виконання максимально-можливої кількості переходів за один установ заготовки це зменшить кількість операцій механічної обробки, кількість верстатних пристроїв та підвищить точність оброблення. Забезпечення виконання даного принципу здійснюється при використанні багатоцільових верстатів з великою кількістю інструментів фірми HAAS (США)» [8].

В новому технологічному процесі запропоновано використовувати для фрезерування косих пазів обробляючий фрезерно-розточувальний свердлувальний центр VF1 фірми HAAS (США) та поворотний стіл з цанговим затиском.



Рисунок 1.1. загальний вигляд верстата VF-1

#### «Технічна характеристика верстата VF1

Вісь X, мм	508,
Вісь Y, мм	406.
Вісь Z, мм	508,
Відстань від переднього торця шпинделя до столу (~ макс.), мм	610,
Відстань от переднього торця шпинделя до столу (~ мін.), мм	210,
Максимальна потужність, кВт	22.4,
Максимальна швидкість, об/хв.	8100,

Максимальний крутний момент, Нм	122 при 6000 об/хв.,
Система приводу	nline Direct-Drive,
Конус СТ or BT	40,
Довжина, мм	660,
Ширина, мм	356,
Ширина T- подібних пазів,, мм	16,
Відстань по центру T- подібних пазів, мм	125,
Різання на максимальну глибину, мм/хв.	16.5,
Прискорене переміщення по осі X, Y, Z ,мм/хв.	25,4,
Максимальне осеве зусилля по осі X, Y, H	11343,
Максимальне осеве зусилля по осі Z, H	18683,
Максимальний діаметр інструменту), мм	89» [12].

## 1.4 Аналіз технологічності конструкції деталі

### 1. Якісний аналіз

«Дана деталь відноситься до типу коротких циліндричних тіл обертання з отвором – «втулок» і вона в основному утворена циліндричними поверхнями простої форми. З точки зору номенклатури поверхонь канавки - стандартизовані. В цілому деталь є дуже проста і не вимагає ніяких складних пристроїв чи верстатів для її виготовлення, окрім косих пазів.

### 2. Кількісний аналіз

Коефіцієнт точності.

$$K_{Tч} = 1 - \frac{1}{T_{CP}}, \quad T_{CP} = \frac{\sum T \cdot n_I}{\sum n_I} = \frac{236}{24} = 9,83, \quad K_{Tч.} = 1 - \frac{1}{9,83} = 0,898., \quad (3)$$

де T – клас точності обробки;  $n_I$  – кількість розмірів відповідного класу точності.

Деталь по коефіцієнту точності є досить технологічною, так як  $K_{Tч.} \approx 1$ .

Коефіцієнт шорсткості.

$$K_{Ш} = \frac{1}{Ш_{CP}}, \quad Ш_{CP.} = \frac{\sum Ш \cdot n_{IM}}{\sum n_{IM}} = \frac{197,4}{24} = 8,225, \quad K_{Ш} = \frac{1}{8,225} = 0,1215., \quad (4)$$

де Ш – клас шорсткості поверхні;  $n_j$  – кількість поверхонь відповідного класу шорсткості.

Так як  $K_{ш}$  досить низький то можна сказати, що деталь по  $K_{ш}$  є досить технологічна.

Згідно робочого креслення можна сказати про наявність всіх даних для виготовлення деталі» [1].

Для виготовлення деталі «Втулка підсальникова ТКВ.Т-1624.00» застосовано сталь 08X18H10T. Нержавіюча сталь 08X18H10T ДСТУ 7809:2015 відноситься до категорії корозійностійких і жароміцних хромонікелевих сплавів.

Таблиця 1.1 Хімічний склад у % сталі 08X18H10T ДСТУ 7809:2015

Назва елемента	Хімічний склад у %
C	до 0,08
Si	до 0,8
Mn	до 2
Ni	9 - 11
S	до 0,02
P	до 0,035
Cr	17 - 19
Cu	до 0,3
Fe	~65

Таблиця 1.2 Механічні властивості сталі 08X18H10T ДСТУ 7809:2015 при  $T=20^{\circ}\text{C}$

Прокат	$\sigma_B$ (МПа)	$s_T$ (МПа)	$\delta_5$ (%)	$\psi$ (%)	KCU(кДж / м <sup>2</sup> )
Пруток	60	490	196	40	55

Високі експлуатаційні показники, механічна міцність і довговічність матеріалу дозволяють його використовувати при виготовленні різних деталей, призначених для роботи в агресивних середовищах з підвищеною температурою. Нержавіюча сталь 08X18H10T ДСТУ 7809:2015 зварюється без обмежень і добре обробляється механічними і автоматизованими способами, що дозволяє виготовляти з неї різні деталі і елементи конструкцій - труби, зварену апаратуру, муфелі, електроди свічок запалювання, компоненти для печей арматури, теплообмінники, колектори. Завдяки своїми експлуатаційними якостями, матеріал знайшов широке застосування в машинобудуванні, хімічній і енергетичній промисловості.

Оскільки дана деталь не потребує ніяких особливих вимог відносно умов роботи то виходячи з цього на поверхні деталі не призначаємо ніяких високих допусків, а лише на зовнішню поверхню яка контактує з гільзою допуск по Н8 з шорсткістю Ra1.6, а на базову торцеву поверхню призначаємо шорсткість Ra 3.2.

Встановлюємо допуск на торцеву поверхню перпендикулярності (0.02) до вісі обертання.

На всі інші поверхні допуски форми не регламентуємо оскільки дані поверхні є не вимогливими.

## **1.5 Визначення типу та організаційної форми виробництва**

«Тип виробництва характеризується коефіцієнтом закріплення операції  $K_{з.о.}$ , котрий показує відношення всіх різноманітних технологічних операцій, виконуваних або належаних виконанню підрозділом на протязі місяця, до числа робочих місць.

Так як  $K_{з.о.}$  виражає періодичність обслуговування робочого всією необхідною інформацією, а також забезпечення робочого місця всіма необхідними речовими елементами виробництва, то

$K_{3.o.}$  оцінюється тільки до явочного числа робочих підрозділів із розрахунку на дві зміни:

$$K_{3.o.} = \frac{\sum P_0}{O}, \quad (5)$$

де  $\sum P_0$  – сумарне число різноманітних операцій;

$O$  – явочна кількість робочих підрозділів, які виконують різні операції» [6].

Значення розрахунку приведені в таблиці 1.3.

Таблиця 1.3. Визначення коефіцієнта закріплення операції.

Операції	$T_{шт.}$	$m_p$	$P$	$\eta_{з.ф.}$	$O$
1. Токарна	3,56	0,434	1	0,434	1,84
2. Горизонтально – фрезерна	2,56	0,3126	1	0,3126	2,56
3. Вертикально – фрезерна ЧПК	3,56	0,434	1	0,434	1,84

$$K_{3o} = \frac{\sum O}{\sum P} = \frac{6,24}{3} = 2,1, .$$

За результатами розрахунку визначаємо тип виробництва – багатосерійний.

## 2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ

### 2.1 Вибір заготовки і обґрунтування методу її отримання

Виходячи з конструктивних особливостей деталі та матеріалу для заготовки приймаємо заготовку пруток гарячекатаний.

Приймаємо прокат  $\text{Ø}45\text{мм}$ ,  $L=3000\text{ мм}$ .  $P=7,81\text{г/см}^3$ .

Маса заготовки

$$Q = \frac{\pi d^2}{4} \cdot L \cdot \rho = \frac{3,14 \cdot 4,5^2 \cdot 3000}{4} \cdot 7,81 = 37197 \text{ г} = 37 \text{ кг.}$$

Витрати на заготовку з прокату (з розрахунку що з 3 метрів буде виготовлено 50 деталей).

Визначаємо затрати на матеріал [3]

$$M = QS - (Q - q) \frac{S_{\text{відход}}}{1000}; \quad (6)$$

де Q-маса заготовки кг.,

S-ціна 1 кг матеріалу заготовки грн.,

q-маса готової деталі кг.,

$S_{\text{відход}}$ - ціна 1т відх,грн..

$S=35000$  грн (1т);

$S_{\text{відход}}=600$ грн (1т) ;

$q=0,1$  кг.

$$M = 37 \cdot \frac{35000}{1000} - (37 - 0,1) \frac{600}{1000} = 272,9 \text{ грн.}$$

Ціна одної заготовки

$$S_{\text{заготов}} = \frac{272,9}{50} = 25,5 \cdot \text{грн.}$$

Отже використовуємо метод отримання заготовки з прутка.

## 2.2 Вибір технологічних баз

При токарній обробці на установі А за базу використовується необроблена зовнішня циліндрична поверхня, та торець (рис.1.1).

На операції фрезерування пазів, використовується правило 6 - ти точок: Чотири точки бере на себе дві призми та упорна точка, а одна точка знищується з допомогою сил тертя при закріпленні деталі втулка. (рис.1.2).

На операції фрезерування косих пазів, також використовується правило 6 - ти точок: Дві точки бере на себе розтискна оправка, упорна площина забирає три ступені вільності, а одна ступінь знищується з допомогою сил тертя при закріпленні деталі втулка. (рис.1.3).

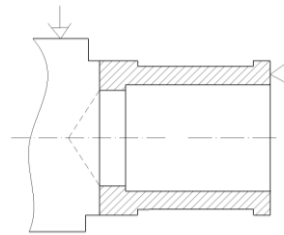


Рисунок 1.3 – Схема базування на токарній рперації

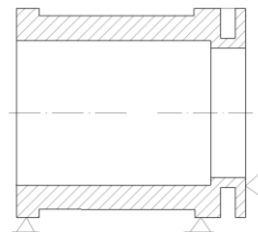


Рисунок 1.4 – Схема базування на операції фрезерування пазів

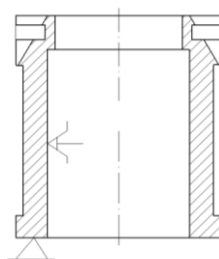


Рисунок 1.5 – Схема базування на рперації фрезерування косих пазів

### 2.3 Встановлення планів обробки окремих поверхонь

Плани обробки окремих поверхонь наведено в таблиці 1.4 (див. рис. 1.6)

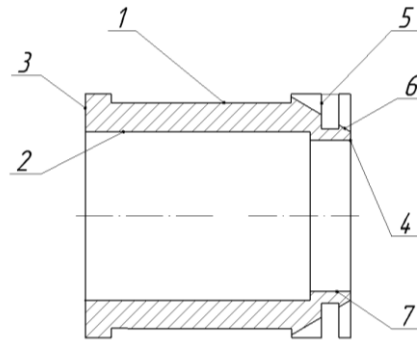


Рисунок 1.6 – Схема базування на рперації фрезерування пазів

Таблиця 1.4 Плани обробки окремих поверхонь

№ пов.	Квалітет точності	Шорсткість	План обробки поверхні
1.	$\pm t2 / 2$	3,2	1. Чорнове точіння 2. Чистове точіння
2.	h9	3,2	1. Свердлування 2. Чорнове розточування 3. Чистове розточування
3.	h12	3,2	1. Підрізка торця чорнове 2. Підрізка торця чистове
4.	h9	3,2	1. Підрізка торця чорнове 2. Підрізка торця чистове
5.	h9	3,2	1. Однократне фрезерування
6.	h9	6,3	1. Однократне фрезерування
7.	h10	3,2	1. Свердлування 2. Чорнове розточування 3. Чистове розточування

### 2.4 Вибір варіанта технологічного маршруту і його техніко-економічне обґрунтування

«Критерієм оптимальності для вибору технологічного маршруту є мінімум приведених витрат на одиницю продукції. При виборі варіанта технологічного маршруту приведені витрати можуть визначатись у вигляді

питомих величин на 1 рік роботи обладнання. Погодинні приведені витрати визначають для двох операцій, що замінюють одна одну при обробці однієї і тієї ж поверхні, при досягненні одних і тих же параметрів як якісних так і кількісних» [1].

Перший варіант	Другий варіант
005 Токарна	005 Токарна
010 Горизонтально-фрезерна	010 Горизонтально-фрезерна
015 Фрезерна	015 Фрезерна – ЧПК

Порівняння даних двох техпроцесів буде здійснюватись на основі порівняння двох операцій 015 на якій фрезерування косих пазів буде йти двома різними методами, по першому варіанту на верстаті VF-1, а по другому - на верстаті 6P12.

По першому варіанту фрезерування ведеться у спеціальному поворотному пристрої послідовно з поворотом заготовки.

По другому варіанту фрезерування ведеться згідно програми на верстаті з ЧПК без витрат часу на поворот заготовки.

### **«Перший варіант**

$$C_{п.в.} = C_3 + C_{ч.з} + E_H(K_C + K_3), \quad (7)$$

де  $C_{п.в.}$  - годині приведені втрати, коп./год.

$C_3$  - основна та допоміжна ЗП, коп./год.

$C_{ч.з}$  - годині втрати на експлуатацію робочого місця, коп./год.

$E_H$  - нормативний коефіцієнт економічної ефективності капітальних вкладів ,  
 $E_H=0.15$  [5]

$K_c, K_3$  - питомі години капітальних вкладів відповідно в верстат та в будову,  
 коп./год.

$$C_3 = \varepsilon C_{т.ф.} k y, \quad (8)$$

де  $\varepsilon$  - коефіцієнт , що враховує додаткову ЗП рівну 9 % , що нарахована на соціальне страхування 7.6% та приробіток до основної ЗП в результаті перевиконань норм на 30 % ,

$$\varepsilon = 1.53 \text{ [5] .}$$

$C_{т.ф.}$  - година тарифна ставка верстатника відповідного розряду,

$$C_{т.ф.}=54.8 \text{ коп./год., [5] ,}$$

$K$  - коефіцієнт, що враховує ЗП наладчика ,  $k=1$ , [5],

$Y$  - коефіцієнт, що враховує оплату робітника при багатOVERстатному обслуговуванню,

$$y = 0.48, [5].$$

$$C_3=1.53 \cdot 54.8 \cdot 1 \cdot 0.48=40.2 \text{ коп./год.}$$

Часові затрати по експлуатації робочого місця

$$C_{ч.з.} = C_{ч.з.}^{Б.П.} \cdot k_M, \quad (9)$$

де  $C_{ч.з.}$  - практичні часові затрати на базовому робочому місці, коп./год.,

$k_M$  – коефіцієнт який показує у скільки раз затрати, пов'язані з роботою даного верстата, більше ніж аналогічні витрати у базового верстата (значення  $k_M$  приведено в [5]) ,  $k_m=1.1$ » [1].

Приймаємо

$$C_{ч.з.}^{Б.П.} = 36,3 \text{ коп./год.} \quad (10)$$

$$C_{ч.з.} = 36.3 \cdot 1.1=40 \text{ коп./год.}$$

« Капітальні вкладення у верстат

$$K_c = \frac{Ц \cdot 100}{F_d \cdot \eta_3}, \quad (11)$$

де Ц - балансова вартість верстата , Ц = 4368 грн.,[5].

$F_d$  - дійсний річний фонд часу ,  $F_d=2030$  год.

$\eta_3$  - коефіцієнт завантаження верстата ,  $\eta_3=0.8$ ,» [5].

$$K_c = \frac{4368 \cdot 100}{2030 \cdot 0,8} = 268,96 \text{ коп./год.}$$

«Капітальні вкладення у будівлю (коп./ч.)

$$K_3 = \frac{F \cdot 78,4 \cdot 100}{F_d \cdot \eta_3}, \quad (12)$$

де F - виробнича площа , що займає верстат з урахуванням проходів, м<sup>2</sup>.

$$F = F_B \cdot \kappa_B,$$

де  $F_B$  - площа , яку займає верстат , м<sup>2</sup>,  $F_B = 1,0044$ , [5].

$\kappa_B$  - коефіцієнт , що враховує додаткову виробничу площу проходів,  $\kappa_B = 4$ » [5].

$$F = 1,0044 \cdot 4 = 4,0176 \text{ м}^2.$$

$$K_3 = \frac{4,0176 \cdot 78,4 \cdot 100}{2030 \cdot 0,8} = 19,395 \text{ коп./год.}$$

$$C_{п.в}1 = 40,2 + 40 + 0,15 \cdot (268,96 + 19,395) = 123,45 \text{ коп./год.}$$

## Другий варіант

$$C_{т.ф.} = 60,6 \text{ коп./год., [5]}$$

$$У = 0,65 [2,с.40].$$

$$C_3 = 1.53 \cdot 60.6 \cdot 1 \cdot 0.65 = 60.26 \text{ коп./год.}$$

$$K_m = 1.4, [5].$$

$$C_{ч.з.} = 36.3 \cdot 1.4 = 50.82 \text{ коп./год.}$$

$$Ц = 6046 \text{ грн., [5].}$$

$$K_C = \frac{6046 \cdot 100}{2030 \cdot 0.8} = 372.29 \text{ коп./год.}$$

$$F_B = 2.44 \text{ м}^2, [5].$$

$$K_B = 3.5, [5].$$

$$F = 2.44 \cdot 3.5 = 8.54 \text{ м}^2.$$

$$K_3 = \frac{60.26 \cdot 78.4 \cdot 100}{2030 \cdot 0.8} = 290.91 \text{ коп./год.}$$

$$C_{п.в.2} = 60.26 + 50.82 + 0.15 \cdot (372.29 + 290.91) = 210.56 \text{ коп./год.}$$

Отже враховуючи те, що  $C_{п.в.2} = 210.56 > C_{п.в.1} = 123.45$  то приймаємо на виконання операції 015 верстат з ЧПК.

## 2.5 Розрахунок припусків

### 2.5.1 Аналітичний метод визначення припуску на поверхню $\varnothing 42_{-0,18}$ ,

«Розрахунок припусків на обробку проводимо аналітичним методом для однієї точної поверхні  $\varnothing 42_{-0,18}$ , решта припусків на обробку інших поверхонь визначаємо табличним методом.

Технологічний маршрут обробки поверхні  $\varnothing 42_{-0,18}$  складається з трьох переходів:

- точіння – по 12 квалітету  $Ra25 (Rz40)$ ;
- напівчистове точіння – по 10 квалітету  $(Ra3,2)$ ;

- чистове точіння – по 6 квалітету  $Ra0,8$ .

Для заготовки – прокат  $Rz125$ ;  $T=150$  мкм.

Для точіння  $Rz63$ ;  $T=30$  мкм.

Для напівчистового точіння  $Ra3,2$ ;  $T=12$  мкм.

Для чистового точіння  $Ra0,8$ ;  $T=2$  мкм.

Сумарне значення просторових відхилень для прокату складає:

$$\rho = l \frac{\rho_K}{\rho_K^2 + 0,25}$$

де:  $\rho_K$  - питоме відхилення осі деталі від прямолінійності заготовки на  $l$  мм. довжини заготовки» [1];

$$\rho = 59 \frac{1}{1^2 + 0,25} = 48 \text{ мкм.}$$

$$\rho_{зм} = 350 \text{ мкм.}$$

$$\rho = \sqrt{48^2 + 350^2} = \sqrt{8910 + 122500} = 364,2 \text{ мкм.} - \text{ для заготовки.}$$

$$\rho_1 = 0,05 \cdot \rho = 0,05 \cdot 364,2 = 19 \text{ мкм.} - \text{ для точіння.}$$

$$\rho_2 = 0,04 \cdot \rho = 0,04 \cdot 361,4 = 15 \text{ мкм.} - \text{ для напівчистового точіння.}$$

$$\rho_3 = 0,03 \cdot \rho = 10,9 \text{ мкм.} - \text{ чистового точіння.}$$

Похибка установки визначається за формулою:

$$\varepsilon_y = \sqrt{\varepsilon_0^2 + \varepsilon_3^2} \quad (13)$$

Похибка базування при обробці деталі, що базується по гладкій поверхні в трьохкулачковому патроні складає:

$$\varepsilon_{h_1} = s_{min} + \delta_B + \delta_A, \quad (14)$$

$$\text{де: } S_{min} = 0,015 \text{ мм} = 15 \text{ мкм.}$$

$$\text{допуск на поверхню, } \delta_A = 0,18 = 180 \text{ мкм.};$$

$$\text{допуск на кулачки } \delta_B = 0,014 = 14 \text{ мкм.}$$

Похибка базування складе:

$$\varepsilon_0 = 180 + 12 + 14 = 206 \text{ мкм.}$$

Похибка закріплення  $\varepsilon_z = 500$  мкм. [1].

$$\varepsilon_y = \sqrt{206^2 + 500^2} = 524 \text{ мкм. — для заготовки.}$$

$$\varepsilon_1 = 0,05 \cdot \varepsilon_y = 0,05 \cdot 500 = 25 \text{ мкм. — для точіння.}$$

$$\varepsilon_2 = 0,05 \cdot \varepsilon_y = 0,04 \cdot 500 = 20 \text{ мкм. — для напівчистового точіння.}$$

$$\varepsilon_3 = 0,03 \cdot \varepsilon_y = 0,03 \cdot 500 = 15 \text{ мкм. — для чистового точіння}$$

Данні заносимо у таблицю 1.5.

«Мінімальне значення величини припуску для точіння розраховується за формулою» [1]:

$$2Z_{i\min} = 2\left(Rz_{i-1} + T_{i-1} + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + \varepsilon_i^2}\right) \quad (15)$$

Для точіння:

$$2Z_{1\min} = 2\left(120 + 63 + \sqrt{361^2 + 524^2}\right) = 2 \cdot 1036 \text{ мкм.}$$

Для напівчистового точіння:

$$2Z_{2\min} = 2\left(100 + 100 + \sqrt{19^2 + 25^2}\right) = 2 \cdot 236 \text{ мкм.}$$

Для чистового точіння:

$$2Z_{3\min} = 2\left(50 + 50 + \sqrt{15^2 + 20^2}\right) = 2 \cdot 131 \text{ мкм.}$$

Розрахунковий розмір визначаємо за формулою:

$$d_{p_i} = d_i + 2Z_{i\min_i}; \quad (16)$$

$$d_{p_2} = 42 + 2 \cdot 0,1036 = 42,2072 \text{ , мм.}$$

$$d_{p_1} = 42,2072 + 2 \cdot 0,236 = 42,6792 \text{ мм.}$$

$$d_{p_{заг}} = 42,6792 + 2 \cdot 0,131 = 42,9412 \text{ мм.}$$

Найменші граничні відхилення ( $d_{\min}$ ) визначаються додаванням допуску і діаметра :

$$d_{\min_i} = d_{\max} + \delta; \quad (17)$$

$$d_{\min_3} = 42 - 0,18 = 41,82 \text{ мм.}$$

$$d_{\min_2} = 41,82 + 0,35 = 42,17 \text{ мм.}$$

$$d_{\min_1} = 42,17 + 0,640 = 42,81 \text{ мм.}$$

$$d_{\min_{заг}} = 42,81 + 1,3 = 44,11 \text{ мм.}$$

Значення (граничні максимальні і мінімальні) припусків:

$$2Z_{\max_1} = 42,2 - 41,82 = 0,38 \text{ мкм.}$$

$$2Z_{\max_2} = 42,81 - 42,2 = 0,61 \text{ мкм.}$$

$$2Z_{\max_3} = 44,11 - 42,94 = 1,17 \text{ мкм.}$$

$$\delta_2 - \delta_3 = 1300 - 640 = 660$$

Проведемо перевірку правильності розрахунків:

$$Z_{\max_3} - Z_{\min_3} = 1950 - 1290 = 660 \text{ мкм.}; \quad \delta_2 - \delta_3 = 1300 - 640 = 660 \text{ мкм.}$$

Таблиця 1.5. Розрахункові припуски на механічну обробку поверхні  $\varnothing 42_{-0,18}$

Технологічні переходи обробки поверхні	Елементи припуску				$2Z_{\min}$	$d_p$	$\delta$	$d_{\min}$	$d_{\max}$	$2 \cdot Z_{\min}$	$2 \cdot Z_{\max}$
	$Ra$	$T$	$\rho$	$\varepsilon$							
Заготовка	125	150	364	524	-	44,11	1300	44,11	45,41	-	-
Точіння	63	30	19	25	2·1036	42,81	640	42,81	43,45	1290	1960
Напівистове точіння	3,2	12	15	20	2·236	42,17	35	42,17	42,205	640	1240
Чистове точіння	0,8	2	10,9	15	2·131	41,82	18	41,82	42	205	340

Графічно схему розміщення припусків на обробку поверхні можна зобразити так, як представлено на Рис. 1.7.

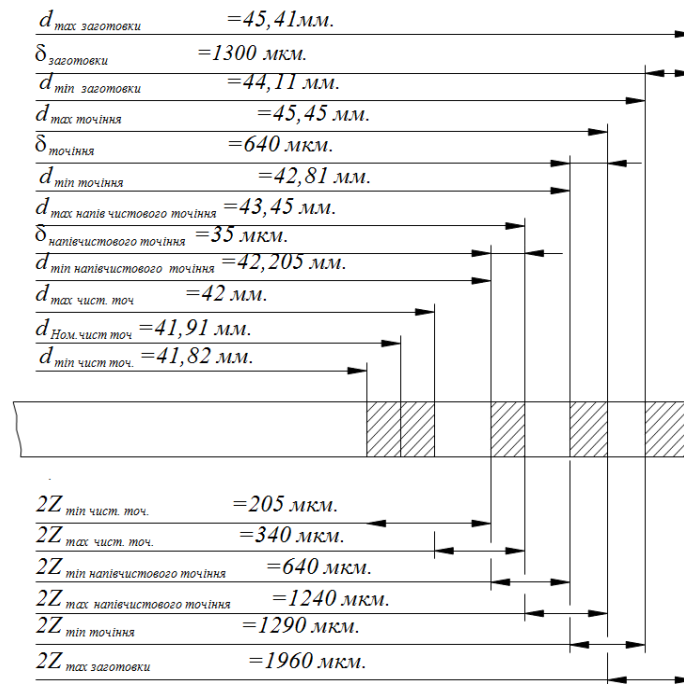


Рисунок 1.7. Схема розміщення припусків на обробку поверхні  $\varnothing 42_{-0,18}$

## 2.5.2 Табличний метод

Припуски вибираємо з таблиць та занесене до таблиці 1.6

Таблиця 1.6 Зведена таблиця припусків

Поверхня	Маршрут	Шорсткість	Припуск на поверхню	Розмір з допуском	Кількість проходів
29H14	Заготовка	Ra 12,5			
	Свердл. Розточування	Ra6.3 Ra3.2	6 0.4	12(±0.3) 29H14	2 2
26H14	Заготовка	Ra 12,5			
	Свердл. Розточування	Ra6.3 Ra3.2	6 0.4	12(±0.3) 26H14	1 2

## 2.6 Розробка технологічних операцій механічної обробки

Розробку технологічних операцій механічної обробки зводимо в таблицю 1.7.

Таблиця 1.7. Операції механічної обробки «Втулки підсальникової ТКВ.Т-1624.00»

№ опе р.	Маршрут Обробки	Верст ат	Інструмент		Пристрій
			Різальний	Контор.	
1	2	3	4	5	6
005	<p>Токарна</p> <p>1. Встановити заготовку та закріпити.</p> <p>2. Підрізати торець заготовки в розмір <math>3 \pm 0,5</math> мм.</p> <p>3. Точити поверхню до діаметра <math>42d11 \left( \begin{smallmatrix} -0.08 \\ -0.24 \end{smallmatrix} \right)</math></p> <p>4. Точити поверхню 38 мм.</p> <p>5. Свердли, поетапно, отвір до діаметра 10-25 мм.</p> <p>6. Розточити на виліт отвір до діаметра <math>26^{+0,21*}</math> мм.</p> <p>7. Розточити отвір до діаметра <math>29^{+0,21}</math> мм витримуючи розмір <math>7 \pm 0,1</math> мм і радіус R0,3.</p> <p>8. Відрізати витримавши довжину деталі <math>41-0,25</math> мм</p>	16K20 Ф3	<p>Різець токарний прохідний відігнутий правий з пластинками з твердого сплаву T15K5</p> <p>Свердло спіральне з швидкорізальної сталі з конічним хвостовиком 10,25 мм, l=95 мм, Ь=160 мм.</p> <p>Різець розточувальний, T15K5</p>	Штангенциркуль ШЦ-1-125-0.05 Шаблони Калібр-пробки	Патрон 3-х кулачковий.

Закінчення табл.1.7

1	2	3	4	5	6
010	Горизнтально - фрезерна Установ А Фрезерувати два паза в заготовках шириною 3+0,1 мм витримавши розмір 30-0,21 з перестановкою заготовки	6P80Г	Фреза дискова D=80 мм, B=3 мм	Штангенц иркуль ШЦ-1-125-0.05	Пристрій спеціальний верстатній
015	Фрезерна – ЧПК Фрезерування пазів	VF-1	Кінцева фреза з конічним хвостовиком d=3; L=40, z=2;	Штангенц иркуль ШЦ-1-125-0.05 Калібри	Пристрій спеціальний верстатній

## 2.7 Призначення режимів різання

### 2.7.1 Аналітичним методом

Вихідні дані: перехід чорнового точіння зовнішньої поверхні заготовки втулка.

«Призначаємо параметри режимів різання.

Встановлюємо глибину різання :  $t = 2\text{мм}$ .

2. Назначаємо подачу. Для обробки заготовки  $\varnothing 45\text{ мм}$  з нержавіючої сталі різцем з перетином  $25 \times 25\text{ мм}$ , рекомендується подача  $S_0 = 0,5 \dots 0,9\text{ мм/об}$ .

Визначаємо швидкість головного руху різання

$$V = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} * K_v, \quad (18)$$

де коефіцієнт  $C_v$  і показники степені вибираємо по [6] :  $C_v=340$ ;  $x=0,15$ ;  $y=0,45$ ;  $m=0,2$ .

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

$K_v$  – виправний коефіцієнт на швидкість різання

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{nv} \cdot K_{uv} \cdot K_{\varphi v} \cdot K_{ov}, \quad (19)$$

де  $K_{mv}$  - «коефіцієнт, який враховує механічні властивості матеріалу, що оброблюється» [6].

$$K_{mv} = K_r \cdot \left( \frac{750}{\sigma_6} \right)^{n_v} = 1 \cdot \left( \frac{750}{460} \right)^1 = 1,63.$$

де  $K_{nv}$  - «коефіцієнт, який враховує стан поверхні заготовки;  $K_{nv} = 0,9$ » [6];

$K_{uv}$  - «коефіцієнт, який враховує матеріал робочої частини інструменту,  $K_{uv} = 0,65$ » [2];

$K_{\varphi v}$  - «коефіцієнт, який враховує головний кут в плані  $\varphi$ ,  $K_{\varphi v} = 0,7$ » [6];

$K_{ov}$  - «коефіцієнт, який враховує вид обробки,  $K_{ov} = 1$ » [6].

$$K_v = 1,63 \cdot 0,9 \cdot 0,65 \cdot 0,7 \cdot 1 = 0,67.$$

Тоді

$$V = \frac{340}{60^{0,2} \cdot 2^{0,15} \cdot 0,8^{0,45}} \cdot 0,67 = 100,1 \text{ м / хв.}$$

Визначаємо частоту обертання шпинделя, яка відповідає знайденій швидкості.

$$n = \frac{1000V}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 100,1}{3,14 \cdot 45} = 707,7 \text{ хв}^{-1}.$$

Частота обертання шпинделя верстата моделі 16K20 регулюється безступеневе і встановлюємо дійсне значення частоти обертання :  $n_d = 700 \text{ хв}^{-1}$ .

Визначаємо дійсну швидкість головного руху різання.

$$V = \frac{\pi \cdot D \cdot n_d}{1000} = \frac{3,14 \cdot 45 \cdot 700}{1000} = 98,9 \text{ м / хв}$$

Визначаємо головну складову сили різання

$$P_z = 10 \cdot C_p \cdot t^{xp} \cdot S_o^{yp} \cdot V^{np} \cdot K_p, \quad (20)$$

де коефіцієнт  $C_p$  і показники степені вибираємо по [6]:  $C_p = 300$ ;  $x = 1,0$ ;  $y = 0,75$ ;  $n = -0,15$ .

$$K_p = K_{mp} \cdot K_{\varphi p} \cdot K_{\gamma p} \cdot K_{\lambda p}, \quad (21)$$

де  $K_{mp}$  – «коефіцієнт, який враховує зміну механічних властивостей матеріалу, що оброблюється» [6].

$$K_{mp} = \left( \frac{\delta\sigma}{750} \right)^n = \left( \frac{460}{750} \right)^{0,75} = 0,69.$$

$K_{\varphi p}$  - «коефіцієнт, який враховує зміну головного кута в плані  $\varphi$ ,  $K_{\varphi p} = 0,89$ » [6];

$K_{\gamma p}$  - коефіцієнт, який враховує зміну переднього кута  $\gamma$ ,  $K_{\gamma p} = 1$ .

$$K_p = 0,69 \cdot 0,89 \cdot 1 \cdot 1 = 0,61.$$

$$P_z = 10 \cdot 300 \cdot 2^1 \cdot 0,8^{0,75} \cdot 98,9^{0,15} \cdot 0,61 = 1554 \text{ Н.}$$

Визначаємо потужність різання:

$$N_{\text{різ}} = \frac{P_z \cdot V_d}{102 \cdot 60}, \quad (22)$$

$$N_{\text{різ}} = \frac{155,42 \cdot 98,9}{60 \cdot 102} = 2,51 \text{ квт.}$$

Перевіряємо, чи достатня потужність приводу верстату:

$$N_{ум} = N_g \cdot \eta = 10 \cdot 0,75 = 7,5 \text{ квт.}$$

Отже,  $N_{різ} > N_{шт}$  ( $2,51 < 7,5$ ), обробка можлива.

Визначаємо основний час на операцію:

$$T_o = \frac{L \cdot i}{n \cdot S_o}, \quad (23)$$

де  $L$  – довжина робочого ходу різця.

$$L = l + y + \Delta,$$

де  $y$  - врізання різця;  $y = 2$  мм.

$\Delta$  - перебіг різця;  $\Delta = 1 \dots 3$  мм. Приймаємо  $\Delta = 2$  мм;

$l$  – довжина поверхні, що оброблюється,  $l = 17$  мм.

$$y = t \cdot \text{ctg} \varphi = 2 \cdot \text{ctg} 93^\circ = -0,1 \text{ мм.} \quad (24)$$

$$L = 17 + 2 + 2 = 21 \text{ мм;}$$

Тоді основний час на операцію складає

$$T_o = \frac{21}{700 \cdot 0,8} = 0,04 \text{ хв.}$$

### 2.7.2 Вибір режимів різання на інші операції

Усі інші режими вибираємо табличним методом і результати зводимо в таблицю 1.8.

Таблиця 1.8. Режими різання на операції

Назва переходу	S <sub>z</sub> , мм/з уб	t, мм	S <sub>o</sub> , мм/об	S <sub>хв.</sub> , мм/х в	V, м/хв	n, об/хв.	P, Н	N <sub>p</sub> /N <sub>в</sub>	T <sub>о</sub> , хв.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<b>005 Токарна ЧПК</b>									
1. Точіння поверхонь		2	1.5		98.9	700	192	2.51/7, 5	
2.Свердлування отворів		8	0,22		16,8	60	89	0.88/7, 5	7,95
3.Розточування		0,15	0.15		109.9	810	68	0.4/7,5	
<b>010 Горизонтально - фрезерна</b>									
1.Фрезерування двох канавок з переустановленням	0,2	3,0	1,5	87,5	127,3	420	105, 2	1.25/2. 5	4,02
<b>015 Фрезерна – ЧПК</b>									
Фрезерування пазів	0,2	3,0	-	83,2	19	700	87	0.76/5. 0	2,35

## 2.8 Технічне нормування операцій технологічного процесу

Одна операція, а саме 015 розраховується і приводиться в записці, а інші розраховуються і результати зведено в таблицю 1.9.

«В серійному виробництві визначається норма штучно-калькуляційного часу,  $T_{ш.к.}$

$$T_{ш.к.} = \left( \frac{T_{п.з.}}{n} \right) + T_{шт.}, \quad (25)$$

$$T_{шт.} = T_o + T_d + T_{об} + T_{від}, \quad (26)$$

де  $T_{шт.}$  - штучний час обробки деталі, хв.

$T_{п.з.}$  - підготовчо-заключний час на обробку, хв.

$n$  - кількість деталей в налагоджуємі партії

$T_o$  - основний час обробки, хв.

$T_d$  - допоміжний час обробки, хв.

$T_{об}$  - час на обслуговування робочого місця, хв.

$T_{від}$  - час відпочинку, хв.

$$T_o = 2.35 \text{ хв. (операція 005)}$$

$$T_v = T_{вст} + T_{з.о} + T_{кер} + T_{вим}, \quad (27)$$

де  $T_{вст}$  - час встановлення та зняття деталі, хв.

$T_{з.о}$  - час на закріплення та відкріплення деталі, хв.

$T_{кер}$  - час на керування верстатом, хв.

$T_{вим}$  - час на вимірювання деталі, хв.» [6].

$$T_{вст} = 0.14 \cdot 1.5 = 0.21 \text{ хв.}, [6]$$

$$T_{кер} = (0.01 + 0.035 + 0.05 + 0.04 \cdot 4) \cdot 1.5 = 0.382 \text{ хв.}, [6].$$

$$T_{з.о.} = 0.02 \text{ хв.}, [6]$$

$$T_{вим} = (0.16 + 0.18) \cdot 1.5 = 0.51 \text{ хв.}$$

$$T_B = 0.21 + 0.382 + 0.02 + 0.51 = 1.122 \text{ хв.}$$

де 1.5 – «поправочний коефіцієнт, що враховує тип виробництва – багатосерійний» [6].

$$T_{О.Б.} + T_{ВЦ.} = P_{ОБ.ВЦ} \cdot \left( \frac{T_O + T_E}{100} \right), \quad (28)$$

де  $P_{об.вц}$  – «норматив часу на обслуговування робочого місця, відпочинок та природні потреби

$$P_{об.вц} = 6 \%, \text{»}. [6]$$

$$T_{О.Б.} + T_{ВЦ.} = 6 \cdot \left( \frac{2.35 + 1.122}{100} \right) = 0.208 \text{ хв.},$$

$$T_{шт.} = 2.35 + 1.122 + 0.208 = 3.67 \text{ хв.}$$

$$T_{п.з.} = 14 + 2 + 7 = 23 \text{ хв.}, [6]$$

$$n = \frac{N \cdot a}{254}, \quad (29)$$

де  $a$  - періодичність запуску деталей,  $a = 12$  днів.

$$n = \frac{11900 \cdot 12}{254} = 562.2.$$

Виконуємо корегування, яке полягає в визначенні числа змін та партій деталей за зміну.

$$C = \frac{T_{шт.т.} \cdot n_p}{476 \cdot 0.8} = \frac{3,53 \cdot 562.2}{476 \cdot 0.8} = 5.211.$$

Приймаємо  $C_{пр}=2$  зміни.

$$n_{пр.} = \frac{476 \cdot 0,8 \cdot C_{пр.}}{T_{шт.}} = \frac{476 \cdot 0,8 \cdot 2}{3,53} = 215,7.$$

Тоді

$$T_{шт.к} = \frac{23}{215,7} + 3,67 = 3,78 \text{ хв.}$$

Таблиця 1.9. Норми часу на операції

	$T_o$	$T_{вст}$	$T_z$	$T_{кер}$	$T_{вим}$	$T_{доп}$	$T_{об}+T_{від}$	$T_{шт}$	$T_{п.з}$	$T_{шт.к}$
005	7.95	0.21	0,046	0.795	0.55	1.601	0.237	9.18	25	9.289
010	4.02	0.21	0.024	0.247	0.89	1.37	0.199	5.53	23	5.63
015	2.35	0.21	0.046	0.795	0.592	1.643	0.24	3.67	23	3.78

## 2.9 Оформлення технологічної документації

«В роботі для оформлення розроблених технологічних процесів використовуються наступні види технологічних документів загального і спеціального призначення по ДСТУ БА.4-4:2009.

Маршрутна карта МК – документ, який містить опис технологічного процесу виготовлення деталі.

Операційна карта ОК – описання технологічної операції з вказівкою переходів, режимів обробки і даних про технологічне оснащення.

Карта ескізів КЕ – ескізи, які необхідні для виконання технологічного процесу.

Заповнення маршрутних, операційних карт механічно обробки, слюсарних, електромонтажних робіт та інших документів виконується у відповідності до загальних вимог» [1].

## 3 КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ

### 3.1 Проектування верстатного пристрою для фрезерування пазів

#### 3.1.1 Вибір схеми базування та закріплення деталі

Заготовка встановлюється у призми до упору в торець. Пристрій встановлюється на стіл вертикального горизонтально-фрезерного верстату мод. 6Р80Г і кріпиться до нього за допомогою болтів, шайб і гайок.

Затиск виконується гідроциліндром. Базування деталі в пристрої виконується встановленням на призму і базуванням по торцю деталі за допомогою упору, що знімається.

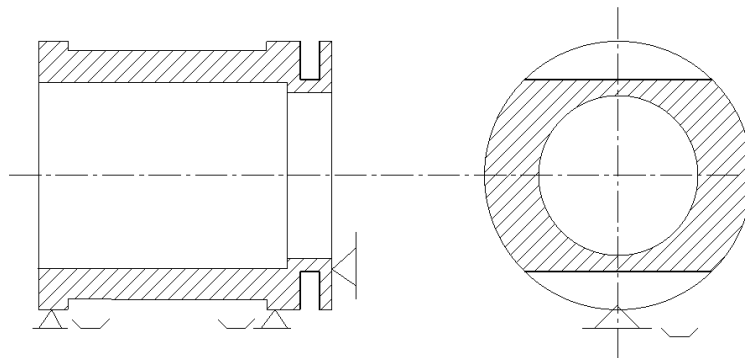


Рисунок. 3.1– Схема базування втулки

#### 3.1.2 Вибір установчих елементів пристрою

Установочні елементи: дві нерухомих призми з кутом  $2\alpha = 90^\circ$  для базування по циліндричним поверхням втулки.

Плоскі поверхні двох призм утворюють подвійну напрямну базу, що лишає заготовку чотирьох ступенів вільності, плоский торець втулки з упором в

пластину являється опорною базою, що лишає заготовку ще однієї ступені вільності (при вибраній схемі закріплення).

### 3.1.3 Розрахунок пристрою на точність

Розрахунок похибки установки та визначення похибки базування.

«Для заданої схеми установки похибка базування визначається за [8]:

$$\varepsilon_{\delta} = 0,5 \cdot T_{\delta} \cdot \left( \frac{1}{\sin \alpha} - 1 \right), \quad (36)$$

де  $T_{\delta}$  – допуск на базовий діаметр заготовки, мм;

$\alpha$  - половина кута призми в град.» [8].

$$T_{\delta} = es - ei = + 0,2 - 0 = 0,2 \text{ мм};$$

$$\alpha = -\frac{2\alpha}{2} = \frac{90^{\circ}}{2} = 45^{\circ}.$$

$$\varepsilon_{\delta} = 0,5 \cdot 0,2 \cdot \left( \frac{1}{\sin \alpha} - 1 \right) = 0,041 \text{ мм}.$$

Визначення похибки закріплення  $\varepsilon_3$  в призмі

«Для заданої схеми базування та прикладення сил закріплення за» [8].

$$\varepsilon_3 = \left[ \left( K_{Rz} \cdot R_z + \frac{K_{HB}}{HB} \right) + C_1 \right] \cdot \left( \frac{W}{19,6 \cdot l} \right)^m, \quad (37)$$

де  $K_{Rz}$  – коефіцієнт;  $K_{Rz} = 0,005$ ;

$R_z$  – параметр шорсткості поверхні заготовки, по якій вона базується,  
 $R_z = 20$  мкм;

$K_{HB}$  – коефіцієнт,  $K_{HB} = 15$ ;

$HB$  – твердість матеріалу заготовки,  $HB = 180$ , для матеріалу заготовки Сталь 45,  $C_1$  – коефіцієнт.

$$C_1 = 0,086 + \frac{8,4}{d_{заг}} = 0,086 + \frac{8,4}{50} = 0,254,$$

де  $W$  – сила закріплення,  $W = 2463,9$  Н;

$l$  – довжина твірної, по якій проходить контакт заготовки з опорою, см; прийнята довжина поверхні призми  $l = 50$  мм = 5 см;

$m$  – показник степені;  $m = 0,7$ .

$$\varepsilon_3 = \left[ \left( 0,005 \cdot 20 + \frac{15}{180} \right) + 0,254 \right] \cdot \left( \frac{24639}{19,6 \cdot 5} \right)^{0,7} = 4,97 \text{ мкм} = 0,005 \text{ мм}.$$

«Визначення похибки  $\varepsilon_{пр}$

$\varepsilon_{пр}$  - характеризує неточність положення установочних елементів пристрою:

$$\varepsilon_{пр} = \sqrt{\varepsilon_{yc}^2 + \varepsilon_{зн}^2 + \varepsilon_{\phi}^2}, \quad (38)$$

де  $\varepsilon_{yc}$  – похибка помилок виготовлення установочних елементів;

$\varepsilon_{зн}$  – похибка зношення установочних елементів;

$\varepsilon_{\phi}$  – похибка фіксації пристрою на верстатів» [8].

Величина зношення в напрямку отриманого розміру заготовки.

$$\varepsilon_{зн} = 50 \text{ мкм} = 0,050 \text{ мм}.$$

За рекомендаціями [8] приймаємо:

$$\varepsilon_{yc} = 0,005 \text{ мм, (рекомендовано } \varepsilon_{yc} \leq 0,01..0,005 \text{ мм)}$$

$$\varepsilon_{\phi} = 0,01 \text{ мм, (рекомендовано } \varepsilon_{\phi} \leq 0,01..0,02 \text{ мм)}.$$

$$\text{Тоді: } m\varepsilon_{пр} = \sqrt{0,005^2 + 0,05^2 + 0,01^2} = 0,05 \text{ м}.$$

Похибка установки  $\varepsilon_y$ .

$$\varepsilon_y = \sqrt{\varepsilon_{\delta}^2 + \varepsilon_{\beta}^2 + \varepsilon_{np}^2} = \sqrt{0,041^2 + 0,005^2 + 0,05^2} = 0,065 \text{ мм.}$$

«Допустима похибка пристрою  $\varepsilon_{\text{дон}}$ .

$$\varepsilon_{\text{дон}} = TH - K\omega,$$

де  $TH$  – поле допуску на виконаний розмір деталі;

$K = 0,6 \dots 1,0$  – коефіцієнт;

$\omega$  - точність обробки, яка досягається на вибраному верстаті» [8].

$$TH = es - ei = 0 - (-0,2) = 0,2 \text{ мм;}$$

$K = 0,6$ ,  $\omega = 60 \text{ мкм} = 0,6 \text{ мм}$  при фрезеруванні по 9му квалітету точності та шорсткості  $Ra = 3,2 \text{ мкм}$ , [9] – чистове фрезерування.

$$\varepsilon_{\text{дон}} = 0,2 - 0,6 \cdot 0,06 = 0,164 \text{ мм.}$$

Умова  $\varepsilon_y \leq \varepsilon_{\text{дон}}$ , виконується,

$$\varepsilon_y = 0,066 \text{ мм} < \varepsilon_{\text{дон}} = 0,164 \text{ мм.}$$

### 3.1.4 Розрахунок сили закріплення деталі

Розрахунок ведемо згідно схеми 3.2.

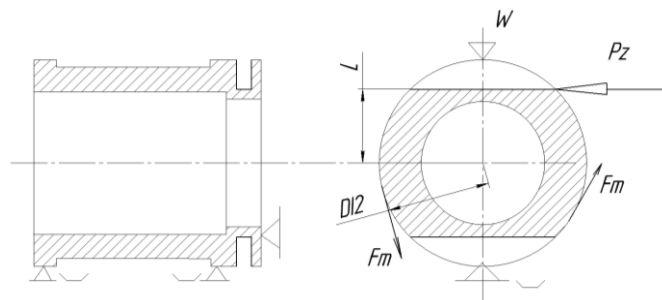


Рисунок. 3.2 - Схема для розрахунку сили затиску

«Величина сили різання  $P_Z$  при фрезеруванні визначається за формулою:

$$P_Z = \frac{10 \cdot C_P \cdot t^x \cdot S_Z^y \cdot B^u \cdot z}{D^q \cdot n^w} \cdot k_{MP}, \quad (30)$$

де  $C_P$  – коефіцієнт;  $k_{MP}$  – поправочний коефіцієнт на матеріал;  $x, y, u, q, w$  – показник степені.

$C_P = 68,2; x = 0,86, y = 0,72, u = 1,0, q = 0,86, w = 0$ . [6].

Враховуючи величину коефіцієнта

$$k_{MP} = \left( \frac{\sigma_B}{750} \right)^n,$$

де  $n$  – показник ступеню,  $n = 0,3$ , [6].

$$k_{MP} = \left( \frac{650}{750} \right)^{0,3} = 0,985,$$

$$P_Z = \frac{10 \cdot 68,2 \cdot 4^{0,86} \cdot 3^{0,72} \cdot 3^{1,0} \cdot 5}{8^{0,86} \cdot 700^0} \cdot 0,985 = 410 \text{ Н.}$$

Під дією сили в опорах (призмах) виникають реакції  $R$ .

Розглянемо проекції сил на вісь  $y$ :

$$\Sigma P_{iy} = 0; -W + 2 \cdot R \cdot \cos 45^\circ = 0,$$

звідки:

$$R = \frac{W}{2 \cdot \cos 45^\circ} = 0,707 \cdot W. \quad (31)$$

«Величина сили тертя між важелем для закріплення та поверхнею заготівки:

$$F_{T1} = W \cdot f_1,$$

де  $f$  – коефіцієнт тертя ковзання, прийmemo  $f_1 = 0,25$ » [8].

Величина сили тертя між поверхнями заготовки та призми:

$$F_{T2} = 2R \cdot f_2 = 2 \cdot 0,707 \cdot W \cdot f_2 = 1,414 \cdot W \cdot f_2.$$

Приймаємо матеріал важеля і призми один і той же, тоді  $f_1 = f_2$   $f = 0,25$ .

$$\ll K = K_0 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_6 \geq (2,5),$$

де  $K_0$  – коефіцієнт гарантованого запасу;

$K_0 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_6$  – коефіцієнти, що відповідно враховують збільшення сил різання при чорновій обробці, при затупленні інструменту, при переривистому різанні, нестабільності сил закріплення, незручність розташування рукоятки, при базуванні плоскої поверхні по плоских опорах» [8].

Приймаємо за [8]:

$$K_0 = 1,5; K_1 = 1,0; K_2 = 1,6; K_3 = 1,0; K_4 = 1,0; K_5 = 1,0; K_6 = 1,5;$$

$$K = 1,5 \cdot 1 \cdot 1,6 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1,5 = 3,6 > 2,5, \text{ умова виконується.}$$

Розглянемо умови рівноваги заготовки

Сила  $P_Z$  намагається повернути заготовку відносно осі  $O$ , чому перешкоджають сили тертя.

Розглянемо рівняння  $\Sigma M(P_z)_0 = 0$ ; де сила  $P_z$  може прокрутити заготовку навколо осі.

$$P_Z \cdot L = W \cdot f \cdot \frac{D}{2} + \frac{2 \cdot W \cdot f}{2 \cdot \sin \frac{\alpha}{2}} \cdot \frac{D}{2}, \quad (32)$$

звідси:

$$W = \frac{P_Z \cdot L}{f \cdot \frac{D}{2} \cdot \left(1 + \frac{1}{\sin \frac{\alpha}{2}}\right)} = \frac{403,3 \cdot 15}{0,25 \cdot \frac{50}{2} \cdot \left(1 + \frac{1}{\sin 45^\circ}\right)} = 684 \text{ Н.}$$

В розрахунках не була врахована надійність закріплення через коефіцієнт  $K$ . Так як збільшення сили  $P_Z$  викликає збільшення  $W$ .

Тоді:

$$W_2 = \frac{P_Z \cdot L \cdot K}{f \cdot \frac{D}{2} \cdot \left(1 + \frac{1}{\sin \frac{\alpha}{2}}\right)} = \frac{410 \cdot 15 \cdot 3,6}{0,25 \cdot \frac{50}{2} \cdot \left(1 + \frac{1}{\sin 45^\circ}\right)} = 2463,9 \text{ Н.}$$

«Розрахунок основних параметрів приводу затискного механізму

Визначення зусилля на штокові.

Визначаємо величину сили  $Q$ , що діє на плече важеля. За умови рівноваги» [8]:

$$W_2 \cdot l_2 = Q \cdot l_1 \cdot \eta, \quad (33)$$

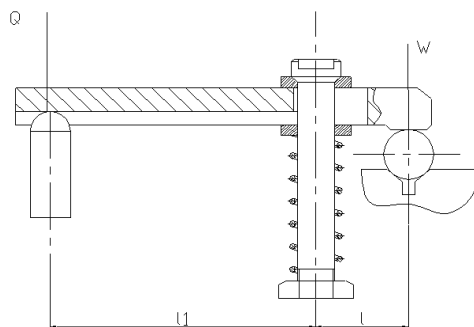


Рисунок. 3.3 – Схема важільної системи

де  $\eta = 0,95$  – коефіцієнт корисної дії важільного механізму,  $L_1 = 105$  мм,  $L_2 = 35$  мм.

$$Q = \frac{W \cdot l_2}{l_1 \cdot \eta} = \frac{2463,9 \cdot 35}{105 \cdot 0,95} = 864,6 \text{ Н.}$$

З урахуванням зворотної пружини  $q = 100 \text{ Н}$  сила на штокові  $Q = 964,6 \text{ Н}$ .

### 3.1.5 Розрахунок силового приводу пристрою

Приймаємо розрахунковий тиск оливи  $p = 2 \text{ МПа}$ .

«По прийнятій кінематичній схемі робочий тиск створюється у безштоковій порожнині. Тоді зусилля на штокові визначається за формулою:

$$Q = \frac{\pi \cdot D^2}{4} \cdot p, \quad (34)$$

де  $D_{\text{Ц}}$  – діаметр гідроциліндра, мм

За формулою визначаємо:

$$D_{\text{Ц}} = \sqrt{\frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot p}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 964,6}{3,14 \cdot 2}} = 24,7 \text{ мм.}$$

Приймаємо з рекомендованого ряду діаметр гідроциліндра  $D = 32 \text{ мм}$ , діаметр штока  $d_{\text{ш}} = 16 \text{ мм}$ .» [8].

«Визначення дійсного зусилля на штокові. Дійсне зусилля, що створює гідроциліндр за вибраними параметрами визначаємо за формулою» [8]:

$$Q_{\partial} = \frac{\pi \cdot D_{\text{Ц}}^2}{4} \cdot p \cdot \eta = \frac{\pi \cdot 32^2}{4} \cdot 2 \cdot 0,98 = 1608 \text{ Н.}$$

### 3.1.6 Розрахунок деталей пристрою на міцність

«В пристрої найбільші навантаження діють на болт на якому встановлено важіль, тому проводимо розрахунок його різьби на зріз за формулою» [10]:

$$d_0 = \sqrt{\frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot [\tau_{зр}] \cdot n}} \quad (35)$$

де  $n = 1$  – число площини зрізу;

$[\tau_{зр}] = 100$  МПа – допустиме напруження на зріз.

Тоді

$$d_0 = \sqrt{\frac{4 \cdot 1608}{3,14 \cdot 100 \cdot 1}} = 4,5 \text{ мм}$$

По кресленню  $d_0 = 14,2 \text{ мм}$

Запас міцності  $K = \frac{14,2}{4,5} = 3,2$  рази.

### 3.1.7 Опис роботи пристрою

«Пристрій складається з корпусу УЗП в якому змонтовано гідроциліндр. Сила від штока передається на важіль. На підшві корпусу встановлено дві напрямні шпонки. Корпус пристрою кріпиться до верстата за допомогою болтів та провушин.

Пристрій працює наступним чином: стиснена олія подається через штуцер в порожнину, шток рухається вгору, починає передавати зусилля на важіль. Важіль рухається навколо своєї вісі та затискає заготовку. Для розтискання заготовки стиснена олія випускається через золотник. Шток рухається вниз, завдяки пружині. Важіль відтискується від заготовки, тепер маємо можливість повернути заготовку та вставити упорну пластину у

оброблений паз, таким чином зорієнтувати на паралельність пазів. Надалі закріплюємо заготовку та проводимо оброблення другого пазу.

До технічних вимог такого пристрою можна віднести: співвісність установочних призм, паралельність вісі призм до площини основи пристрою» [8].

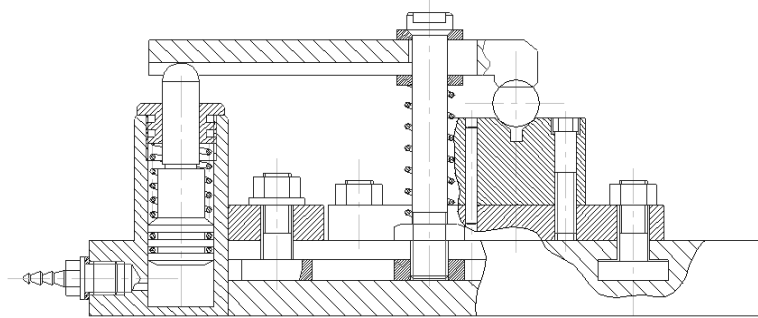


Рисунок. 3.4 - Пристрій для фрезерування пазів у втулці

## 3.2 Проектування контрольного пристрою

### 3.2.1 Технічні умови та вимоги креслення, що підлягають контролю

З технічних вимог на деталь, що підлягає контролю це виконання високоточного розміру на поверхню  $\varnothing 29H8$ . Відповідно необхідно спроектувати калібр-пробку.

### 3.2.2 Визначення розмірів контрольного пристрою

«Визначаємо розміри калібр-пробок для отвору діаметром  $D = 29$  мм за полем допуску  $H8$ » [9].

Знаходимо граничні відхилення отвору; вони дорівнюють  $+ 46$  мкм і  $0$ . Відповідно,  $D_{\max} = 29,046$  мм;  $D_{\min} = 29,000$  мм. Знаходимо допуски та граничні відхилення калібрів для  $IT8$  в інтервалі  $50 \dots 80$  мм:  $H = 5$  мкм;  $z = 4$

мкм;  $y = 3$  мкм. По цим даним будують схему розташування полів допусків калібр-пробки (рис. 3.5).

«Найбільший розмір нової прохідної калібр-пробки

$$ПР_{\max} = D_{\min} + z + H/2 = 29,000 + 0,004 + (0,005/2) = 29,0065 \text{ мм.}$$

Розмір калібру ПР, проставлений на кресленні, при допуску на виготовлення  $H = 5$  мкм дорівнює  $29,0065_{-0,005}$ .

Розміри для виконання: найбільший 29,0065 мм, найменший 29,0015 мм.

Найменший розмір зношеної прохідної калібр-пробки при допуску на знос

дорівнює  $y = 3$  мкм

$$ПР_{\text{зн}} = D_{\min} - y = 29,000 - 0,003 = 28,997 \text{ мм.}$$

Найбільший розмір нової прохідної калібр-пробки

$$HE_{\max} = D_{\max} + (H/2) = 29,046 + (0,005/2) = 29,0435 \text{ мм.}$$

Розмір калібру HE, проставлений на кресленні, дорівнює  $29,0435_{-0,005}$ .

Розміри для виконання : найбільший 29,0435мм; найменший 29,0385 мм.» [8].

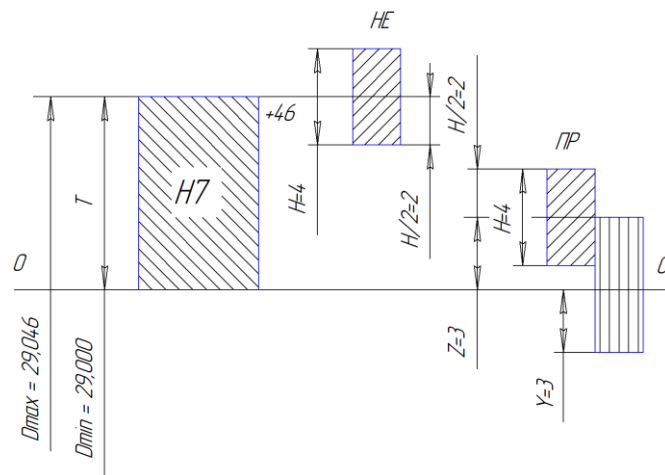


Рисунок 3.5. Схема розташування полів допусків

### **3.2.2 Принцип роботи пристрою**

Калібр-пробка послідовно, прохідного розміру та непрохідного, вводиться в отвір  $\varnothing 29H8$ . Якщо прохідний входить а непрохідний не входить в отвір – деталь вважається годною. І навпаки.

## **4 ОХОРОНА ПРАЦІ**

### **4.1 Забезпечення техногенної безпеки на небезпечних територіях та у зонах можливого ураження від небезпечних об'єктів**

«Забезпечення техногенної безпеки на небезпечних територіях та у зонах можливого ураження від небезпечних об'єктів здійснюється з метою організації заходів захисту населення і територій від НС техногенного характеру у разі:

- неконтрольованого ввезення, зберігання і використання на території України техногенно-небезпечних технологій, речовин, матеріалів;
- небезпечних наслідків військової та іншої небезпечної діяльності;
- аварій (аварійних ситуацій) на небезпечних об'єктах;
- безпеки від гідротехнічних споруд;
- наявності об'єктів, на яких здійснюються виробництво, зберігання та утилізація вибухонебезпечних предметів;
- терористичної діяльності;
- порушення умов експлуатації на об'єктах життєзабезпечення населення;
- руйнування будівель і споруд з порушенням умов експлуатації.

Забезпечення техногенної безпеки на небезпечних територіях та у зонах можливого ураження від небезпечних об'єктів органами влади здійснюється шляхом:

- збирання та аналітичного опрацювання інформації про аварійні ситуації та аварії техногенного характеру і стан небезпечних об'єктів та небезпечних територій, прогнозування масштабів можливих НС техногенного характеру;

- інформування суб'єктів господарювання, об'єкти яких за результатами прогнозування можуть опинитися в прогнозованих зонах НС техногенного характеру на небезпечних об'єктах та небезпечних територіях, надання їм інформації про заходи, що здійснюються місцевими органами влади з метою зменшення впливу наслідків НС техногенного характеру під час аварій на відповідних небезпечних об'єктах, про характер і обсяги допомоги, яку може бути надано силами територіальної підсистеми та її ланками ЄСЦЗ;

- включення до галузевих, регіональних та місцевих програм, що розробляються органами влади відповідно до повноважень,

заходів із забезпечення техногенної безпеки;

- забезпечення навчання з питань техногенної безпеки посадових осіб органів влади та суб'єктів господарювання, що належать до сфери їх управління;

- створення матеріального резерву для здійснення заходів, спрямованих на запобігання і ліквідацію наслідків НС техногенного характеру та надання термінової допомоги постраждалому населенню;

- вжиття заходів щодо реалізації вимог техногенної безпеки на об'єктах, які можуть створити реальну загрозу виникнення аварій» [14].

#### **4.2 Шляхи і способи підвищення стійкості роботи промислових об'єктів**

«Стійкість роботи об'єкта – це здатність його в НС випускати продукцію у запланованому обсязі, необхідної номенклатури і відповідної якості, а у випадку впливу на об'єкт уражаючих факторів стихійних лих та виробничих аварій – у мінімально короткі строки відновити своє виробництво.

Стійкість залежить від таких *основних факторів*: розміщення об'єкта відносно великих міст, об'єктів атомної енергетики, хімічної промисловості, великих гідротехнічних споруд, військових об'єктів та ін.; природно-

кліматичних умов; технології виробництва; надійності захисту працюючих, населення від впливу уражаючих факторів, наслідків стихійних лих і виробничих аварій, катастроф; надійності системи постачання об'єкта всім необхідним для виробництва продукції (паливом, мастилами, електроенергією, газом, водою, хімічними засобами захисту рослин, ветеринарними засобами, мінеральними добривами, запасними частинами, технікою та ін.); здатності інженерно-технічного комплексу протистояти уражаючим факторам НС; стійкості управління виробництвом і заходами ЦЗ; підготовленості керівного складу ЦЗ об'єкта і населення правильно виконувати комплекс заходів ЦЗ; масштабів і ступеня уражаючої дії стихійного лиха, виробничої аварії, катастрофи чи зброї; підготовленості об'єкта до ведення АРiНР та відновлення порушеного виробництва.

На основі вивчення факторів, які впливають на стійкість роботи об'єктів, і оцінки стійкості елементів і галузей виробництва до уражаючих факторів ядерної, хімічної і біологічної зброї, стихійних лих і виробничих аварій, необхідно завчасно організувати і провести організаційні, інженерно-технічні й технологічні заходи для підвищення стійкості роботи.

Здійснення організаційних заходів передбачає завчасну підготовку всіх структур ЦЗ, служб і формувань до НС.

Вжиттям технологічних заходів підвищується стійкість роботи об'єктів шляхом змінювання технологічних процесів, режимів, можливих в умовах НС.

Інженерно-технічні заходи мають забезпечити підвищену стійкість виробничих споруд, технологічних ліній, устаткування, комунікацій об'єкта до впливу уражаючих факторів під час НС.

При проведенні цих заходів необхідно враховувати конкретні умови суб'єкта господарювання. Проте є загальні організаційні інженерно-технічні заходи, які мають проводитись на всіх суб'єктах (об'єктах) господарювання.

#### *1. Забезпечення захисту людей та їх життєдіяльності:*

Створення на об'єкті надійної системи оповіщення про загрозу нападу противника, радіоактивне забруднення, хімічне і біологічне зараження, загрозу стихійного лиха і виробничої аварії» [14].

«Організація розвідки і спостереження за радіоактивним забрудненням, хімічним і біологічним зараженням; гідрометеорологічне спостереження за рівнем води, напрямком і швидкістю вітру, рухом і поширенням хмари радіоактивного забруднення, НХР.

Створення фонду захисних споруд ЦЗ, запасів засобів індивідуального захисту і забезпечення своєчасної видачі їх населенню.

Завчасна підготовка до масової санітарної обробки населення і знезараження одягу, організація взаємодії з установами охорони здоров'я для медичного обслуговування населення у НС.

Підготовка до евакуації населення, розміщеного в зонах можливих руйнувань і катастрофічного затоплення. Завчасна підготовка місць евакуації, організація прийому евакуйованого населення на територію населених пунктів.

Постачання населення продуктами харчування, питною водою, предметами першої необхідності; комунальне побутове обслуговування населення з урахуванням проведення евакуаційних заходів, забезпечення захисту продовольчих запасів.

Навчання населення способам захисту, надання домедичної допомоги, практичним діям в умовах НС, морально-психологічна підготовка населення до виживання» [14].

«Забезпечення чіткої інформації про обстановку та дії населення в умовах НС мирного і воєнного часу.

2. *Захист цінного й унікального устаткування.* Захистити цінне і унікальне устаткування можна завдяки проведенню інженерно-технічних заходів, щоб зменшити небезпеку пошкодження і руйнування цінного й

унікального устаткування, верстатів з програмним управлінням, шліфувальних, токарних, розточувальних, зубофрезерних, пресових станків, автоматичних конвеєрних ліній та іншого устаткування.

Варіантами такого захисту є розміщення зазначеного устаткування в заглиблених приміщеннях, а також використання спеціальних захисних пристосувань, закріплення станків на фундаментах, застосування контрфорсів для підвищення стійкості проти перекидання обладнання» [14].

### *3. Підвищення стійкості мереж комунального господарства.*

«Для забезпечення стійкості роботи об'єктів повинні проводитись інженерно-технічні заходи на мережах комунального господарства з метою захисту джерел тепла із заглибленням у ґрунт комунікацій.

Котельні слід розміщувати в спеціальному окремо розміщеному приміщенні.

Якщо об'єкт одержує тепло з міської теплоцентралі, необхідно провести заходи для забезпечення стійкості трубопроводів і розподільних пристроїв, підведених до об'єкта.

Теплова мережа має будуватися за кільцевою системою з прокладанням труб у спеціальних каналах зі з'єднанням паралельних ділянок. Для відключення пошкоджених ділянок мають бути встановлені запірно-регулюючі засувки, вентилі та ін. Ці пристосування необхідно розміщувати в оглядових колодязях, на території, що не завалюється при руйнуванні будівель.

Система каналізації має будуватись окремо: одна для дощових, інша – для промислових і господарських вод. На об'єкті має бути не менше двох виводів з підключенням до міських каналізаційних колекторів, а також виводи і колодязі з аварійними засувками на об'єктових колекторах з інтервалом 50 м на території, що не завалюється, для аварійного скидання неочищеної води в найближчі штучні та природні заглиблення».

На деяких промислових об'єктах є системи для забезпечення технології виробництва: для подання кисню, аміаку, стиснутого повітря та інших рідких і

газових реактивів. Для цих систем розробляють заходи для попередження виникнення вторинних

факторів зброї, стихійних лих та виробничих аварій і катастроф.

4. *Забезпечення стійкості роботи паливно-енергетичного комплексу і водопостачання.* Створення резерву енергетичних потужностей за рахунок автономних пересувних електростанцій, а також місцевих джерел електроенергії. Підготовка автономних електростанцій до роботи за спеціальним режимом (графіком) для забезпечення технологічних процесів виробництва, для яких неможливі тривалі перерви в електропостачанні» [14].

«З метою попередження аварій на електричних мережах необхідно установити автоматичну систему відключення при виникненні перенапруги, повітряні лінії електропостачання замінити на підземно-кабельні.

Створення необхідних запасів (резервів) паливно-мастильних матеріалів та інших видів палива й організація їх безпечного зберігання. Щоб не допустити зупинки підприємства через дефіцит палива, необхідно підготуватись для роботи на різних видах палива: нафта, вугілля, газ.

Для підвищення стійкості забезпечення водою слід провести такі заходи. Необхідно створити основні і резервні джерела водопостачання. Як резервне джерело краще мати артезіанську свердловину, яку необхідно підключити до системи водопостачання. Крім того, воду можна брати з близько розміщеної природної водойми або спорудити штучну водойму чи резервуари з обладнанням пристроїв для збору і перекачування води.

Всі ділянки водопостачання повинні бути заглиблені у ґрунт з обладнанням пожежних гідрантів і пристроїв для відключення пошкоджених ділянок. Локальні мережі водопостачання окремих великих підприємств варто з'єднати із загальноміською системою водопостачання в єдине кільце.

Підвищенню стійкості забезпечення водою сприяє подавання води безпосередньо в мережу поза водонапірними баштами, спорудження обвідних ліній для подання води поза пошкодженими спорудами» [14].

«Завчасне вжиття заходів захисту вододжерел, водопровідних споруд, свердловин і шахтних колодязів від забруднення радіоактивними речовинами, зараження хімічними і біологічними засобами.

Підготовка меліоративних, гідротехнічних та іригаційних споруд і систем до експлуатації в надзвичайних умовах.

*Стійкість роботи автотранспортної та іншої техніки, технологічного обладнання і механізмів.* Організація своєчасного оповіщення гаража, технологічного парку, їх керівників, водіїв, механізаторів про загрозу НС.

Підготовка автотранспортної техніки до проведення робіт в умовах радіоактивного забруднення, хімічного біологічного зараження і світломаскування.

«Пристосування і використання всіх видів транспортних засобів для евакуації населення і перевезення потерпілих» [14].

«Розробка заходів з метою пристосування автотранспортної, іншої техніки для виконання завдань ЦЗ. Розробка пристосувань і технологічних процесів для відбору потужностей тракторів і автомобілів з метою приведення в дію води до місця споживання зі свердловин, відкритих водойм і шахтних колодязів.

Підготовка всієї техніки для проведення АРiНР у надзвичайних умовах мирного і воєнного часу.

*Забезпечення стійкого постачання об'єкта ресурсами.* Для забезпечення виробництва продукції необхідні електроенергія, паливо, мастила, засоби захисту рослин, міндобрива, профілактичні й лікувальні препарати ветеринарної медицини, запасні частини, сировина та інші матеріально-технічні засоби. Забезпечення об'єктів цими ресурсами дасть можливість

випускати необхідну продукцію в надзвичайних умовах мирного і воєнного часу.

Газ використовується як паливо і на хімічних підприємствах у технологічному процесі. Для безперебійного забезпечення газом, газові мережі необхідно підводити до об'єкта з двох напрямків, які мають бути з'єднані в єдине кільце з обладнанням для можливого дистанційного автоматичного управління й у разі необхідності відключення пошкоджених ділянок.

На великих підприємствах необхідно мати підземні ємності із закачаним резервним газом.

На підприємствах, де використовується пара, необхідно захистити джерела його постачання, заглибити в ґрунт комунікації паропостачання і встановити запірні пристосування.

Запас резервних матеріалів необхідно розраховувати на такі строки роботи підприємства, за які можливе відновлення регулярного постачання.

Передбачити, на випадок перебоїв в постачанні підприємствами-суміжниками, створення місцевих матеріалів, сировини для виготовлення комплектуючих виробів і інструментів силами свого підприємства» [14].

*Забезпечення збереження й відновлення будівель і споруд.*

«Оцінка можливих ступенів руйнування будівель і споруд господарства, населеного пункту.

Визначення обсягу невідкладних ремонтних робіт, потреби в будівельних матеріалах.

Розрахунок сил і засобів для проведення невідкладних ремонтних та інших робіт, а також знезараження приміщень, виробничих ділянок і території.

Створення і підготовка спеціальних формувань для ремонтно-відновних, будівельних та інших робіт на об'єкті.

При будівництві нових будівель і захисних споруд врахувати вимоги ЦЗ.

Розробка комплексу протипожежних заходів, які б виключали можливість виникнення масових пожеж.

*Забезпечення надійності системи управління і зв'язку.*

Організація захищеного пункту управління, оснащення його засобами зв'язку, які б дали можливість швидко доводити сигнали ЦЗ до всіх виробничих підрозділів і населення у місцях проживання.

Розробка документів, які регламентують чіткі дії персоналу для забезпечення сталої роботи об'єкта в надзвичайних умовах.

Підготовка необхідного резерву кадрів спеціалістів, механізаторів і керівних працівників для зміни тим, які будуть мобілізовані.

Планування збору даних про обстановку, передачу команд і розпоряджень в умовах впливу на об'єкт уражаючих факторів.

Організація використання радіозасобів, телефонного зв'язку, посильних для зв'язку з віддаленими населеними пунктами, виробничими підрозділами, а також з колонами евакуйованого населення, що перебувають у дорозі, і відповідальними особами, які супроводжують під час евакуації. Забезпечення дублювання ліній і каналів зв'язку.

Для підтримання на високому рівні ЦЗ регулярно проводити підготовку населення, спеціалістів, проводити об'єктові тренування і командні навчання» [14].

## 5 ВИСНОВКИ

В дипломній роботі розроблено технологічний процес виготовлення деталі «Втулка підсальникова ТКВ.Т-1624.00». В загальному та технологічному розділі наведено аналіз технологічності деталі, запропоновано шляхи вдосконалення процесу оброблення деталі, проведення розроблення технологічного процесу виготовлення деталі із застосуванням верстатів ЧПК, виконано розрахунки: типу виробництва, собівартості заготовки, припусків, режимів різання, проведено нормування часу на виконання операцій.

В конструкторському розділі проведено проектування та виконано розрахунки верстатного пристрою. Для забезпечення операції контролю відповідальної поверхні деталі спроектовано контрольно-вимірювальний пристрій.

В додатках приведено технологічний процес виготовлення деталі «Втулка підсальникова ТКВ.Т-1624.00», специфікації та керуюча програму на верстат з ЧПК.

## ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Методичні вказівки з курсового проектування по технології машинобудування для студентів спеціальностей «Технологія машинобудування», денної і заочної форм навчання / В.Д. Каразей, Л.В. Присяжний, Ю.В. Савицький – Хмельницький: ХНУ, 2009. – 110 с.
2. Рудь В. Д., Герасимчук О. О., Маркова Т. П. Розмірно-точнісний аналіз конструкцій та технологій. Луцьк : РВВ ЛДТУ, 2008. 344 с.
3. Добрянський С.С., Малафєєв Ю.М., Пуховський Є.С. Проектування та виробництво заготовок. Підручник для студентів машинобудівних спеціальностей ВНЗ. / Під редакцією Коренькова В.М. Київ: НТУУ «КПІ», 2014 353 с., іл.
4. Боженко Л. І. Технологія машинобудування. Проектування та виробництво заготовок. Львів: Світ, 1996. 368 с.
5. Шабайкович В.А. Выбор оптимального технологического процесса механической обработки деталей машин. Львов, 1975. 25 с.
6. Технологія машинобудування. Посібник-довідник для виконання кваліфікаційних робіт: Навчальний посібник. [Юрчишин І.І. та ін.] Видавництво НУ «Львівська політехніка». 2009. 528 с.
7. Кирилович В. А., Мельничук П. П., Яновський В. А. Нормування часу та режимів різання для токарних верстатів з ЧПУ.; під заг. ред. В. А. Кириловича. Житомир : ЖІТІ, 2001. 600 с.
8. Курсове та дипломне проектування для технології машинобудування та металорізальних верстатів. [Гордєєв А.І., Урбанюк Є.А., Безносів А.Є., Мігаль В.Г.] Навчальний посібник, ХНУ, 2005, 300 с.
9. Железна А.М., Кирилович В.А. Основи взаємозамінності, стандартизації та технічних вимірювань: Навчальний посібник. К.: Кондор, 2004. 796 с.

10. Гайдамака А. В. Деталі машин. Основи теорії та розрахунків : навчальний посібник для студентів машинобудівних спеціальностей усіх форм навчання. Харків : НТУ «ХП», 2020. 275 с.

11. Освітня програма бакалавра спеціальності 131 Прикладна механіка.

12. Технічна характеристика верстата VF-1. Каталог.

13. Основи охорони праці: Підручник. 2-ге видання, доповнене та перероблене. / К. Н. Ткачук, М. О. Халімовський, та ін. За ред. К. Н. Ткачука і М. О. Халімовського. К.: Основа, 2006. 448 с.

14. Жидецький В. Ц. Основи охорони праці. Підручник. Львів Афіша 2004, 248 с.

## ДОДАТКИ