

Міністерство освіти і науки України
Криворізький національний університет
Факультет механічної інженерії та транспорту
Кафедра технологія машинобудування

КВАЛІФІКАЦІЙНА БАКАЛАВРСЬКА РОБОТА

зі спеціальності 131 – Прикладна механіка
освітньо-професійної програми «Прикладна механіка»

на тему: Конструкторсько-технологічна підготовка виготовлення деталі «Втулка муфти зубчастої» редуктору приводу нахилу конвертера та обґрунтування параметрів надійності процесу за допомогою CAD/CAM систем

Проектував ст.гр. ПМ-20

Хмельницький О.М.

Керівник роботи

к.т.н. доц. Цивінда Н.І.

Кривий Ріг
2024 р

Міністерство освіти і науки України
Криворізький національний університет
Факультет Механічної інженерії та транспорту
Кафедра технологія машинобудування

КВАЛІФІКАЦІЙНА БАКАЛАВРСЬКА РОБОТА
ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

зі спеціальності 131 – Прикладна механіка

на тему: Конструкторсько-технологічна підготовка виготовлення деталі «Втулка муфти зубчастої» редуктору приводу нахилу конвертера та обґрунтування параметрів надійності процесу за допомогою CAD/CAM систем

Проектував ст. гр. ПМ-20

/Хмельницький О.М./

Керівник роботи

/к.т.н., доц.Цивінда Н.І./

Нормоконтроль

/ к.т.н., доц. Рязанцев А.О./

Завідувач кафедри

/ к.т.н., доц. Нечасєв В.П./

Кривий Ріг
2024 р

Криворізький національний університет
Факультет механічної інженерії та транспорту
Кафедра: технології машинобудування
Освітній рівень: бакалавр
Спеціальність: 131 Прикладна механіка
Освітньо-професійна програма «Прикладна механіка»

Затверджую
Зав. кафедри ТМ к.т.н. доц., Нечаєв В.П.

(підпис)

(дата)

ЗАВДАННЯ **на кваліфікаційну бакалаврську роботу**

Студент: гр. ПМ-20 Хмельницький Олег Миколайович

Тема: Конструкторсько-технологічна підготовка виготовлення деталі «Втулка муфти зубчастої» редуктору приводу нахилу конвертера та обґрунтування параметрів надійності процесу за допомогою CAD/CAM систем

1. Керівник проекту к.т.н., доц. Цивінда Н.І.

Тема затверджена наказом по КНУ № 253с від “08” 04 2024 р.

2. Термін подання студентом закінченого проекту 12 .06. 2024 р.

3. Вихідні дані до проекту: 1. Креслення складального вузла.

2. Креслення деталі. 3. Типовий технологічний процес. 4. Річна програма випуску деталі.

4. Зміст пояснювальної записки: 1.АНАЛІЗ СЛУЖБОВОГО ПРИЗНАЧЕННЯ МАШИНИ, ВУЗЛА

2.АНАЛІЗ СЛУЖБОВОГО ПРИЗНАЧЕННЯ ДЕТАЛІ. ОПИС КОНСТРУКТИВНИХ ОСОБЛИВОСТЕЙ ДЕТАЛІ ТА УМОВ ЇЇ ЕКСПЛУАТАЦІЇ.

Аналіз якості поверхонь деталей .Технічний контроль робочого креслення

Аналіз технологічності деталі. Вибір та економічне обґрунтування способу отримання заготовки. Аналіз якості поверхонь.Технічний контроль робочого креслення

Аналіз технологічності деталей. Вибір типу виробництва. Задачі проектування. Пропозиції, щодо удосконалення. Вибір техніко-економічне обґрунтування й проектування заготовки. Вибір і обґрунтування баз. Вибір і обґрунтування послідовності обробки поверхонь. Розробка маршруту обробки

Розробка технологічної операції деталей. Вибір технологічного устаткування. Вибір пристроїв. Вибір ріжучого і допоміжного інструменту. Вибір засобів технічного контролю
Моделювання та програмування операцій механічної обробки

3.ОРГАНІЗАЦІЙНО-ЕКОНОМІЧНА ПІДГОТОВКА ВИРОБНИЦТВА

Охорона праці та екологія виробництва. Оцінка техніко-економічної ефективності виробництва. Організація виробництва

ВИСНОВОК

5. Перелік графічного матеріалу: 1. Креслення складального вузла.
2. Креслення деталі 3. Креслення заготовки 4. Креслення верстатно-
інструментальних налагоджень. 5. Креслення технологічного оснащення.

6. Календарний план:

Етап роботи	Термін виконання
Постановка завдання	15 листопада 2020 р.
АНАЛІЗ СЛУЖБОВОГО ПРИЗНАЧЕННЯ МАШИНИ, ВУЗЛА Призначення об'єкту виробництва, як елементу вузла, механізму машини з характеристикою будови, принципів роботи, характеристикою кінематичних та силових ланцюгів машини Розрахунок розмірних ланцюгів Статичне дослідження засобами моделювання SolidWorks Прогнозування експлуатаційних властивостей зубчастих муфт	До 02.04.2024 р.
АНАЛІЗ СЛУЖБОВОГО ПРИЗНАЧЕННЯ ДЕТАЛІ .ОПИС КОНСТРУКТИВНИХ ОСОБЛИВОСТЕЙ ДЕТАЛІ ТА УМОВ ЇЇ ЕКСПЛУАТАЦІЇ Аналіз якості поверхонь деталей Технічний контроль робочого креслення Аналіз технологічності деталі Вибір та економічне обґрунтування способу отримання заготовки Аналіз якості поверхонь Технічний контроль робочого креслення Аналіз технологічності деталей Вибір типу виробництва. Задачі проектування. Пропозиції, щодо удосконалення Вибір техніко-економічне обґрунтування й проектування заготовки Вибір і обґрунтування баз Вибір і обґрунтування послідовності обробки поверхонь Розробка маршруту обробки Розробка технологічної операції деталей	15.04.2024р.
Моделювання та програмування операцій механічної обробки Креслення налагоджень Конструкторська підготовка виробництва Креслення пристосувань	31.05.2024р.
Організаційно-економічна підготовка виробництва. Охорона праці та екологія виробництва Оцінка техніко-економічної ефективності виробництва Організація виробництва ВИСНОВОК СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	До 20.05 2024р.
Попередній захист	04.06 2024р.

Дата видачі завдання: “08” 04 2024р.

Студент _____ / Хмельницький О.М./

Керівник роботи _____ /Цивінда Н.І./

РЕФЕРАТ

Об'єктом проектування є конструкторсько-технологічна підготовка з розробкою технологічних процесів складання вузла вал навісному редукторі приводу спеціального редуктора повороту конвертера та механічної обробки деталі втулка муфти зубчастої.

Мета роботи: Удосконалення технологічного процесу складання вузла та механічної обробки деталі втулка зубчаста муфти та порівняльний аналіз техніко-економічних показників на верстатах з ЧПК, а також аналіз факторів які найбільше впливають на точність механічної обробки та на надійність втулки зубчастої.

Надійність проекту досягалась виконанням таких завдань: автоматизацією складових КТП, технологічним аналізом складального вузла, побудовою та розрахунком складальних розмірних ланцюгів та технологічним процесом складання; техніко-економічним аналізом способів отримання заготовок, та проектуванням заготовка втулки зубчастої; оптимальними маршрутними та операційними технологічними процесами; сучасними обладнанням і ріжучий інструментом; технологічними налагодженнями на верстат з ЧПК; застосуванням САМ систем,-універсальним технологічним оснащенням, що забезпечить якість виготовлення втулки зубчастої та дозволить групувати деталі типу втулка; основні економічні показники виготовлення в умовах механічного цеху; розробленими заходи з охорони праці та безпеки у надзвичайних ситуаціях.

КОНВЕРТЕР, РЕДУКТОР ПРИВОДУ, ЗУБЧАТА МУФТА, ВТУЛКА ЗУБЧАСТА, ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ПРОЦЕС, НАДІЙНІСТЬ, ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНИЙ АНАЛІЗ, КОНТРОЛЬ, ОСНАЩЕННЯ, ІНСТРУМЕНТАЛЬНЕ НАЛАГОДЖЕННЯ, ПРОДУКТИВНІСТЬ, СОБІВАРТІСТЬ

ABSTRACT

The object of the design is the design and technological preparation with the development of technological processes for the assembly of the assembly of the shaft assembly of the hinged gearbox of the drive of the special gearbox of the converter rotation and mechanical processing of the part of the gear clutch sleeve.

The purpose of the work: Improvement of the technological process of assembling the assembly and mechanical processing of the part of the gear sleeve and comparative analysis of technical and economic indicators on CNC machines, as well as the analysis of the factors that most affect the accuracy of mechanical processing and the reliability of the gear sleeve.

The reliability of the project was achieved by performing the following tasks: automation of components of the KTP, technological analysis of the assembly unit, construction and calculation of assembly dimensional chains and technological assembly process; technical and economic analysis of methods of obtaining blanks, and design of a blank of a toothed sleeve; optimal routes and operational technological processes; modern equipment and cutting tools; technological adjustments to the machine tool with CNC; the use of CAM systems, universal technological equipment that will ensure the quality of the gear bushing and allow grouping of bushing-type parts; the main economic indicators of production in the conditions of a machine shop; developed measures for labor protection and safety in emergency situations.

CONVERTER, DRIVE REDUCER, COUPLING GEAR, BUSHING GEAR, TECHNOLOGICAL PROCESS, RELIABILITY, FEASIBILITY ANALYSIS, CONTROL, EQUIPMENT, INSTRUMENT DEBUGGING, PRODUCTIVITY, COST

КНУ.КБР.131.24.1-18.Р

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Хмельницький			РЕФЕРАТ	Літ.	Арк.	Аркушів
Перевір.		Цивінда					4,1	5
Реценз.						Кафедра ТМ,гр ПМ20		
Н. Контр.		Рязанцев						
Затверд.		Нечаса						

Формат	Зона	Лист	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание			
<i>Документація</i>									
A4			КНУ.КБР.131.24.1-18.ПЗ	Пояснювальна записка Альбом технологічних карт					
<i>Документація</i>									
A1			КНУ.КБР.131.24.1-18.ВТХ	Вал і редуктору набісного(складальне креслення)	1				
A3			КНУ.КБР.131.24.1-18.ВЗ	Втулка муфти зубчасті	1				
A2			КНУ.КБР.131.24.1-18.ВЗ.ВП	Втулка муфти зубчасті (паковка штампвана)	1				
A3			КНУ.КБР.131.24.1-18. ТК	Технологічні карти	4				
A1			ККНУ.КБР.131.24.1-18.СВП	Спеціальний верстатний пристрій	1				
A1			КНУ.КБР.131.24.1-18.ПЗ.КП	Контрольний пристрій	1				
A1			КНУ.КБР.131.24.1-18.РКП	Моделювання в САМ	1				
A1			КНУ.КБР.131.24.1-18.ТН	Технологічні налагодження	1				
A2									
A1									
A2									
A1									
КНУ.КБР.131.24.1-18.В0.									
Изм. лист		№ докум.		Подп.		Дата			
Разраб.		Хмельницький							
Пров.		Цивінда							
Н.контр.		Рязанцев							
Утв.		Нечасев							
Відомість об'єму КБР				Лит.		Лист		Листов	
				Кафедра ТМ гр. ПМ -20					
Копирвал				Формат А4					

ЗМІСТ

стор

Вступ.....	
1 АНАЛІЗ СЛУЖБОВОГО ПРИЗНАЧЕННЯ МАШИНИ, ВУЗЛА	
1.1 Призначення об'єкту виробництва, як елементу вузла, механізму машини з характеристикою будови, принципів роботи, характеристикою кінематичних ланцюгів машини.....	
1.2 Розрахунок розмірних ланцюгів.....	
1.3 Статичне дослідження засобами моделювання SolidWorks	
1.4 Прогнозування експлуатаційних властивостей об'єкту виробництва	
2 АНАЛІЗ СЛУЖБОВОГО ПРИЗНАЧЕННЯ ДЕТАЛІ. ОПИС КОНСТРУКТИВНИХ ОСОБЛИВОСТЕЙ ДЕТАЛІ ТА УМОВ ЇЇ ЕКСПЛУАТАЦІЇ.....	
2.1 Аналіз якості поверхонь	
2.2 Технічний контроль робочого креслення	
2.3 Аналіз технологічності деталей.....	
2.3.1 Якісний аналіз технологічності деталі	
2.3.2 Кількісний аналіз технологічності деталі	
2.4 Вибір типу виробництва. Задачі проектування. Пропозиції, щодо удосконалення	
2.5 Визначення виробничої програми цеху	
2.6 Вибір діючого заводського чи типового технологічного процесу.....	
2.7 Вибір техніко-економічне обґрунтування й проектування заготовки.....	
2.8 Вибір і обґрунтування баз.....	
2.9 Вибір і обґрунтування послідовності обробки поверхонь	
2.10 Розробка маршруту обробки	
2.11 Розробка технологічної операції деталей.....	
2.12 Розрахунок міжопераційних розмірів і припусків на обробку.....	
2.13 Розрахунок і вибір режимів різання, нормування технологічних операцій	
3 Моделювання та програмування операцій механічної обробки.....	
4 Конструкторська підготовка виробництва.....	
5 Організаційно-економічна підготовка виробництва.....	
5.1 Охорона праці та екологія виробництва.....	
5.2 Оцінка техніко-економічної ефективності виробництва.....	
ВИСНОВОК.....	
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	

					КНУ.КБР.131.24.1-18.3			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>	ЗМІСТ	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
Розроб.		Хмельницький				4.1	5	
Перевір.		Цивінда						
Реценз.								
Н. Контр.		Рязанцев				Кафедра ТМ, гр ПМ20		
Затверд.		Нечаса						

ВСТУП

Розвиток народного господарства визначається технологічним прогресом машинобудування. Для народного господарства необхідне збільшення випуску продукції машинобудування й підвищення його якості. Цей ріст виробляється за рахунок інтенсифікації виробництва на підставі широкого використання досягнень науки й техніки, застосування прогресивних технологій. Підвищення ефективності виробництва можливо шляхом його автоматизації й механізації, оснащення високопродуктивними верстатами зі ЧПУ, промисловими роботами, утворення гнучких виробничих систем.

Технологічний процес у машинобудуванні характеризується не тільки поліпшенням конструкції машин, а й безперервним удосконаленням технології їхнього виробництва. Важливо якісно, ощадливо й у заданий строк з мінімальними витратами праці виготовити машину.

Завдяки розвитку нових прогресивних технологічних процесів обробки виникає необхідність у конструюванні більше сучасних машин і зниження їхньої собівартості.

Актуальним завданням є підвищення якості й точності машин, що випускають. У машинобудуванні точність має велике значення для підвищення експлуатаційної якості машин. Забезпечення заданої точності - відповідальне завдання конструкторів, а її технологічне забезпечення при мінімальних витратах - основне завдання технологів.

Верстатобудівна промисловість розробила високопродуктивні верстати різного технологічного призначення й прогресивні конструкції різального інструменту, що забезпечує високу ефективність і точність обробки.

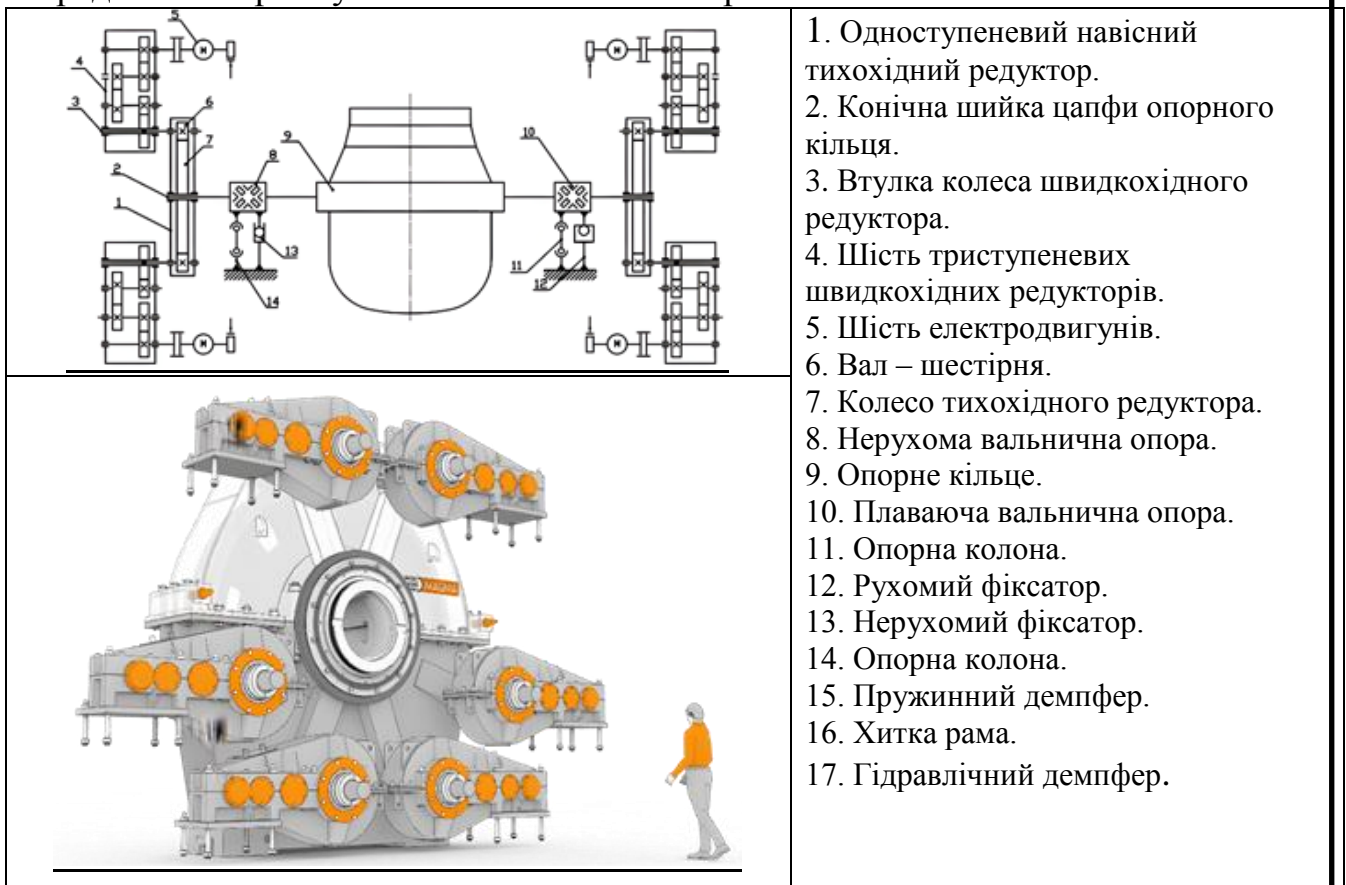
Це встаткування в місці з автоматичними системами, організації роботи й керування ними на базі ЕОМ і мікропроцесорної техніки є дуже складним і дорогим. У зв'язку із цією необхідною умовою ефективного використання є висока надійність всіх його елементів, довгостроковий безперервний режим роботи при досить високих режимах різання з урахуванням можливості автоматичної заміни зношеного інструмента. Одним з важливих елементів будь-якого машинобудівного виробництва є інструментальне настроювання, що забезпечує надійність функціонування кожного окремого верстата й виробничої системи в цілому, якість продукції, продуктивність виробництва.

					КНУ.КБР.131.24.1-18.В			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.	Хмельницьки				ВСТУП	Літ.	Арк.	Аркуші
Перевір.	Цивінда							
Реценз.								
Н. Контр.	Рязанцев					Кафедра ТМ гр.ПМ20		
Затверд.	Нечєв							

1 АНАЛІЗ СЛУЖБОВОГО ПРИЗНАЧЕННЯ МАШИНИ, ВУЗЛА

1.1 Призначення об'єкту виробництва, як елементу вузла, механізму машини з характеристикою будови, принципів роботи, характеристикою кінематичних ланцюгів машини

Вузол в якому знаходиться втулка встановлений на навісному редукторі приводу спеціального редуктора повороту конвертера, для повороту його при зливанні розплавленого металу. Конвертерне виробництво — отримання сталі в сталеплавильних агрегатах-конвертерах шляхом продувки рідкого чавуна повітрям чи киснем. Обертання на даний вузол передається з електродвигуна через муфту зубчасту. Шків служить для гальмування вузла через гальмівні колодки. Обертаний момент з навісного редуктора на спеціальний редуктор передається через вузол виносної вал-шестерні. Обертання на даний вузол передається з електродвигуна через втулку зубчасту. Шків служить для гальмування вузла через гальмівні колодки. Обертаний момент з навісного редуктора на спеціальний редуктор передається через вузол виносної вал-шестерні.



1. Одноступеневий навісний тихохідний редуктор.
2. Конічна шийка цапфи опорного кільця.
3. Втулка колеса швидкохідного редуктора.
4. Шість триступневих швидкохідних редукторів.
5. Шість електродвигунів.
6. Вал – шестірня.
7. Колесо тихохідного редуктора.
8. Нерухома вальнична опора.
9. Опорне кільце.
10. Плаваюча вальнична опора.
11. Опорна колона.
12. Рухомий фіксатор.
13. Нерухомий фіксатор.
14. Опорна колона.
15. Пружинний демпфер.
16. Хитка рама.
17. Гідравлічний демпфер.

Рисунок 1.1 – Кінематична схема та вид механізму повороту конвертера

					КНУ.КБР.131.24.1-18.01.АСПМ			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.	Хмельницький				АНАЛІЗ СЛУЖБОВОГО ПРИЗНАЧЕННЯ МАШИНИ	Літ.	Арк.	Аркуші
Перевір.	Цивінда						4.1	5
Реценз.								
Н. Контр.	Рязанцев					Кафедра ТМ, гр ПМ20		
Затверд.	Нечаса							

Редуктор являється тихохідним та призначений для передачі невеликих обертових моментів. Складається з вал-шестерні та втулки, які передають обертовий момент від електродвигуна на цапфу опорного кільця. Для зменшення зношення зубів та забезпечення плавного зачеплення, зуби на вал-шестерні виготовляють під кутом.

Редуктор працює при високих, температурах, в агресивному середовищі, при наявності абразивних часток. Для виключення потрапляння абразиву в середину зубчатої передачі редуктор захищений гумовими прокладками.

Корпус редуктора з'єднаний з рамою, що коливається, яка через гідравлічний демпфер пов'язана з основою. Така конструкція передбачає поворот корпусу під дією реактивного перекодування моменту та гасить динамічні навантаження, що виникають в системі. Сферичні шарніри у вузлах кріплення демпфера забезпечують його самостійне встановлення при перекошуванні.

1.2 Розрахунок розмірних ланцюгів

Задача: Знайти вихідну ланку в лінійному розмірному ланцюгу –нею є зазор між підшипником та правою кришкою.

Деталі, які впливають на вихідну ланку: ніжки кришок, підшипники втулка, вал.

Проводимо розрахунок розмірного ланцюга методом max-min, при якому лінійний зазор між підшипником та кришкою:

$$A_{\Sigma} = 0_{+0,5}^{+1,5} \quad T_{\Sigma} = 1 \quad \Delta C_{\Sigma} = 1$$

Для забезпечення нормальної роботи вузла необхідно забезпечити:

$$A_{\Sigma \min} = 0,5; A_{\Sigma \max} = 1,5$$

1) Виявлення та зображення лінійного ланцюга [1]. Двигаючись з права наліво від замикаючої ланки включаємо в розмірний ланцюг всі ланки які чинять вплив на зазор.

2) Вирішуємо пряму задачу методом однакової точності.

Розрахунок кількості одиниць допуску проводиться (виходячи з нормальної точності на відхилення від розташування поверхонь) за формулою:

$$a_i = \frac{T_{\Sigma} - 0,3 \cdot T_{\Sigma} - \sum T_{cm}}{\sum_{i=1}^n i_i} \quad (1.1)$$

де T_{Σ} – допуск вихідної ланки; $\sum T_{cm}$ – сума допусків стандартних деталей;

i – одиниця допуску, яка залежить від величини розміру; n – кількість ланок ланцюга.

Знайденні значення кількості одиниць $a = 36,9 \text{ мкм}$, відповідає ІТ9.

					КНУ.КБР.131.24.1-18.01.АСПМ	Арк.
						4.2
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3) Перевірка правильності призначення допусків:

$$T_{\Sigma} = \sum_{i=1}^n (T_{Ai} + \beta_i) \quad (1.2)$$

де T_{Σ} – допуск замикаючої ланки; T_{Ai} – допуск складових ланок; β_i – торцеве биття спряжених поверхонь; n – кількість ланок, що входять в ланцюг.

Похибка розрахунку:

$$E = \frac{T_{\Sigma} - [T_{\Sigma}]}{[T_{\Sigma}]} \cdot 100\% \quad (1.3)$$

де T_{Σ} – розрахунковий допуск замикаючої ланки; $[T_{\Sigma}]$ – допуск, що потрібен на замикаючу ланку.

Похибка склала $E = 4\%$, що менше допустимої похибки $[E = 5\%]$.

Також здійснюємо призначення граничних відхилень.

В результаті розрахунку кутових розмірних ланцюгів редукторів необхідно забезпечити необхідну величину суміщення та перекошування осей спряжених шестерень. В редукторі кутові розмірні ланцюги проходять через опори валів, якими являються підшипники кочення. Визначаємо відносне суміщення осей валів, які розташовані в опорах. Воно буде однаковим для всіх перетинів валу.

Розрахунок кутового розмірного ланцюга проводиться методом прецедентів, так як підшипникові вузли являються стандартними та характер посадок визначається при конструкторських розрахунках.

1) Допуск на вихідну ланку визначаємо за формулою:

$$T_{e\Sigma} = \sqrt{0,36 \cdot \sum_{i=1}^n T_{SI}^2 + 0,56 \cdot \sum_{j=1}^m T_{ej}^2}, \quad (1.4)$$

де T_{SI} – допуск на зазор; T_{ej} – відносне зміщення осей; n – кількість зазорів в спряженні; m – кількість відносних відхилень поверхонь.

$$T_{e\Sigma} = \sqrt{(2 \cdot 0,17^2 + 2 \cdot 0,065^2) + 0,56 \cdot (2 \cdot 0,01)^2 + (2 \cdot 0,023)^2 + (0,04)^2} = 0,11 \text{ мм.}$$

2) Визначаємо координату середини поля допуску за формулою:

$$em_{e\Sigma} = \sum_{i=1}^n [e\bar{m}_{SI} + 0,5 \cdot \bar{T}_{ei} + 0,05 \cdot (\bar{T}_{SI} + \bar{T}_{ei})] - \sum_{j=1}^m [e\bar{m}_{SI} + 0,5 \cdot \bar{T}_{ej} + 0,05 \cdot (\bar{T}_{SI} + \bar{T}_{ej})], \quad (1.5)$$

$$em_{e\Sigma} = [(0,02375 + 0,00925) + (0,01 + 0,023 + 0,04) \cdot 0,5 + 0,05 \cdot (0,107 + 0,065 + 0,01 + 0,023 + 0,04)] - [(0,02375 + 0,00925) + 0,5 \cdot (0,01 + 0,023) + 0,05 \cdot (0,107 + 0,065 + 0,04)] = 0,022 \text{ мм.}$$

					КНУ.КБР.131.24.1-18.01.АСПМ	Арк.
						4.2
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3) Визначаємо граничні відхилення замикаючої ланки величини зміщення осі вала в опорах за формулою:

$$es_{e\Sigma} = em_{e\Sigma} + \frac{T_{e\Sigma}}{2} = 0,022 + \frac{0,11}{2} = 0,077 \text{ мм}, \quad (1.6)$$

$$ei_{e\Sigma} = em_{e\Sigma} - \frac{T_{e\Sigma}}{2} = 0,022 - \frac{0,11}{2} = -0,033 \text{ мм} \quad (1.7)$$

В результаті розрахунку лінійного розмірного ланцюга методом тах-мін отримали високі вимоги до точності розмірів, що являється економічно невиправданим. Розрахунок методом ймовірностей привів до зниження точності (відповідає 10, 11 квалітетам), але все ж являється високим. Це призводить до подорожчання деталей.

Розрахунок лінійного ланцюга методами регулювання (ланку-компенсатор вибрано із деталей вузла) та компенсації за рахунок прокладок однакової товщини, дають змогу виготовлення деталей по 12-14 квалітету, що відповідає нормальній собівартості деталей. Але при складанні доцільно застосовувати метод компенсації за рахунок прокладок однакової товщини, так як не потрібно додатково виготовляти деталі.

В результаті розрахунку кутового розмірного ланцюга визначено, що при використанні підшипників нульової точності зміщення осі складає 0.11, компенсується допуском на міжосьову відстань зубчатого зачеплення.

На основі складального креслення та специфікації даного вузла складаємо схему складального з'єднання [3] (рисунок 1.2), яка показує порядок комплектації окремих вузлів та деталей.

На основі схеми складання даного вузла складаємо технологічну карту складання [3, 17], яка представлена у вигляді таблиці, що приведена нижче у вигляді таблиці 1.4.

					КНУ.КБР.131.24.1-18.01.АСПМ	Арк.
						4.2
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 1.1 – Розрахунок розмірного ланцюга А методом max-min

Змін.		Призначення розмірного ланцюга	Ланцюг А: забезпечення зазору між кришкою та підшипником	Значення вихідної ланки	$A_{\Sigma} = 0_{+0,5}^{+1,5}; \quad T_{\Sigma} = 1; \quad \Delta C_{\Sigma} = 1.$					
Арк.		Схема розмірного ланцюга		Вихідні дані	Розрахункові величини					
№ докум.				Позначення ланки	Номинал розмір	i	Квалітет	Допуск	Розмір з відхиленням	ΔC_i
Тітліс				A1,6	35	1,56	9	62	35-0,062	-31
Дата				A2,5	65	1,86	Ст	120	65-0,12	-60
				A3	500	3,89	9	175	500±0,087	0
				A4	35	1,56	9	62	35 ^{-0,908} _{-0,970}	-939
				A7	735	3,89	9	200	735±0,1	0
				β2	Ø350		8	60		
				β3,9	Ø250		8	50		
				β5	Ø250		8	50		
				β7	Ø165		8	50		
		β13	Ø350		8	60				
		Найменування ланок розмірного ланцюга		Розрахунок розмірного ланцюга						
		<p>A1 – висота ніжки кришки A2 – ширина підшипника A3 – відстань між торцями валу A4 – ширина втулки A5 – ширина підшипника A6 – висота ніжки кришки β2 – торцеве биття фланця кришки β3,9 – торцеве биття підшипника β5 – торцеве биття ступені вала β7 – торцеве биття розпорної втулки β13 – торцеве биття корпусу</p>		<p>$\Sigma_i = 12,46, \quad a = \frac{1 - 0,24 - 0,3 \cdot 1}{12,46} = 0,0369 = 36,9, \quad IT = 9; \quad T_{\Sigma} = \sum_{i=1}^n (T_i + \beta) = 65 +$ $+ 120 + 175 + 62 + 200 + 60 + 50 + 50 + 50 = 959 \text{ мкм}, \quad E = \frac{T_{\Sigma} - [T_{\Sigma}]}{T_{\Sigma}} \cdot 100 = \frac{959 - 1000}{959} \times$ $\times 100 = 4\%; \quad \Delta \bar{C}_X = \sum_{j=1}^m (\Delta \bar{C}_j + \bar{\beta}_{j/2}) - \sum_{i=1}^n (\Delta \bar{C}_i + \bar{\beta}_{i/2}) + \Delta C_{\Sigma} = (0 + 40) - (-31 + (-60) \cdot 2 +$ $+ 30 + 25 + 25 + 25 + 25) = -939 \text{ мкм}, \quad es_x = \Delta C_X + \frac{T_X}{2} = -939 + \frac{62}{2} = -908 \text{ мкм},$ $ei_x = \Delta C_X + \frac{T_X}{2} = -939 - \frac{62}{2} = -970 \text{ мкм}.$</p> <p>Перевірка: $\Delta C_{\Sigma} = \sum_{i=1}^n (\Delta \bar{C}_i + \frac{\beta}{2}) - \sum_{j=1}^m (\Delta \bar{C}_j + \frac{\bar{\beta}_j}{2}) = -1000$</p>						

КНУ.КБР.131.24.1-18.01.АСПМ

Таблиця 1.2 – Розрахунок лінійного ланцюга А методом ймовірностей

Призначення розмірного ланцюга	Ланцюг А: забезпечення зазору між кришкою та підшипником	Значення вихідної ланки	$A_{\Sigma} = 0_{+0,5}^{+1,5}; \quad T_{\Sigma} = 1; \quad \Delta C_{\Sigma} = 1.$						
Схема розмірного ланцюга		Вихідні дані			Розрахункові величини				
		Позначення ланки	Номинал розмір	i	Квалітет	Допуск	Розмір відхиленням	ΔC_i	
		A1= A6	35	2,43	11	160	35-0,16	-0,08	
		A2= A5	65	3,45	Ст	120	65-0,12	-0,06	
		A3	500	15,13	11	440	500±0,22	0	
		A4	35	2,43	11	160	35 ^{+0,585} _{+0,705}	-0,665	
		A7	735	15,13	11	500	735±0,25	0	
		beta2	Ø350		10	300		0,015	
		beta3=A9	Ø250		Ст.	20		0,01	
		beta5	Ø250		10	200		0,1	
		beta7	Ø165		10	200		0,1	
		beta13	Ø350		10	300		0,015	
		Найменування ланок розмірного ланцюга		Розрахунок розмірного ланцюга					
		<p>A1 – висота ніжки кришки A2 – ширина підшипника A3 – відстань між торцями валу A4 – ширина втулки A5 – ширина підшипника A6 – висота ніжки кришки beta2 – торцеве биття фланця кришки beta3,9 – торцеве биття підшипника beta5 – торцеве биття ступені вала beta7 – торцеве биття розпорної втулки beta13 – торцеве биття корпусу</p>		$A_{\Sigma} = \sum_{i=1}^n \bar{A}_i - \sum_{j=1}^m \bar{A}_j = 735 - (35 + 35 + 65 + 65 + 520 + 35) = 0;$ $a = \frac{T_{\Sigma} - \sqrt{1,44 \cdot \Sigma T_{cm}^2 + 0,0648 \cdot T_{\Sigma}^2}}{\sqrt{\sum_{i=1}^n i^2}} = 1,01; \quad E = \frac{1,01 - 1}{1} = 1\%; \quad T_{\Sigma} = \sqrt{1,44 \cdot \Sigma T_i^2 + 0,72 \cdot \Sigma \beta_i^2};$ $T_{\Sigma} = 1,01;$ $\Delta \bar{C}_x = \sum_{i=1}^n [\Delta \bar{C}_i + \Delta \bar{\beta}_i + 0,05 \cdot (\bar{T}_i + \bar{\beta}_i)] - \sum_{j=1}^m [(\Delta \bar{C}_j + \Delta \bar{\beta}_j + 0,05 \cdot (\bar{T}_j + \bar{\beta}_j))] - [\Delta C_{\Sigma}] - 0,05 \cdot T_{\Sigma};$ $\Delta \bar{C}_x = -0,665; \quad es = -0,665 + \frac{0,16}{2} = -0,585; \quad ei = -0,665 - \frac{0,16}{2} = -0,705;$ <p>Перевірка:</p> $\Delta C_{\Sigma} = 0 + 0,15 + 0,05 \cdot (0,5 + 0,3) - [-0,08 \cdot 2 - 0,06 \cdot 2 - 0 - 0,665 + 0,15 + 0,01 \cdot 2 + 0,1 + 0,1 + 0,05 \cdot (0,16 \cdot 2 + 0,12 \cdot 2 + 0,44 + 0,16)] - 0,05 \cdot 1 = 1,0$					

КНУ.КВР.131.24.1-18.01.АСПМ

Таблиця 1.3 – Розрахунок лінійного розмірного ланцюга методом регулювання

Змін.									
Арк.									
№ докум.									
Підпис									
Дата									
Призначення розмірного ланцюга		Ланцюг А: забезпечення зазору між кришкою та підшипником	Значення вихідної ланки		$A_{\Sigma} = 0_{+0,5}^{+1,5}; \quad T_{\Sigma} = 1; \quad \Delta C_{\Sigma} = 1.$				
Схема розмірного ланцюга		Вихідні дані			Розрахункові величини				
		Позначення ланки	Номинал розмір	i	Квалітет	Допуск	Розмір з відхиленням	ΔC_i	
		A1=A6	35	2,43	12	0,25	35-0,25	-0,175	
		A2=A5	65	3,45	Ст	0,120	65-120	-0,06	
		A3	500	15,13	12	0,7	500±0,35	0	
		A4	35	2,43	11	0,16	35±0,08	0	
		A7	735	15,13	14	0,8	735±0,4	0	
		beta2	Ø350		11	0,250		0,175	
		beta3=A9	Ø250		Ст.	0,020		0,01	
		beta5	Ø250		11	0,200		0,1	
		beta7	Ø165		10	0,120		0,06	
		beta13	Ø350		14	0,6		0,3	
		Найменування ланок розмірного ланцюга		Розрахунок розмірного ланцюга					
		<p>A1 – висота ніжки кришки A2 – ширина підшипника A3 – відстань між торцями валу A4 – ширина втулки A5 – ширина підшипника A6 – висота ніжки кришки beta2 – торцеве биття фланця кришки beta3,9 – торцеве биття підшипника beta5 – торцеве биття ступені вала beta7 – торцеве биття розпорної втулки beta13 – торцеве биття корпусу</p>		$T_{\Sigma} = \sum_{i=1}^n (T_{A_i} + \beta_i) = 3,612; \quad \Delta C_{\Sigma} = \sum_{i=1}^n (\Delta \bar{C}_i + \frac{\bar{\beta}_i}{2}) - \sum_{j=1}^m (\Delta \bar{C}_j + \frac{\bar{\beta}_j}{2}) = (0 + 0,3) - (-0,175 - 0,06 + 0,175 + 0,01 + 0,1 + 0,06 + 0,3)^2 = 0,3 - 0,41 = -0,11; \quad T_{\kappa} = T_{\Sigma} - [T_{\Sigma}] = 3,6 - 1 = 2,612$ $N = \frac{T_{\kappa}}{[T_{\Sigma}] - T_{КОМП}} + 1 = \frac{2,6}{1 - 0,16} + 1 = 3,1 + 1 \approx 4; \quad T_{cm} = \frac{T_{\kappa}}{N - 1} = \frac{2,22}{4 - 1} = 0,74;$ $\bar{A}_{СК} = \bar{A}_{КОМП} + \Delta C_{КОМП} + \Delta C_{\Sigma} - [\Delta C_{\Sigma}] = 35 - 0 + (-0,11) - 1 = 33,89;$ $A_{X \max} = A_{CX} + \frac{T_{\kappa}}{2} = 33,89 + \frac{2,612}{2} = 35,19;$ $A_{X \min} = A_{CX} - \frac{T_{\kappa}}{2} = 33,89 - \frac{2,612}{2} = 32,59$					

КНУ КБР.131.24.1-18.01.АСТМ

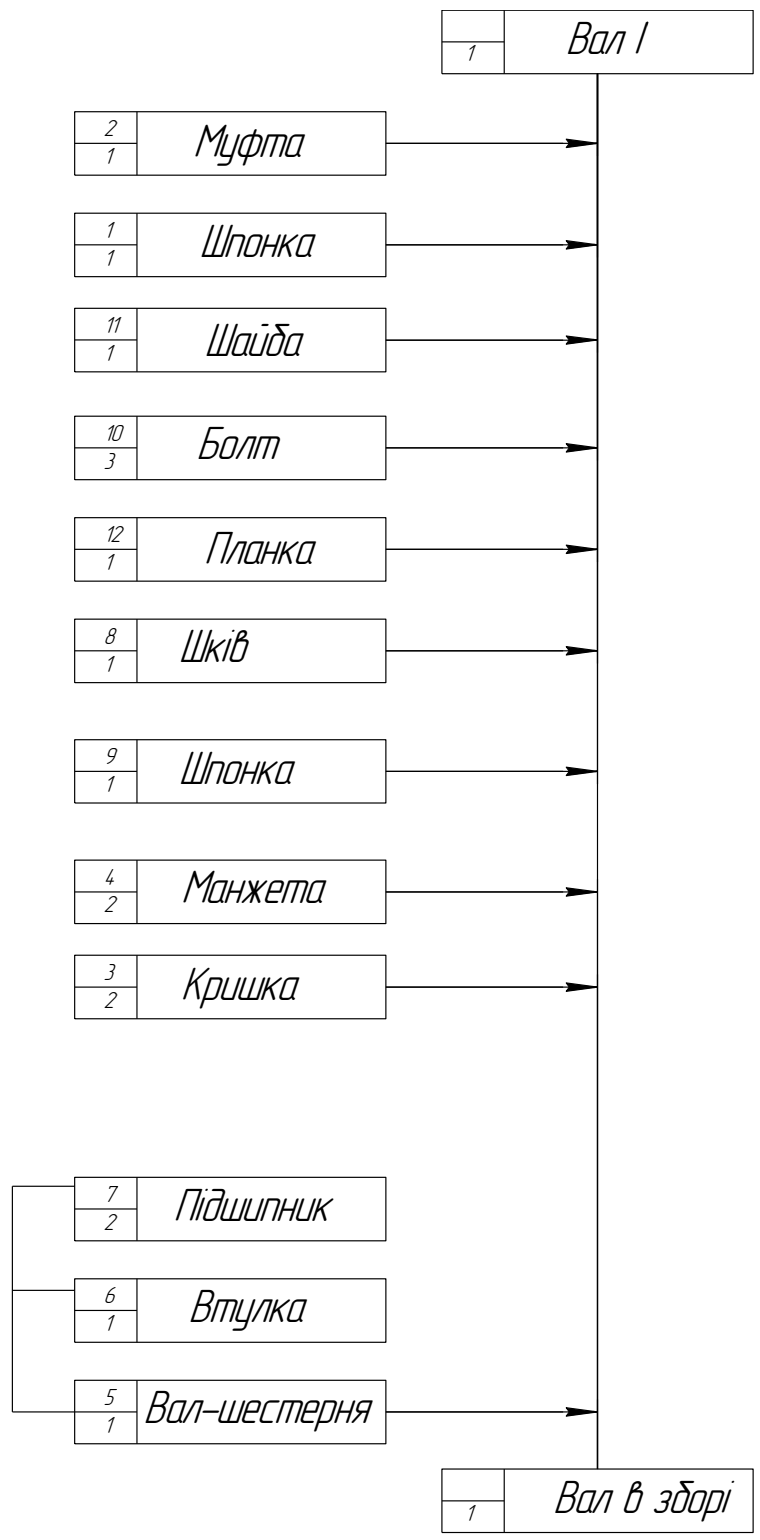


Рисунок 1.2 – Схема складання вузла Вал I

Таблиця 1.4 – Технологічна карта складання

№ пере- ходу	Зміст переходу	Присто- сування	Істру- мент	T _{шт.} , хв.
1	2	4	5	6
1.	Встановити вал у спеціальне пристосування			16,02
2.	Встановити вал навпроти втулки та запресувати			10,68
3.	Напресувати внутрішнє кільце підшипника на вал до упору			2,41
2.	Встановити вал навпроти втулки та запресувати			10,68
3.	Напресувати внутрішнє кільце підшипника на вал до упору	Оправка, прес	Пристрій для запресову- вання	1,15
4.	Повернути складальний комплект на 180°			0,1
5.	Напресувати внутрішнє кільце підшипника на вал до упору	Прес, оправка	Пристрій для запресову- вання	1,15
6.	Встановити манжету на вал			2,0
7.	Встановити кришку на вал в корпус			3,05
8.	Повернути складальний комплект на 180° та повторити переходи 6,7			6,17
9.	Пригнати та запресувати шпонку		Напилок	2,1
10.	Встановити шків на вал			0,8
11.	Закріпити планку болтовим з'єднанням			2,86
12.	Повернути складальний комплект на 180°			0,8
13.	Пригнати та запресувати шпонку		Напилок	2,1
14.	Встановити муфту на вал			3,47

Визначення штучно-калькуляційного часу здійснюється за формулою [4]:

$$T_{шт.к.} = T_{шт.} + \frac{T_{нз.}}{n}; \quad (1.45)$$

						Арк.
					КНУ.КБР.131.24.1-18.01.АСПМ	
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де n – кількість виробів зібраних за зміну, в нашому випадку $n=10$ шт., $T_{пз.}$ – час на отримання наряду, креслень, технологічних карт, інструментів, деталей, ознайомлення з роботою.

$$T_{шт.} = T_o + T_{доп.} + T_{від.} + T_{обсл.} \quad (1.46)$$

де T_o – основний час, який дорівнює $T_o = 10,68 \text{ хв.}$; $T_{доп.}$ – допоміжний час, який дорівнює:

$$T_{доп.} = T_o \cdot k; \quad (1.47)$$

де $k = 1,5$ – коефіцієнт, який відповідає переміщенню деталі, яка знаходилась на підлозі майстерні.

$T_{від.}$ – час на відпочинок та власні потреби, він складає $2\%T_o$ [4]

$T_{обсл.}$ – час на робочого місця, він також складає $2\%T_o$ [4]

1.3 Статичне дослідження засобами моделювання SolidWorks

Для створеної моделі (рис. 1.3) матеріал деталі – Сталь 40Х ДСТУ 7806:2015



Рисунок 1.3 – 3D-модель деталі “Втулка”

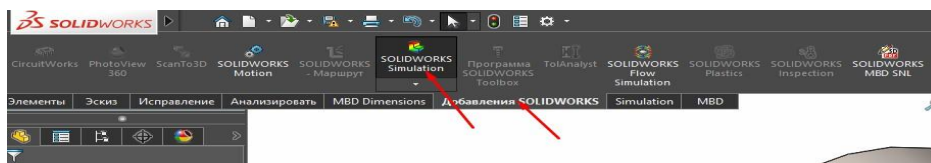


Рисунок 1.4 – Відкриття вкладки інженерних розрахунків «Simulation»

					КНУ.КБР.131.24.1-18.01.АСПМ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

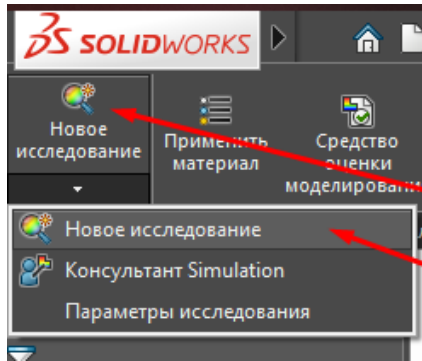


Рисунок 1.5 – Виклик нового дослідження

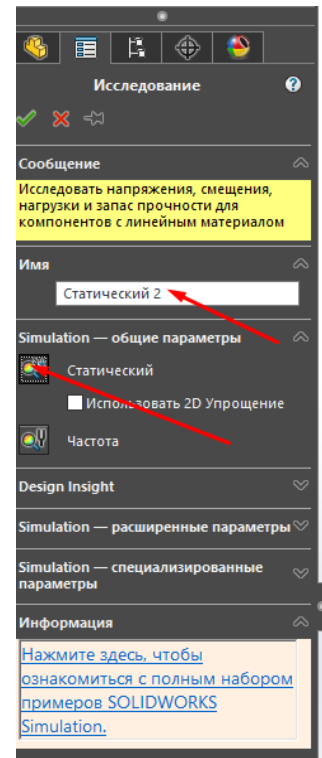
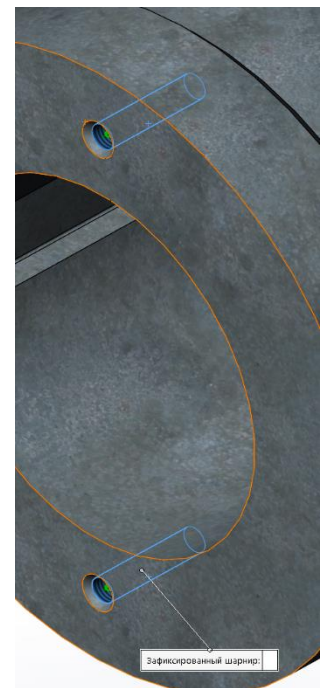
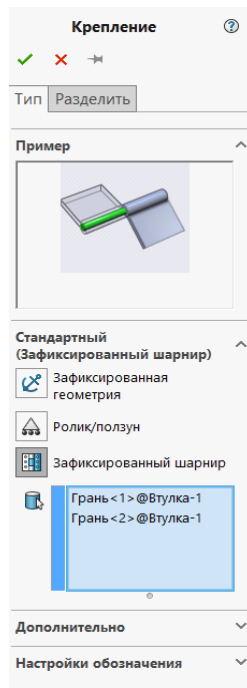
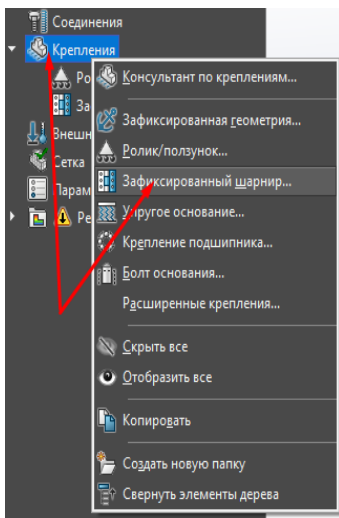


Рисунок 1.6 – Приклад створення статичного дослідження



а


б

в

Рисунок 1.7 – Створення кріплення

Натискаємо на дереві розрахунку «Статичний» на розділ «Зовнішні навантаження» правою кнопкою миші, обираємо «Сила...» (рис. 1.8а). На моделі клацаємо по торцю зуба, у полі «Грані, Кромки,

					КНУ.КБР.131.24.1-18.01.АСПМ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Вершини для кріплення» з'явиться необхідний список поверхонь (рис. 1.8б). На моделі з'являться рожеві стрілочки (рис. 1.8в). Обираємо систему одиниць вимірювання SI. Вводимо значення сили у Ньютонах. Натискаємо .

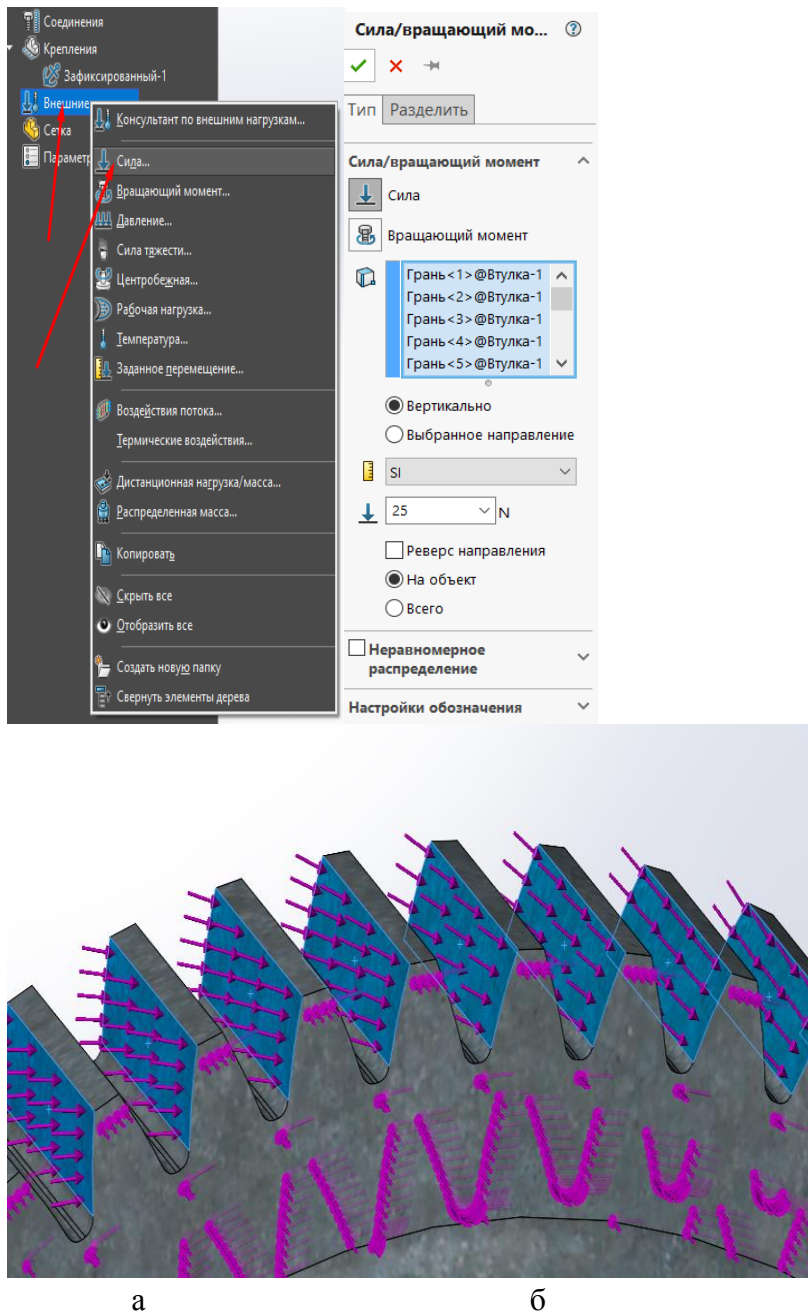
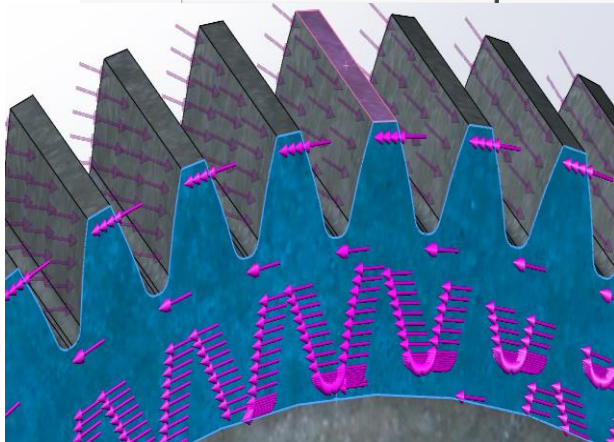
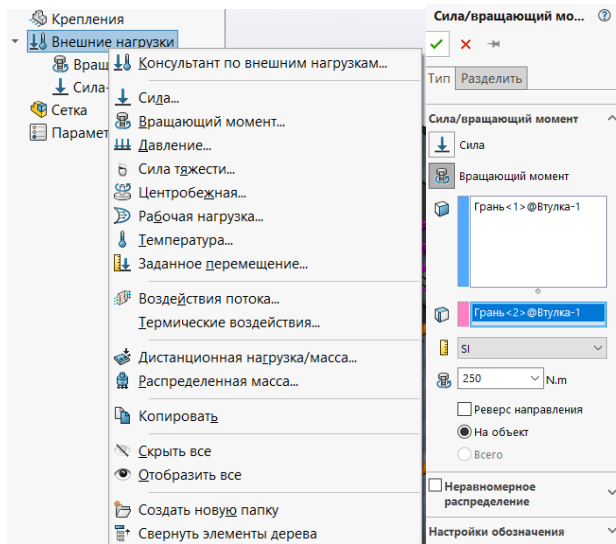


Рисунок 1.8 – Задання сили

					КНУ.КБР.131.24.1-18.01.АСПМ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

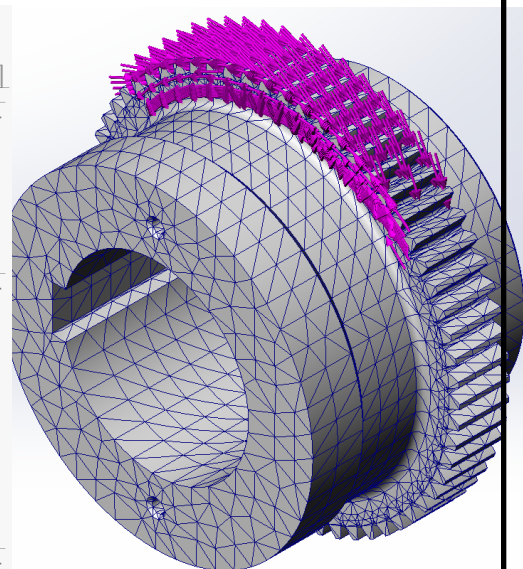
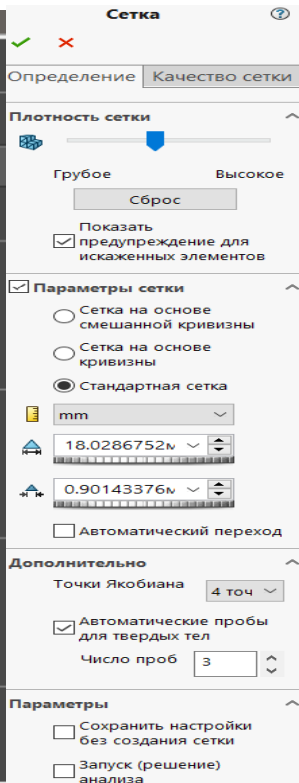
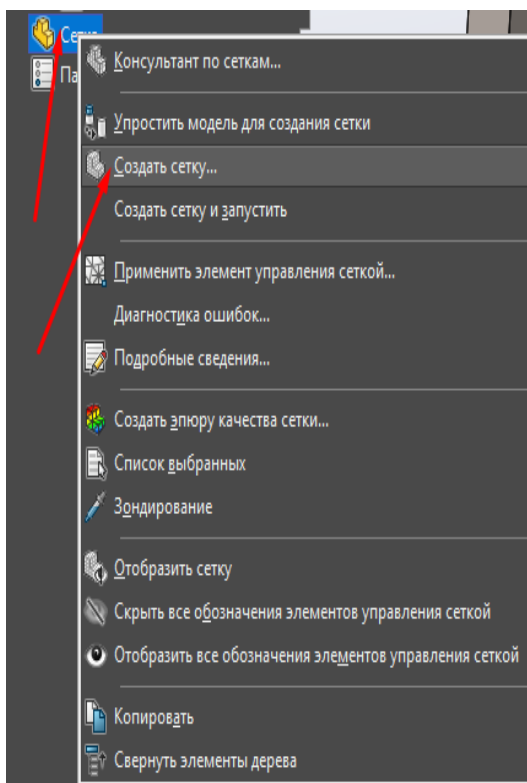


а

б

в

Рисунок 1.9 – Задания обертowego момента



Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

КНУ.КБР.131.24.1-18.01.АСПМ

Арк.

а

б

в

Рисунок 1.10 – Створення сітки

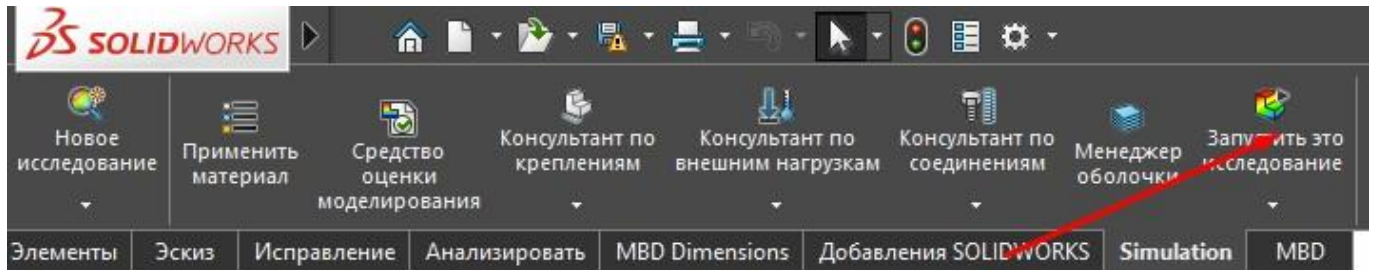


Рисунок 1.11 – Запуск дослідження

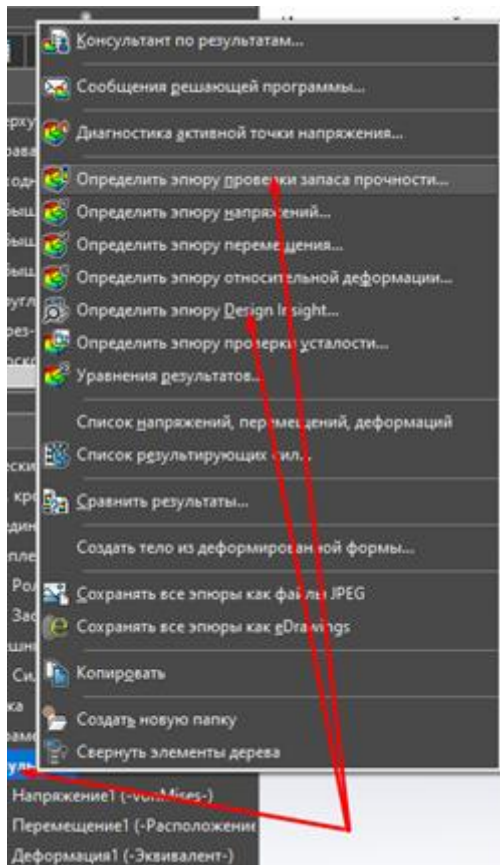


Рисунок 1.12 – Генерація додаткових епюр

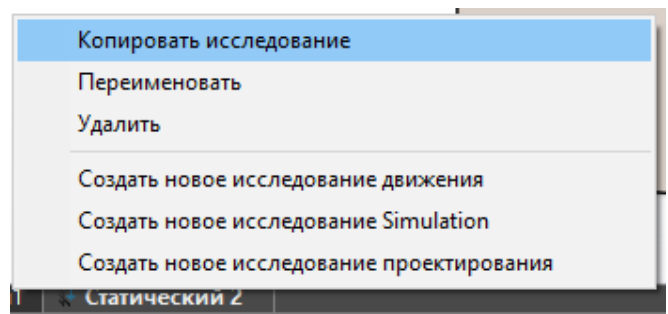


Рисунок 1.13 – Копіювання дослідження

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

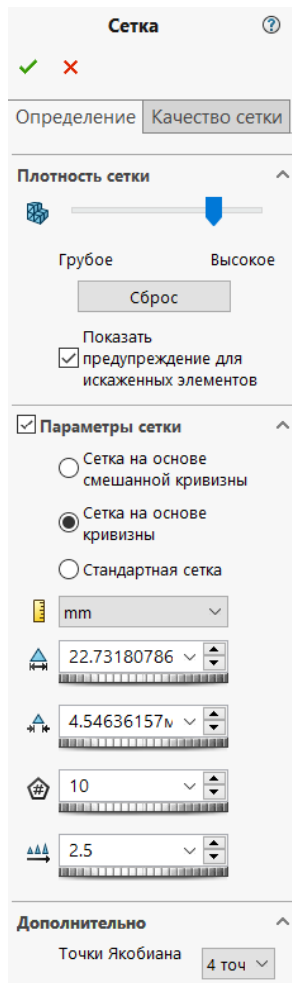


Рисунок 1.14 – Точніші налаштування сітки

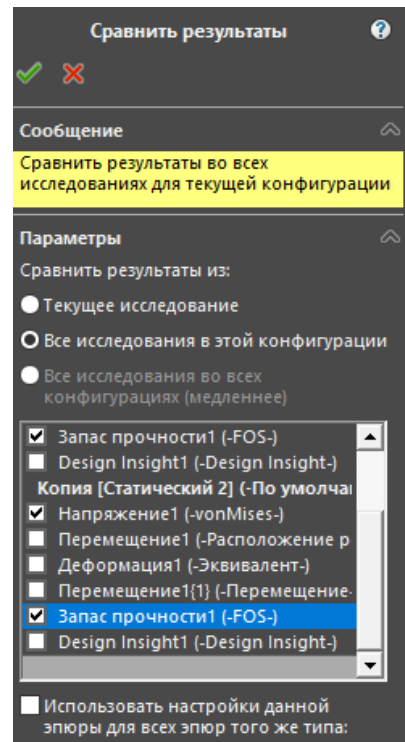


Рисунок 1.15 – Налаштування режиму порівняння

Переглянемо результати двох досліджень у режимі порівняння (рис. 1.15). Порівняємо результати розрахунку на сітках різної точності, звертаючи увагу, що чим точніша сітка, тим результат гірший із точки зору міцності деталі: максимальна напруга – більша, запас міцності – менший. Виходимо із режиму порівняння.

Щоб отримати результат розрахунку більш близький до реальності треба досягнути так званої збіжності сітки. Для цього треба робити кілька разів перерахунок дослідження із меншим і меншим параметром сітки звертаючи увагу на 1-2 параметри, наприклад, максимальна напруга і запас міцності. Коли ці параметри стануть змінюватися на незначну величину (на 5% ввід попереднього значення), то можна вважати, що досягли збіжності сітки у даному розрахунку на даній моделі, а поточний результат статичного розрахунку – адекватний.

					КНУ.КБР.131.24.1-18.01.АСПМ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

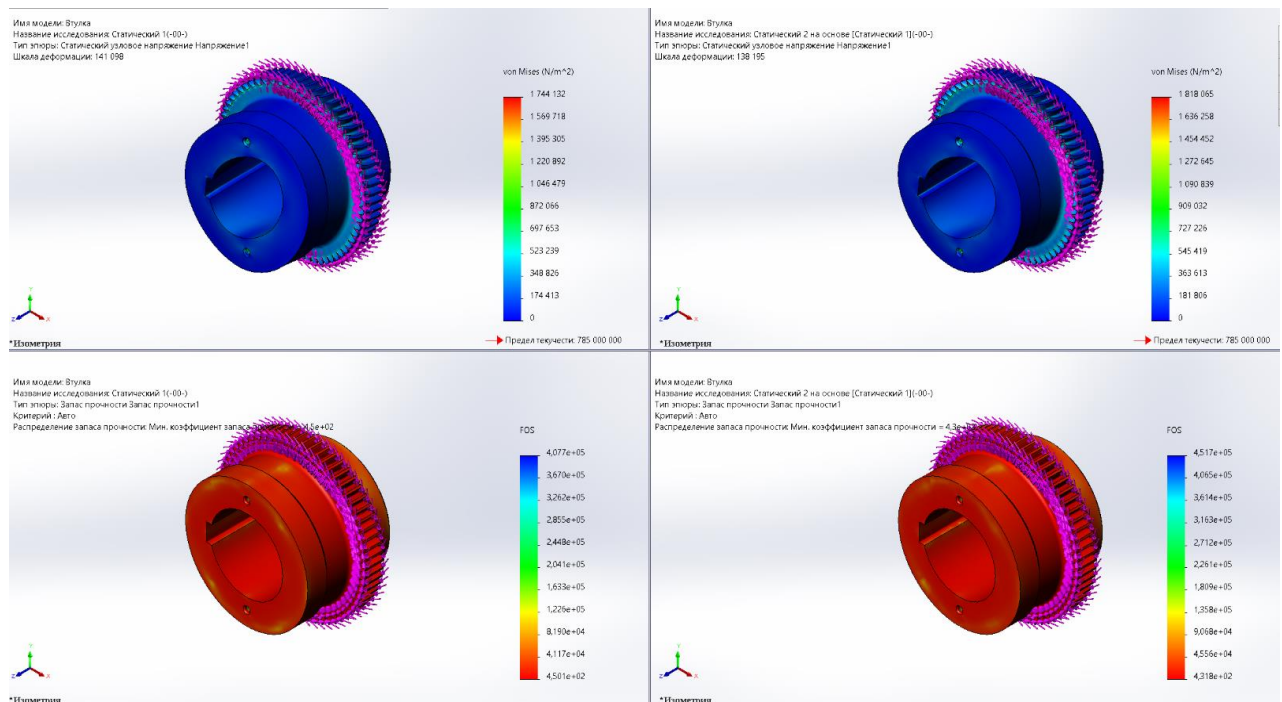


Рис. 1.16 – Режим порівняння результатів

1.4 Прогнозування експлуатаційних властивостей зубчастих муфт

В гірничо-металургійному комплексі Криворіжжя, наприклад в приводах конвертерів, широко застосовуються зубчасті муфти. Їх використання обумовлено великою несучою здатністю та надійністю, при малих габаритах, внаслідок великої кількості одночасно працюючих зубів, що допускають значну частоту обертання.

Муфта складається з двох втулок з зовнішніми зубами та роз'ємною обоймою з двома рядами внутрішніх зубів. Зубчасті втулки насаджують на кінці з'єднаних валів, а обойми стягують гвинтами. Тому зовнішні фактори, тобто температура, наявність пилу в навколишньому середовищі, вологість на працездатність деталі впливу не мають.

Втулка з зовнішніми зубами призначена для передачі обертового моменту, а шпонковий паз виконаний з метою попередження прокручування втулки на валу.

В процесі роботи на деталь діють напруження вигину та кручення, які виникають при обертанні деталі, тому до неї представлені високі вимоги до міцності та жорсткості.

Надійність роботи зубчастої муфти оцінюється періодом зберігання робочих характеристик при мінливих параметрах процесу роботи. Але врахувати весь спектр параметрів, що впливають на надійність роботи зубчастих муфт без досліджень досить важко, тому одним з шляхів підвищення довговічності зубчастих муфт є етапи проектування, виготовлення та експлуатації. В результаті вивчення технічної документації та актів дефектації було встановлено, що більшість відмов приводів

					КНУ.КБР.131.24.1-18.01.АСПМ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

тихохідних редукторів навісних конвертерів пов'язано із зносом зубів втулок та обойм, їх поломкою та появою вібрацій, вище допустимого рівня, що викликані збільшенням зазору в зубчастому зачепленні. Знос зубів по товщині і довжині були наслідком молекулярно-механічного зношення, що призводить до схоплення і заїдання та фретінгкорозія.

В зубчастих муфтах зуби втулок і обойм виходять з ладу раніше, ніж інші її елементи (вали, втулки, обойми), тому довговічність зубчатого зачеплення лімітує строк служби всього вузла в цілому. це пов'язано з невідповідністю просторової геометрії зубів (поздовжного і поперечного профілю зубів) умовам роботи при підвищених кутах перекоосу з'єднуємих валів з більшим навантаженням.

З метою попередження аварійних ситуацій при поточних ремонтах замінюються втулки, знос зубів, по товщині на рівні ділильної окружності, яких перевищує 30% розмірів за кресленням. Вимір здійснюється кожні 15-20 діб. Але операція розбирання та збирання зубчастих муфт – трудоміська та вимагає зняття редуктору та зупинки конвертеру.

Для компенсації лінійних та кутових похибок розташування з'єднаних валів конструктивно: зубчате зачеплення виконують з боковим зазором; зубу надають бочкоподібну форму; вінці розташовані на значній відстані один від одного в осьовому напрямку.

Відомо, що в процесі роботи зубчастої муфти все навантаження сприймається обмеженою кількістю діаметрально протилежних зубів.

Для вирішення цієї проблеми необхідно збільшувати число зубів передавальних навантаження за рахунок зміни конструкції маточини обойми або втулки, зменшення ширини зуба втулки і збільшення відстані між зубчастими вінцями втулок.

Зубчасті муфти виготовляють, головним чином, з конструкційної поліпшованої сталі 40Х, що має низьку контактну міцність. Для підвищення надійності і довговічності роботи зубчастої муфти можливе використання більш зносостійких сталей легованих, наприклад марганцем, застосуванням поверхнево-пластичної обробки (ППД) і хіміко-термічної обробки (ХТО), наплавлення і напилення більш зносостійких матеріалів.

Велике значення в питанні зниження зносу зубців зубчатих муфт має правильний вибір мастила, яке повинно зводити до мінімуму утворення частинок зносу, тим самими зменшуючи абразивний знос. Крім того, мастило повинне запобігати появі контактної корозії, а згодом схватування і заїдання. Максимальний ефект досягається застосуванням мастил з присадками.

Отже дослідження зубчастих муфт приводу повороту конвертера на етапах проектування, виготовлення і експлуатації, показали, що надійність їх роботи в більшій мірі залежить від умов експлуатації, які можуть весь час змінюватись і приводять до руйнування. Найбільш характерним параметром, що регламентує ймовірність руйнування може бути зношення бокової поверхні зуба. Подальші дослідження доцільно проводити в площині безрозбірного вимірювання зносу та регулювання зубчастого зачеплення муфт.

					КНУ.КБР.131.24.1-18.01.АСПМ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити наступні завдання:

1. Виконати дослідження особливостей роботи зубчастих муфт з точки зору підвищення їх довговічності і надійності.
2. Дослідити та розробити конструкторські методи підвищення надійності зубчастих муфт.
3. Дослідити та розробити технологічні методи підвищення надійності зубчастих муфт.

					КНУ.КБР.131.24.1-18.01.АСПМ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2 АНАЛІЗ СЛУЖБОВОГО ПРИЗНАЧЕННЯ ДЕТАЛІ. ОПИС КОНСТРУКТИВНИХ ОСОБЛИВОСТЕЙ ДЕТАЛІ ТА УМОВ ЇЇ ЕКСПЛУАТАЦІЇ

Дана деталь «Втулка муфти зубчастої» являється складовою зубчастою муфти, яка відноситься до групи компенсуючи жорстких муфт, призначених для з'єднання валів з невеликим взаємним зміщенням осей, пов'язаних з неточністю монтажу виготовлення та пружними деформаціями, а також компенсує усі види неспіввісності.

Втулка з зовнішніми зуб'ями призначена для передачі обертового моменту, а шпонковий паз виконаний з метою попередження прокручування втулки на валу.

Дана деталь встановлена в закритому корпусі, так як зубчата муфта складається з двох втулок з зовнішніми зуб'ями та роз'ємною обоймою з двома рядами внутрішніх зубів. Зубчаті втулки насаджують на кінці з'єднаних валів, а обойми стягують гвинтами. Тому зовнішні фактори, тобто температура, наявність пилу в навколишньому середовищі, вологість на працездатність деталі впливу не мають.

В процесі роботи на деталь діють напруження вигину та кручення, які виникають при обертанні деталі, тому до неї представлені високі вимоги до міцності та жорсткості.

Для компенсації лінійних та кутових похибок розташування з'єднаних валів:

- зубчате зачеплення виконано з боковим зазором;
- заготовка втулки під нарізування зуб'їв точиться по сферичній поверхні;
- зубу надають бочкоподібну форму;
- вінці розташовані на значній відстані один від одного в осьовому напрямку.

Зубчаті муфти широко застосовуються в важкому машинобудуванні, так як вони володіють великою несучою спроможністю та надійністю при малих габаритах, в наслідок великої кількості одночасно працюючих зуб'їв, а також допускають значну частоту обертання.

Для передбачення зношення зубів застосовують мастило з великою в'язкістю, типу автомобільного трансмісійного, котре заливають в корпус муфти.

Виходячи з умов роботи деталь виготовляється із якісної легованої, конструкційної вуглецевої сталі марки 40Х ДСТУ 7806:2015.

					КНУ.КБР.131.24.1-18.02.АСПД			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>		Хмельницький			АНАЛІЗ СЛУЖБОВОГО ПРИЗНАЧЕННЯ ДЕТАЛІ	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Перевір.</i>		Цивінда					4.1	5
<i>Реценз.</i>						Кафедра ТМ,гр ПМ20		
<i>Н. Контр.</i>		Рязанцев						
<i>Затверд.</i>		Нечаса						

Дана сталь має високу міцність, гарну оброблюваність, малу чутливість до концентрації напружень, а при поліпшенні дає необхідну твердість. З даної сталі виготовляють: осі, вали, вал-шестерні, колінчаті вали, штоки, шпинделі, оправки, зубчаті вінці, болти, втулки та інші від яких потрібна підвищена міцність.

Хімічний склад сталі 40Х ДСТУ 7806:2015 приведений у вигляді таблиці 2.1, яка приведена нижче [5].

Таблиця 2.1 – Хімічний склад сталі 40Х (ДСТУ 7806:2015), %

C	Mn	Si	Cr	Ni	Cu	S	P
				не більше			
0,36-0,44	0,50-0,80	0,17-0,37	0,80-1,10	0,30	0,30	0,035	0,035

Механічні властивості сталі [5] також представимо у вигляді таблиці 2.2.

Таблиця 2.2 – Механічні властивості сталі 40Х (ДСТУ 7806:2015)

Стан постачання, режим термообробки	Перетин, мм	σ_6	$\sigma_{0,2}$	δ	ψ	КСУ, Дж/см ²	НВ
		МПа		%			
Пруток. Загартовування 850 °С, мастило. Відпуск 500°С, вода, або мастило	50	980	780	10	45	59	241-197

Вид термообробки – загартовування 850 °С, мастило. Відпускання 500°С, вода, або мастило.

Загартування – це нагрів до температури вище 910°С та охолодженням, у нашому випадку в мастилі (850 °С), що підвищує твердість та міцність.

Відпускання – це нагрівання до температури нижче 723°С та повільним охолодженням. Дану операцію застосовують як кінцеву операцію при закалюванні для отримання більш стійких структур. Високий відпуск – це нагрівання до температури 700°С, який застосовують для підвищення пластичності та оброблюваності при збереженні міцності загартованої сталі.

В якості заміни беремо сталь 40ХН ДСТУ 7806:2015, яка за своїм хімічним складом та механічним властивостям відповідає сталі 40Х ДСТУ 7806:2015. Хімічний склад та механічні властивості сталі 40ХН

					КНУ.КБР.131.24.1-18.02.АСПД	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

[5] приведені відповідно в таблицях 2.3 та 2.4.

Таблиця 2.3 – Хімічний склад сталі 40ХН (ДСТУ 7806:2015), %

C	Mn	Si	Cr	Ni	Cu	S	P
					не більше		
0,36-0,44	0,50-0,80	0,17-0,37	0,45-0,75	1,00-1,40	0,30	0,035	0,035

Механічні властивості сталі [5] також представимо у вигляді таблиці 2.4

Таблиця 2.4 – Механічні властивості сталі 40ХН (ДСТУ 7806:2015)

Стан постачання, режим термообробки	Перетин, мм	σ_s	$\sigma_{0,2}$	δ	ψ	КСУ, Дж/см ²	НВ
		МПа		%			
Пруток. Загартовування 850 °С, мастило. Відпуск 500°С, вода, або мастило	25	980	785	11	45	69	241-197

Дана деталь представляє собою тіло обертання циліндричної форми з фланцем та ступицею з обох сторін. На фланці нарізанні зуб'я, які входять в зачеплення з зуб'ями обойми. На ступиці виконана канавка для виходу інструменту.

На торці деталі розташовані два різьбових отвори, які служать для фіксації муфти зубчатої від осевого зміщення.

Термічна обробка призначена для досягнення необхідних механічних властивостей. Застосування загартовування в сукупності з високим відпуском збільшує міцність та пластичність матеріалу, так як загартовування, підвищує хрупкість матеріалу, що сприяє утворенню тріщин.

За кресленням зуб'я втулки піддаються поверхневому загартовуванню на ТВЧ, що збільшує міцність та зносостійкість робочої поверхні, при цьому серцевина деталі залишається міцною і пластичною.

2.1 Аналіз якості поверхонь деталі

Задана деталь «Втулка муфти зубчатої» за технологічною спільністю відноситься до групи втулок зі складною зовнішньою поверхнею та гладкими отворами.

Нумерація поверхонь деталі представлена на рисунку 2.1.

Основними поверхнями втулки являються: внутрішній отвір 11, торець 10 та шпонковий паз 14 .

Допоміжними поверхнями являються: торцева поверхня 1, різьбовий отвір для кріплення 15 та зубчате зачеплення 6.

					КНУ.КБР.131.24.1-18.02.АСПД	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Спряженими поверхнями втулки являються: внутрішній отвір, зубчате зачеплення та різьбові отвори для кріплення.

Вільні поверхні являються такі поверхні які нести куються з поверхнями інших деталей, що приєднуються до деталі, їх призначення є зв'язувати основні й допоміжні бази деталі для надання їй форми, що відповідає службовому призначенню. Для втулки вільними поверхнями є: зовнішні циліндричні поверхні 2, 8, 9 .

Дані про характеристику поверхонь деталі зведемо в таблицю 5.5 [2, 6, 7].

Аналіз поверхонь деталі показує, що найбільш точною являється поверхня внутрішнього отвору, яка оброблюється по IT7 з параметрами шорсткості Ra1,6 – поверхня 11. Ця поверхня являється базовою для визначення відхилень взаємного розташування поверхонь.

Поверхня зубчатого вінця виконана по IT8 з параметрами шорсткості Ra1,6 – поверхня 13.

Поверхня ступиці, в якій виконанні різьбові отвори, також виконана по IT8 з параметрами шорсткості Ra3,2.

Останні поверхні оброблюють з невисокою точністю, але параметри шорсткості коливаються від Ra3,2 до Ra12,5.

					КНУ.КБР.131.24.1-18.02.АСПД	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата
КНУ.КБР.131.24.1-18.02.АСПД				
Арк.				

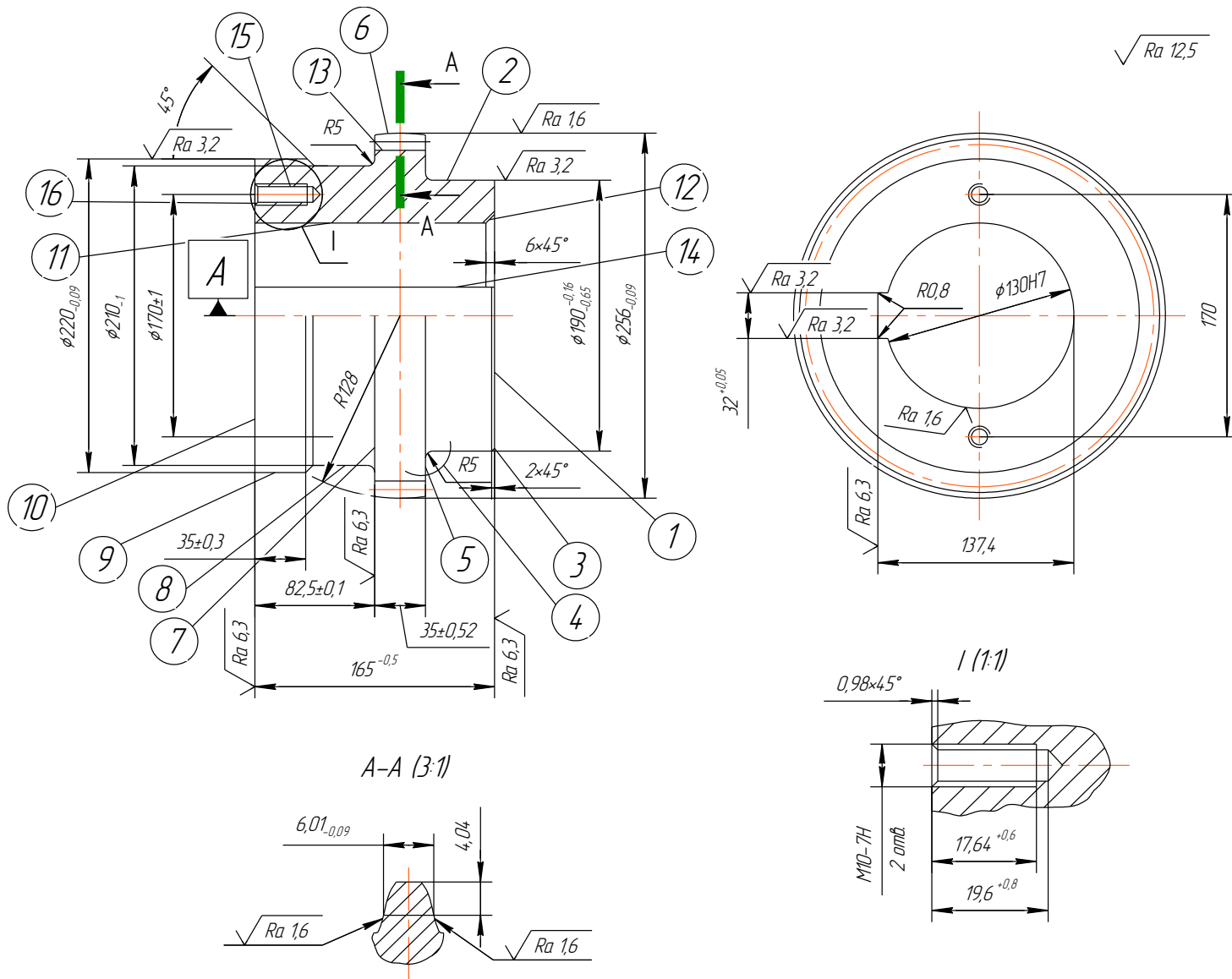

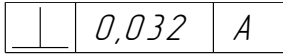


Рисунок 2.1 – Нумерація поверхонь деталі «Втулка муфти зубчастої»

Таблиця 2.5 – Аналіз якості поверхонь деталі

№ пов.	Номинальний розмір	Квалітет ІТ	Допуск Т або відхилення розміру	Шорсткість Ra	Відхилення форми та розташування поверхонь
1	2	3	4	5	6
1	L=165 мм	9	-0,5	6,3	
2	Ø190	d11	-0,17 -0,46	3,2	
3	2×45°	14	+0,25	6,3	
4	R5	14	+0,12	6,3	
5	L=35 мм	9	±0,52	6,3	
6	Ø256	8	-0,09	1,6	
7	L=82,5 мм	11	±1	6,3	
8	Ø210	14	-1	12,5	
9	L=35 мм	14	±0,3	6,3	
10	Ø220	11	-0,090	3,2	 
11	Ø130	7	+0,04	1,6	
12	6×45°	14	+0,25	6,3	
13	Ø256, m=4 z=62	8	-0,07	1,6	
14	Ø137,4 мм L=165 мм B=32 мм	9	+0,05	3,2	
15	M10-7H			3,2	

Аналіз якості поверхонь показав, що співвідношення показників точності відповідає заданому правилу:

$$T_1 > T_2 > T_3,$$

де T_1 – допуск на розмір, T_2 – допуск на макрогеометрію, T_3 – допуск на мікрогеометрію.

Наприклад для поверхні 4: $T_1=0,04$, $T_2=0,02$, $T_3=0,016$ мкм

$$0,04 > 0,02 > 0,016$$

Умова виконується.

					КНУ.КБР.131.24.1-18.02.АСПД	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Дане креслення деталі «Втулка муфти зубчастої» не повністю виконано у відповідності з ЕСКД, так як вигляд на кресленні не підкреслюється, а позначається А–А (2:1).

Основний надпис в правому нижньому кутку виконаний за ДСТУ ISO 129.1: 2007 Кресленики технічні. Проставлення розмірів і допусків. Частина 1. Загальні принципи Всі зміни переносимо на креслення деталі.

2.2 Технічний король робочого креслення

Деталь на кресленні представлена двома видами, одним розрізом, та одним виносним елементом, що дозволяє повністю визначити її конфігурацію та взаємне розташування поверхонь.

Головний вид показує габаритні розміри деталі по довжині та діаметру, внутрішнього отвору та зубчате зачеплення.

Вид зліва визначає профіль та розміри шпонкового пазу, положення різьбових отворів на торці деталі, відносно шпонкового пазу.

Розріз дає можливість визначити розмір зуба зубчатого зачеплення.

Виносний елемент дає змогу побачити конфігурацію різьбового отвору та всі його розміри.

На кресленні вказані всі необхідні розміри з визначеними відхиленнями, показники якості поверхонь, дані про термообробку зубів.

Допуски на взаємне розташування не вказані, призначаємо їх виходячи з умов роботи деталі.

Розміри на кресленні проставлені з урахуванням конструктивних особливостей роботи деталі у виробі, технології її виготовлення та контролю.

Характеристика зубчатого зачеплення представлена у повному обсязі з усіма необхідними показниками.

Основний надпис містить відомість про матеріал деталі, її масі, масштабі креслення, найменування деталі та про організацію, яка розробила конструкторську документацію.

Зробивши аналіз креслення визначаємо, що маємо достатньо відомостей для розроблення технологічного процесу виготовлення даної деталі.

2.3 Аналіз технологічності деталі

2.3.1 Якісний аналіз технологічності

Дана деталь «Втулка муфти зубчастої» за технологічною спільністю відноситься до групи втулок [8] зі складною поверхнею та гладким отвором.

Деталь проста за конструкцією та конфігурацією, перепад діаметрів між ступенями незначний, тому в якості вихідної заготовки, згідно заданого середньосерійного виробництва, можна використовувати поковку з отвором, яка виготовляється в підкладних штампах, або відливку із застосуванням стержнів.

					КНУ.КБР.131.24.1-18.02.АСПД	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Прокат круглого перетину використовувати недоцільно із-за великого витрачання матеріалу при обробці внутрішнього отвору.

Деталь достатньо технологічна, має достатню жорсткість, що допускає застосування високопродуктивних режимів обробки.

$$l / (D - d) = 70 / (85 - 50) = 2,0$$

Деталь має гарну базову поверхню для початкової операції .

Поверхні обертання та кріпильні отвори можуть бути оброблені на верстаті з ЧПК.

Нетехнологічним з точки зору механічної обробки, являється зубчатий вінець, так як операція нарізання зубів зі зняттям стружки виконується малопродуктивними методами.

Конструкція втулки характеризується простою формою центрального отвору, правильною формою та розмірами, а також наявністю канавки для виходу інструменту [12], що забезпечує можливість вільного підведення та відведення ріжучого та вимірювального інструменту.

Шпонковий паз ефективніше буде протягнути, ніж довбати, так як процес довбання дуже трудомісткий.

2.3.2 Кількісний аналіз технологічності

Кількісну оцінку технологічності конструкції деталі проводимо за наступними коефіцієнтами [12].

Визначаємо коефіцієнт уніфікації конструктивних елементів:

$$K_y = \frac{Q_{y.e.}}{Q_e}; \quad (2.1)$$

де $Q_{y.e.}$ – кількість уніфікованих поверхонь; Q_e – загальна кількість поверхонь деталі.

Деталь містить конструктивні елементи: фасок – 2, проточок – 1, галтелей – 1, шпонковий паз – 1, зубчате зачеплення – 1, різьбових отворів – 2, циліндричних поверхонь – 4. Всього – 15 поверхонь, із них 11 уніфікованих та один елемент $\varnothing 256h8$ являється оригінальним [12].

Звідки маємо:

$$K_y = \frac{11}{15} = 0,73.$$

Коефіцієнт уніфікації в нашому випадку дуже великий і звідси виходить, що деталь являється технологічною.

Коефіцієнт використання матеріалу визначаємо за формулою:

					КНУ.КБР.131.24.1-18.02.АСПД	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$K_M = \frac{Q_0}{Q_3}; \quad (2.2)$$

де $Q_0 = 31,8 \text{ кг}$ – маса деталі; $Q_3 = 47,8 \text{ кг}$ – маса заготовки;

$$K_M = \frac{31,8}{47,8} = 0,6.$$

Отримавши таке значення – коефіцієнт використання матеріалу достатній.

Розраховуємо коефіцієнт точності обробки. Для цього розраховуємо середню точність [12]:

$$k_{T.ч.} = 1 - \frac{1}{T_{cp.}} = 1 - \frac{\sum n_i}{\sum T_i \cdot n_i}; \quad (2.3)$$

де, T_i – квалітет точності i -го розміру; n_i – число розмірів відповідного квалітету.

Дані зводимо у вигляді таблиці 2.6, опираючись на дані

T_i	7	8	9	11	12	14	
n_i	2	2	3	3	-	5	$\sum n_i = 15$
$T_i n_i$	14	16	36	33	-	70	$\sum T_i n_i = 169$

$$k_{T.ч.} = 1 - \frac{15}{169} = 0,912;$$

Показання цього коефіцієнта свідчить, що деталь середньої точності.

Розраховуємо коефіцієнт шорсткості поверхонь. Середня шорсткість розраховується за формулою [12]:

$$k_{ш.} = \frac{1}{Ш_{cp.}} = \frac{\sum n_i}{\sum Ш_i \cdot n_i}; \quad (2.4)$$

де $Ш_i$ – шорсткість i -тої поверхні; n_i – кількість поверхонь з шорсткістю $Ш_i$.

Дані зводимо у вигляді таблиці 2.7.

Таблиця 2.7 – Показники шорсткості

$Ш_i$	1,6	3,2	6,3	12,5	
n_i	3	4	7	1	$\sum n_i = 15$
$Ш_i n_i$	4,8	12,8	44,1	12,5	$\sum Ш_i n_i = 74,2$

										Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	КНУ.КБР.131.24.1-18.02.АСПД					

$$k_{ш.} = \frac{15}{74,2} = 0,20.$$

Всі перераховані коефіцієнти технологічності відповідають умові [12]:
 $0 < k < 1.$

Таким чином до деталі представлені нормальні вимоги по точності та низькі вимоги по шорсткості.

2.4 Вибір типу виробництва. Задачі проектування. Пропозиції, щодо удосконалення

Тип виробництва залежить від річної програми, характеристики виробів, трудомісткості виготовлення деталей. Річна програма випуску деталей становить 6500 шт. Тип виробництва визначаємо на ділянку "Втулок".

В механічному цеху виготовляють також інші деталі які приведені в таблиці 2.8. Це дозволить довантажити обладнання та раціонально використовувати транспортну систему цеху.

За орієнтовним даними в нашій випадку середньосерійне виробництво. Характеризується виготовленням обмеженої номенклатури виробів партіями (серіями), що повторюються через певні проміжки часу, і широкою спеціалізацією робочих місць.

Такт випуску визначається по формулі:

$$\tau_a = \frac{60 \cdot F_d}{N} \quad (2.5)$$

де F_d – дійсний річний фонд часу встаткування, у годинниках, $F_d=4060$ ч.;

N – річна програма випуску деталей, шт.

$$\tau_a = \frac{60 \cdot 4060}{90} = 2706 \text{ хв.}$$

Коефіцієнт серійності K_c визначається по формулі:

$$K_c = \frac{\tau_s}{T_{шт.ср.}} \quad (2.6)$$

де $T_{шт.ср.}$ - середній штучний час по основних операціях на ділянці, визначається по формулі:

$$T_{шт.ср.} = \frac{\sum_{i=1}^n T_{ум.і}}{\sum n} \quad (2.7)$$

					КНУ.КБР.131.24.1-18.02.АСПД	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де $T_{шт. i}$ – штучний час i -ої операції; n – число основних операцій технологічних процесів.

Середній штучний час, по основних операціях на ділянці, дорівнює:

$$T_{шт.ср.уч."Втулка"} = \frac{260,02}{69} = 3,76 \text{ мин}$$
$$K_{с.уч."Втулка"} = \frac{2706}{3,76 \cdot 60} = 11,99$$

Розмір партії деталей визначається по формулі:

$$n = \frac{N \cdot f}{\Phi} \quad (2.8)$$

де N – річна програма випуску виробів у штуках;

f – число днів, на які необхідно мати запас деталей на складі, $f = 20$ днів;

Φ – число робочих днів у році, $\Phi = 252$.

$$n = \frac{90 \cdot 20}{252} = 7,2 \text{ шт.}$$

Приймаємо партію запуску деталей у виробництво $n = 8$ шт.

2.5 Визначення виробничої програми цеху

Даний механічний цех середньосерійного типу виробництва буде проектуватися по приведеній програмі. У цьому випадку вибирається деталь-представник, а всі інші деталі, що входять у програму, умовно приводяться по трудомісткості, складності й масі до виробу представникові.

Приведена виробнича програма визначається в такий спосіб. Вся розмаїтість деталей приводимо до декількох характерних представників, тому що частина деталей не забезпечена повністю кресленнями й іншими вихідними даними. У цьому випадку всю номенклатуру ділять на кілька груп, у кожен з яких входять однотипні по конструкції й технології виробу. У кожній групі виділяється вироб-представник, до якого приводять всі інші деталі даної групи.

Розрахунок наведеної річної програми механічного цеху проводиться відповідно до формул [14].

Загальний коефіцієнт приведення:

$$K = K_M \cdot K_{сер.} \cdot K_{стл} \quad (2.9)$$

де K_M – коефіцієнт приведення по масі;

$K_{сер.}$ – коефіцієнт приведення по серійності;

					КНУ.КБР.131.24.1-18.02.АСПД	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$K_{скл}$ – коефіцієнт приведення по складності.

$K_{сл}=1$

$$K_{.m} = \sqrt[3]{\left(\frac{m_x}{m}\right)^2} \quad (2.10)$$

де $m_x; m$ – маси виробів, що приводяться, і виробу - представника.

$$K_{сер} = \left(\frac{N}{N_x}\right)^{0.15+0.2} \quad (2.11)$$

де $N; N_x$ – річні програми виробу – представника й виробу, що приводиться.
Нижче наведена подетальна річна виробнича програма механічного цеху.
Всі розрахункові й зібрані дані зводимо в таблицю 2.8.

Таблиця 2.8 - Відомість виробів, що виготовляються

Задана програма				Наведена програма					
Найменування деталі	Позначення деталі	Число виробів	Маса деталі, кг	K_m	$K_{сер}$	$K_{сл}$	K	Найменування виробу-представника	Наведене число деталі
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Вісь	5007.9463	400	180	1	1	1	1		600
Вал	2503.9112	580	120	4,8	1,24	1	5,95		580
Шліцевий вал	7006.1387	530	150	0,419	0,56	1	0,23		630
Полий вал	8670.8877	450	115	5,4	1	1	5,4		450
Стакан	3527.8667	400	150	0,95	0,58	1	0,55		500
Валик	6228.7512	470	160	2,92	0,94	1	2,75		570
Шестірня	5158.7395	780	135	0,45	0,54	1	0,24		780
Вал-шестерня	5264.7314	5000	154	1,49	0,59	1	0,88		4500
Вал приводний	1539.0169	1100	150	3,87	0,85	1	3,29		1700
Колесо зубчасте	9428.5984	525	90	5,4	0,94	1	5,07		620
Втулка	6003.3042	6500	32	1,62	1	1	1,62		4900
Кільце ущільнююче	7192.4387	450	50	2,75	1,08	1	2,97		500

КНУ.КБР.131.24.1-18.02.АСПД

Арк.

Змн. Арк. № докум. Підпис Дата

Кільце	6658.7284	800	45	2,83	1,08	1	3,05		1000
Фланець	3169.6584	240	55	6,57	1,24	1	8,15		440
Обойма зубчаста	9912.0189	700	35	1,6	0,85	1	1,36		750
Разом:		18985							18500

Визначаємо наведену трудомісткість цеху:

$$T_{ц.} = \sum N_x^n \cdot T_{ум}^{пред.} \quad (2.12)$$

де $\sum N_x^n$ – наведена програма випуску виробів рівна 18500 шт;

$T_{ум}^{пред.}$ – штучний час виробу представника.

$$T_{ц.} = 18500 \cdot (306,043 + 1349,59) \cdot 60 = 510486,84 \text{ н. година.}$$

В основу розрахунку верстатоемність приймаємо фактичну (досягнуту) трудомісткість $T_{ф.}$, що визначаємо по формулі:

$$T_{\phi} = \frac{T_n \cdot 1000}{B} \quad (2.13)$$

де T_n - наведена трудомісткість, н.година.;

B - середній рівень виконання норм у відсотках.

$$T_{\phi} = \frac{510486 \cdot 100}{98} = 520904,94 \text{ н. година.}$$

Фактична верстатоемність $T_{ст.}$ у станко-годинах складе:

$$T_{ст.} = T_{\phi} \cdot K_{м. об.} \quad (2.14)$$

де $K_{м. об.}$ – середній коефіцієнт багатостанкового обслуговування, тобто середнє число верстатів, що обслуговуються одним робітником, $K_{м. про} = 1$

$$T_{ст.} = 520904,94 \cdot 1 = 520904,94 \text{ ст. год}$$

2.6 Вибір діючого заводського чи типового технологічного процесу

Для вибору прототипу технологічного процесу необхідно здійснити кодування деталі на основі класифікатора ЕСКД [8].

					КНУ.КБР.131.24.1-18.02.АСПД	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

721551

Код класифікаційного угруповування конструктивних ознак. Деталь загальномашинобудівного застосування – тіло обертання з елементами зубчатого зачеплення з відповідною поза вісю деталю типу диск

Основні ознаки технологічної класифікації деталі.

	A34	02	4	23	3	2
Розмірна характеристика, мм: найбільший зовнішній діаметр- 256; довжина - 165; діаметр центрального отвору-130						
Група матеріалу-сталь вуглецева конструкційна легрована (сталь ГОСТ 4543-71)						
Вид деталі за технологічним процесом- деталь, що оброблюється різанням						
Вид вихідної заготовки - поковка						
Квалітет точності розмірів зовнішніх поверхонь - 8						
Квалітет точності розмірів внутрішніх поверхонь - 7						

Показник якості поверхонь:

Ra = 1,6 мкм – код 3

Деталь з елементами зубчатого зачеплення – код 1

Характеристика термічної обробки:

HRC ≥ 40 – код 2

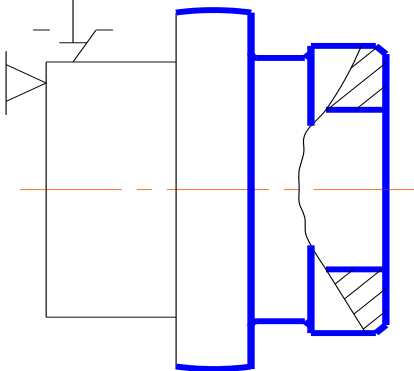
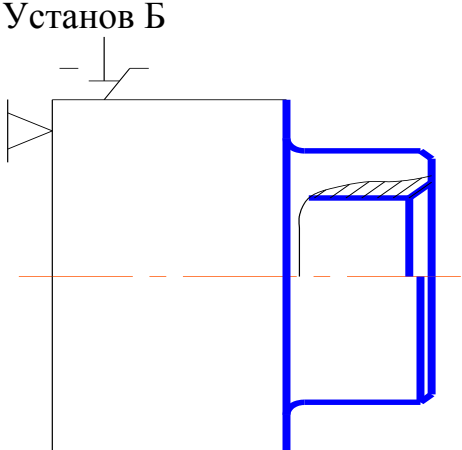
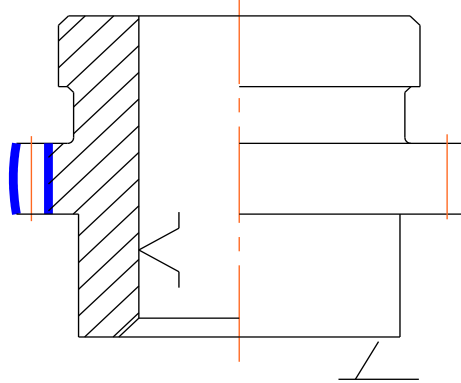
Вагова характеристика деталі – код А.

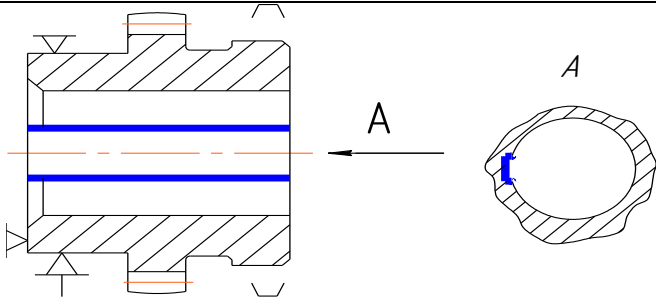
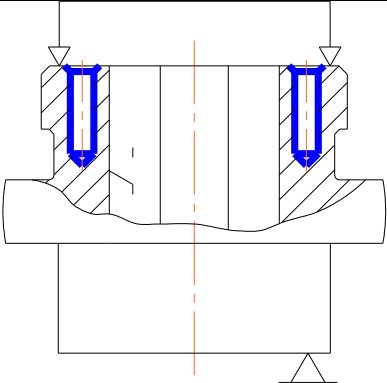
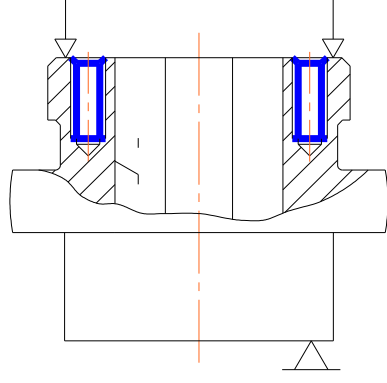
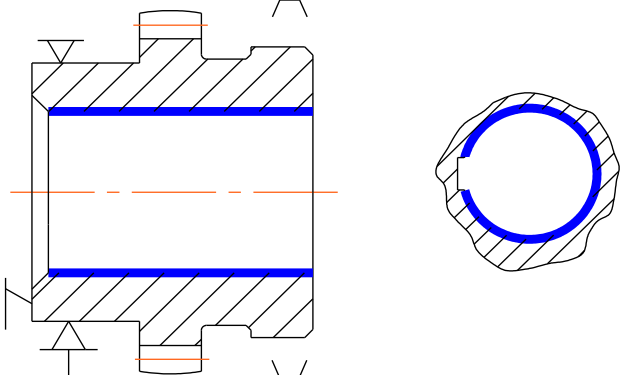
Повний конструкторсько-технологічний код деталі «Втулка» має вигляд:
721551A340242332312A.

В якості базової технології ми обрали заводський технологічний процес ПАТ
“АрселорМіттал Кривий Ріг” на деталь «Втулка» при одиничному виробництві.
Технологічний процес виготовлення деталі представлений у вигляді таблиці 2.9:

					КНУ.КБР.131.24.1-18.02.АСПД	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 2.9 – Технологічний процес виготовлення деталі «Втулка»

№ п/п	Назва операції	Ескіз операції	Назва обладнання
1	2	3	4
2	005 Токарна	<p>Установ А</p>  <p>Установ Б</p> 	Верстат моделі 163 деталь встановити в 3-х кулачковий патрон
2	010 Зубо-фрезерна		Верстат зубо-фрезерний моделі FO – 10
	015 Розміточна	Нанести осьові лінії, розмітити: 2 отв. M10; шпонковий паз b=32	

4	020 Довбальна		Верстат моделі ГД320 деталь встановити в лещата затискні універсаль-ні
5	025 Свердлиль- на		Радіально- свердли- льний верстат моделі ОВР-32
	030 Свердлильна Нарізати різьбу		Радіально- свердли- льний верстат моделі ОВР-32
6	030 Термічна	Термообробка по карті ЦТЛ-ТК-Т-02а-2000. ТВЧ зуб ів	
7	035 Шліфуваль- на		Верстат 3А228
3	040 Контрольна	Контроль ОТК	

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

КНУ.КБР.131.24.1-18.02.АСПД

Арк.

В процесі аналізу типового технологічного процесу механічної обробки деталі типу втулка, визначаємо задачі які необхідно розробити при проектуванні технологічного процесу механічної обробки заданої деталі:

- 1) Замінюємо спосіб отримання заготовки заводський спосіб – вільним куванням на отримання заготовки куванням на молотах ;
- 2) Для обробки кріпильних отворів з різьбою раціональніше застосовувати верстати з ЧПК. Для свердлильної операції обираємо багатоцільовий вертикальний свердлильно-фрезерний верстат з ЧПК моделі 21105H7Ф4, що скоротить кількість операцій та парк верстатів.;
- 3) Операцію шліфування робимо перед операцією довбання, щоб не пошкодити шпонковий паз та шліфувальний круг.

2.7 Вибір, техніко-економічне обґрунтування та проектування заготовки

Основною задачею при виборі заготовки являється вибір такого методу отримання вихідної заготовки, при якому її форма була б максимально наближена до форми готової деталі та при мінімальних витратах на її виробництво.

Вибір методу отримання вихідної заготовки обумовлюється формою та об'ємом виробництва.

Аналізуючи конструкцію, масу, матеріал та тип виробництва обираємо способи отримання заготовки та обґрунтовуємо їх за допомогою матриці впливу факторів [9], яка представлена у вигляді таблиці 2.8

Таблиця 2.8 – Матриця впливу факторів

Спосіб отримання	Матеріал деталі	Форма та розмір	Маса деталі	Точність розміру	Шорсткість Ra	Структура поверхневого шару	Тип виробництва	Річна програма	Сума
Лиття в піщано-глинясті форми	+	+	+	-	+	+	+	+	7
Штампування: -									
- на ГKM	+	+	-	-	+	+	-	-	4
- на пресах	-	+	+	-	+	+	-	-	4
Вільне кування									
- на пресах	+	+	-	-	-	-	-	+	3
- на молотах	+	+	+	+	+	+	+	+	8

$$Z = A + Z_o + E_n * Z_k + O_z$$

650	=	625,8	+	1,737	+	0,15	*	13,29	+	20,51
-----	---	-------	---	-------	---	------	---	-------	---	-------

• Прямокутний фра

де

A - вартість заготовки:

$$A = M * C * K_c * K_{оп} * K_b * K_m * K_T - (M - q) * Ц$$

625,8	=	49,2	*	17,7	*	1	*	0,83	*	0,74	*	1,21	*	1	-	(49,2	-	31,8)	*	1,23
-------	---	------	---	------	---	---	---	------	---	------	---	------	---	---	---	---	------	---	------	---	---	------

M - маса заготовки, кг

C - вихідна оптова ціна 1кг заготовки, грн;

$$C_0 = 40000$$

K_c, K_{оп}, K_b, K_m, K_T - коефіцієнт, який враховує відповідно:

- * групу складності заготовки
- * обсяг виробництва заготовок (група серійності)
- * вагу заготовки
- * матеріал заготовки
- * клас точності вилівка

q - чиста маса деталі, кг

Ц - ціна 1 кг відходів, грн

Z_o - зарплата по операціям механічної обробки, які відрізняються, грн:

$$Z_o = \frac{T_{шт} * C_p * K_1 * K_2 * K_3 * K_4}{60}$$

1,737	=	12	*	3,6	*	1,4	*	1,08	*	1,14	*	1,4	/	60
-------	---	----	---	-----	---	-----	---	------	---	------	---	-----	---	----

T_{шт} - норма штучно-калькуляційного часу на операцію, яка відрізняється, хв

C_p - часова тарифна ставка четвертого розряду роботи, грн

K₁, K₂, K₃, K₄ - коефіцієнти, які враховують відповідно:

- * преміальні доплати станочників (K₁ = 1,4)
- * додаткову зарплату (K₂ = 1,08)
- * відрахування на соціальне страхування (K₃ = 1,4)
- * зарплату наладчиків верстатів (K₄ = 1,4)

O₃ - поточні затрати по експлуатації верстата, грн:

$$O_3 = \frac{C_1 * T_{шт}}{60 * K_5}$$

20,51	=	120	*	12	/	60	*	1,17
-------	---	-----	---	----	---	----	---	------

					КНУ.КБР.131.24.1-18.02.АСПД	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

E_n - нормативний коефіцієнт ефективності ($E_n = 0,15$)

Z_k - питомі капітальні затрати на операцію, грн

$$Z_k = \frac{(B + K_{ц}) * T_{шт}}{60 * \Phi * \eta_{в}}$$

16906 36969 12
13,29 4015 0,202

B - балансова вартість верстата, грн

$K_{ц}$ - вартість площі цеха, грн

$$K_{ц} = \Pi * \varphi * \gamma$$

36969 500 29,58 2,5

Π - вартість 1м² площі механічного цеха, грн

φ - габаритні розміри верстата (довжина * ширину), м²

γ - коефіцієнт, який враховує додаткову площу

Φ - річний фонд часу роботи верстата, годин

$\eta_{в}$ - коефіцієнт використання верстата:

$$\eta_{в} = \frac{12 * B}{60 * \Phi * K_5 * m}$$

12 6500
0,28 3975 1,17 1

Розрахунки показали, що вигідніше отримувати заготовку поковкою штампованою, це забезпечить до того ж надійність зубчастого зачеплення.

Для заданої деталі «Втулка муфти зубчастої», яка виготовлена із сталі 40Х ДСТУ 7806:2015 в умовах середньосерійного виробництва при річній програмі 6500 шт. В якості вихідної заготовки обираємо поковку штамповану за ДСТУ EN 10243-1:2022(EN 10243-1:1999, IDT)/Поправка № 1:2022(EN 10243-1:1999/AC:2005, IDT), Сталеві штамповані поковки. Допуски на розміри. Частина 1 Осадкові та вертикальні пресовані поковки, [13]

1) Розміри оброблюваної заготовки вказані в скобках.

2) Згідно форми та співвідношення розмірів поковки призначаємо основні та допоміжні припуски та граничні відхилення

- основні припуски та граничні відхилення на розміри деталі призначаємо виходячи з умови [13]:

$$h < 0,75H; D_1 - D_2 \geq 0,2D_1; 0,5D \geq d \geq 0,4H,$$

тобто: $35 < 0,75 \cdot 190;$

$$\text{шийка } \varnothing 190: 256 - 190 \geq 51,2;$$

$$\text{шийка } \varnothing 220: 256 - 220 < 51,2 - \text{умова не виконується.}$$

Уступ $\varnothing 220$ ліквідується за рахунок напуску по діаметру. Приймаємо діаметр уступу рівним діаметру сусіднього виступу – $\varnothing 256$ мм.

$$\text{Отвір } \varnothing 130: 0,5 \cdot 256 \geq 130 \geq 0,4 \cdot 165,$$

$$128 \geq 130 \geq 66.$$

					КНУ.КБР.131.24.1-18.02.АСПД	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

В якості обладнання для виготовлення заготовки деталі «Втулка муфти зубчастой» обираємо підкладні штампи.

Призначаємо припуски на зовнішні та внутрішні розміри деталі:

на діаметр $\varnothing 256$ мм – $13^{+1,6}_{-0,9}$;

на діаметр $\varnothing 190$ мм – $13^{+1,4}_{-0,8}$;

на внутрішній діаметр $\varnothing 130$ мм – 21 ± 5 ;

на загальну висоту $H=165$ мм – $15^{+1,4}_{-0,8}$;

на висоту $117,5$ мм – $15^{+1,3}_{-0,7}$.

3) Отвір в поковці виконаємо, так як виконується умова:

$$\frac{H'}{d'} = \frac{180}{109} = 1,65 < 2,5,$$

3. Поковку виготовляють з обкатуванням по фланцю, так як:

$$\frac{D'}{h'} = \frac{269}{132,5} = 2,03 < 5.$$

4) Поковку з розмірами зображуємо на рисунку 3.2

5) Маса заготовки визначається за формулою:

$$V_3 = \gamma \cdot \frac{\pi \cdot D_1^2}{4} \cdot L_1 + \gamma \cdot \frac{\pi \cdot D_2^2}{4} \cdot L - \gamma \cdot \frac{\pi \cdot d}{4} \cdot L \quad (2.12)$$

$$G_3 = \frac{3,14}{4} \cdot 7,85 \cdot (2,64^2 \cdot 1,16 + 1,97^2 \cdot 4,8 - 1,26^2 \cdot 1,74) = 6,16 \cdot (8,78 + 18,62 - 2,76) = 2 \cdot 24,64 = 49,2 \text{ кг}$$

6) Визначаємо допустиму нерівномірність розташування припусків у відповідності з існуючим стандартом.

Для будь-якого перетину поковки допустима нерівномірність розташування припуску характеризується наступними граничними значеннями одностороннього припуску:

- мінімального $0,5 \cdot \delta - 0,5 \cdot \left(\frac{\Delta}{2}\right)$;
- максимального $0,5 \cdot \delta + 1,5 \cdot \left(\frac{\Delta}{2}\right)$.

Дані зводимо у вигляді таблиці 2.9, яка приведена нижче.

					КНУ.КБР.131.24.1-18.02.АСПД	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 2.9 – Значення мінімального та максимального припусків

Діаметр або розмір перетину	Мінімальний односторонній припуск в перетині	Максимальний односторонній припуск в перетині
1	2	3
Ø256 мм	$3,5 - 1 = 2,5$	$3,5 + 3 = 6,5$
Ø190 мм	$3,5 - 1 = 2,5$	$3,5 + 3 = 6,5$
Ø130 мм	$7,0 - 1 = 6,0$	$7,0 + 3 = 10,0$
L=165 мм	$4,5 - 1 = 3,5$	$4,5 + 3 = 7,5$

2.8 Вибір і обґрунтування баз

Дана деталь представляє собою тіло обертання циліндричної форми з гладким отвором та фланцем.

За своїм призначенням і області використання в машинобудуванні бази підрозділяються на конструкторські, вимірювальні та технологічні, які використовуються при зборці чи при механічній обробці [11, 13].

Основними конструкторськими базами для нашого кільця, які визначають його положення у вузлі, отвір 11 та торцева поверхня 10.

Допоміжними конструкторськими базами деталі, що визначають положення приєднувальних до неї деталей, є поверхня 2 і 9 [11, 13].

Технологічними базами, які визначають положення деталі при обробці, є отвір 11, торцеві поверхні 1 і 10 та зовнішня циліндрична поверхня 2.

Виконавчою базою являється зубчатий вінець. Принцип суміщення баз виконується. Теоретичні та умовні схеми базування нижче зображені на рисунках [11, 13]:

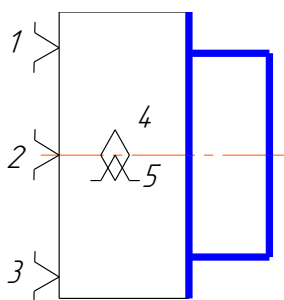


Рисунок 2.2 – Теоретична схема базування деталі в трьох-кулачковому патроні

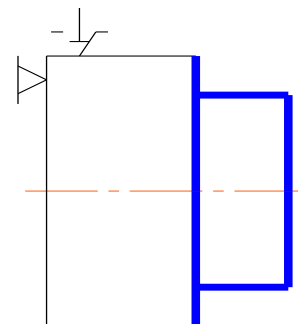


Рисунок 2.3 – Умовна схема базування деталі в трьох-кулачковому патроні

На рисунках 2.2 й та 2.3 показані теоретична та умовна схеми базування при обробці зовнішньої циліндричної поверхні та підрізанні торцю.

					КНУ.КБР.131.24.1-18.02.АСПД	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Нижче на рисунку 3.3 наведені умовні схеми базування на токарній операції, деталь закріплена в трьохкулачковому патроні.

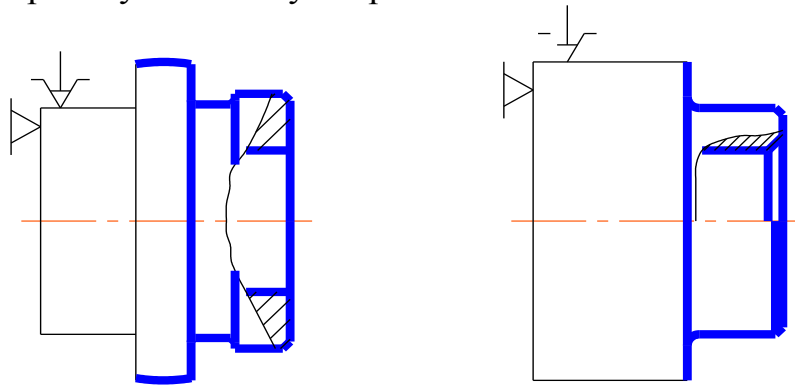


Рисунок 2.4 – Умовні схеми базування на токарній операції

На рисунку 2.5 показана умовна схема базування при фрезеруванні зуб'їв, в даному випадку деталь закріплена на оправці та трьохкулачковому патроні.

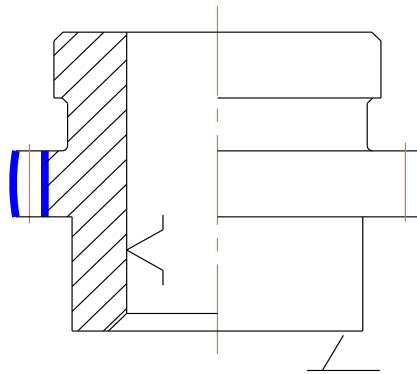


Рисунок 2.5 – Умовна схема базування при фрезеруванні зуб'їв

На рисунку 2.6 показана умовна схема базування деталі на свердлильній операції і деталь закріплена в кондукторі універсальному.

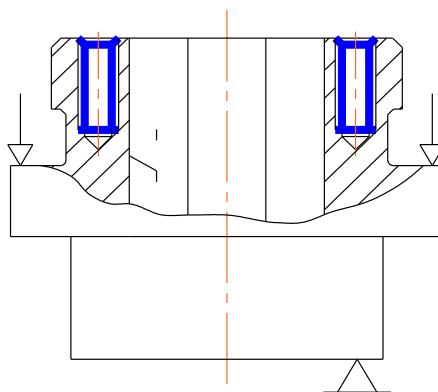


Рисунок 2.6 – Умовна схема базування на свердлильній операції.

					КНУ.КБР.131.24.1-18.02.АСПД	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

На рисунку 2.7 наведена умовна схема базування на довбальній операції при якій деталь закріплена універсальних затискних лещатах з упором в торець.

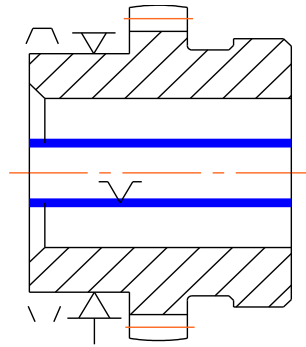


Рисунок 2.7 – Умовна схема базування на довбальній операції

2.9 Вибір і обґрунтування послідовності обробки поверхонь

Визначимо кількість послідовних переходів з поступовим наближенням до необхідної точності та шорсткості на зовнішні внутрішні та торцеві поверхні. Послідовність обробки, а також кількість переходів залежить від квалітету точності розміру та показника якості поверхні [6]. Дані представимо у вигляді таблиці 3.5. При заповненні таблиці 2.10 скористуємося нумерацією поверхонь, яка була використана при аналізі якості поверхонь деталі (рисунок 2.2). На всі поверхні заповнюємо таблицю 2.10

Таблиця 2.10 – Послідовність обробки поверхонь

№ поверхні, розмір	Найменування переходів	Шорсткість, Ra	Точність IT	Допуск T
1	2	3	4	5
1 L=165 мм	Заготовка	12,5	14	1,0
	Чорнове точіння	6,3	12	0,4
	Підрізання торця	6,3	12	0,4
2 Ø190 ^{-0,16} -0,65	Чорнове точіння	12,5	14	1,15
	Напівчистове точіння	6,3	12	0,46
	Чистове точіння	3,2	9	-0,16 -0,65
3 2×45°	Напівчистове точіння	6,3	14	0,250
4 R5	Напівчистове точіння	6,3	14	0,300
5 Ø256 ^{-0,09}	Чорнове точіння	14	6,3	1,3
	Напівчистове точіння	11	3,2	0,320
	Чистове точіння	8	1,6	-0,09

					КНУ.КБР.131.24.1-18.02.АСПД	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Продовження таблиці 2.10

1	2	3	4	5
6 R128 мм	Точіння чистове отделочне	8	1,6	-0,09
7 Ø220 -0,09	Чорнове точіння	14	12,5	
	Напівчистове точіння	11	6,3	
	Чистове точіння	8	3,2	
8 Ø210 -1	Чорнове точіння	12,5	14	1,15
	Напівчистове точіння	6,3	11	-1
9 Ø130H7	Чорнове розточування	12,5	14	1,0
	Напівчистове розточування	6,3	11	0,250
	Чистове розточування	3,2	9	0,100
	Шліфування	1,6	7	+0,04 0
10 6×45° мм	Напівчистове точіння	6,3	14	1,3
11 m=4, z=62	Напівчистове фрезерування зуб'їв	3,2	11	0,320
12 Ø137,4 мм L=165 мм 32 ^{+0,05}	Довбальна	6,3	11	0,250
		12,5	14	1,0
		3,2	9	+0,05 0
13 M10 – 7H 2отв.	Свердлування	12,5	14	0,36
	Зенкерування	6,3	11	0,090
	Нарізання різьби	3,2	7	+0,200 +0,335
14 6,01 -0,09 мм	Шліфування зуб'їв	1,6	7	-0,09

2.10 Розробка маршруту обробки

При розробці маршруту обробки втулки було враховано, що:

- 1) на перших операціях ми оброблюємо базові технологічні поверхні;
- 2) операції чорнової обробки на поверхнях виконуємо з мінімальним припуском з метою застереження чорноти; також операції при яких знімається найбільший шар матеріалу, з метою виявлення дефектів заготовки та зняття внутрішніх напружень в поверхневому шарі матеріалу;
- 3) спочатку оброблюємо поверхні не понижуючи жорсткості деталі, а також поверхні з невисокими показниками точності та шорсткості;
- 4) найбільш точні поверхні оброблюємо останніми.

					КНУ.КБР.131.24.1-18.02.АСПД	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2.11 Розробка технологічної операції деталей

В умовах середньосерійного виробництва, виходячи з характеру оброблюваних поверхонь, точність обробки та шорсткості оброблюваних поверхонь, характерно застосовувати універсальне або спеціалізоване обладнання та оснащення.

Для виконання токарних операцій обираємо верстат токарний патрно-центровий з ЧПК моделі 16К20Ф3. Для зубофрезерної операції – вертикальний зубофрезерний верстат моделі 5Е32; на протяжну операцію обираємо горизонтальний протяжний напівавтомат для внутрішнього протягування моделі 7Б56; для свердлильної та різьбонарізної операції використаємо верстат багатоцільовий вертикальний свердлильно-фрезерний моделі 21105Н7Ф4. Для шліфування зуб'їв – зубошліфувальний верстат моделі 5В835.

Кожний металорізальний верстат має комплект оснащення, яке необхідне для установки та закріплення оброблюваної деталі, а для свердлення отворів на торці деталі будемо застосовувати накладний кондуктор, який координує положення отворів відносно базових поверхонь.

Ріжучий інструмент обираємо виходячи із методів обробки, властивостей оброблюваного матеріалу, необхідної точності та шорсткості оброблюваних поверхонь [7, 19, 20].

Для обробки вуглецевої конструкційної легованої сталі 40Х ДСТУ 7806:2015 приймаємо інструмент який оснащений пластинами з твердого сплаву.

Вимірювальний інструмент обираємо виходячи з виду контрольованої поверхні та потрібної точності вимірювань .

Для обробки фасонної поверхні застосовуємо спеціальний фасонний різець, розмір контролюємо шаблоном ШБ1.

Обробку канавки для виходу інструменту проводимо спеціальним канавочним різцем, розмір будемо контролювати шаблоном ШБ2.

Для фрезерування зуб'їв черв'ячна фреза по товщині зуба зменшена на величину припуску під чистове нарізування.

Остаточо сформульований зміст операції представляємо у вигляді таблиці 3.5 .

					КНУ.КБР.131.24.1-18.02.АСПД	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 2.12– Послідовність виконання технологічних операцій

№ операцій і переходів	1. Назва операції 2. Верстат 3. Зміст переходів технологічної операції	Верстатне пристосування	Інструмент (ріжучий, допоміжний, вимірювальний)
1	2	3	4
005	Заготовча		
010	1.Токарна 2.Верстат моделі 16К20Ф3 3. Установ А 1) Точити поверхню 7 2) Точити поверхню 15 Установ Б 1)Точити поверхню 1 2)Точити поверхню 2 3)Точити поверхню 16	Само-центруючий трьох-кулачковий патрон з розточеними кулачками 7100-0012 ДСТУ ГОСТ 2675-80	Різець PCLNR 2525 M12 Пластина CNMG120408-M3 TP2000 (фірма SECO); Штангенциркуль ШЦ-III-300-0,1 ДСТУ 166-89 Лінійка L=300
015	Токарна 2.Верстат моделі 16К20Ф3 3.Установ А 1) Точити поверхню 7 2) Точити поверхню 5 3) Точити поверхню 15 4)Точити поверхню 8 5) Розсвердлити отвір 9 6)Розточити отвір 9 Установ Б 1)Точити поверхню 2 в розмір 16 2) Точити фаску 3	Само-центруючий трьох-кулачковий патрон з розточеними кулачками 7100-0012 ДСТУ ГОСТ 2675-80	Різець PCLNR 2525 M12 Пластина CNMG120408-M3 TP2000 (фірма SECO); Різець CFMR2525M05 Пластина LCMF160504-0500-FT CP500 (фірма SECO) Свердло SD203-6,8-10-14-R1 (фірма SECO);

					КНУ.КБР.131.24.1-18.02.АСПД	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

015	3) Точити фаску 10 4)Точити галтель 4 5)Точити поверхню 6		ЩЦ-I-175 _{-0,05} ДСТУ ГОСТ 166-89 Лінійка L=300 ДСТУ ГОСТ 427-75 Мікрометр МК 125-1ДСТУ 6507-90 Радіусомір №1 ТУ-2-034-228-87 Нутромір
			НМ-130 _{-0,01} ДСТУ ГОСТ 10-88 Шаблон на R128 ШБ 1 Шаблон ШБ 2
020	1.Багатоцільова з ЧПК 2. Верстат багатоцільовий вертикальний свердлильно- фрезерний моделі 21105Н7Ф4 3. Установ А 1)Свердлити отвір 13 2)Зенкерувати фаску 18 3)Нарізати різьбу 17 в отворі 13	СВП	Свердло SD203-6,8-10-14-R1 (фірма SECO); Зенківка T30K4 2353-0134 ДСТУ ГОСТ 14953-80 Мітчик 2612-1615 ДСТУГОСТ 3266-80 Калібр-пробка різьбова M10 ДСТУ ГОСТ 17756-72

025	1.Зубофрезерна 2. Верстат зубофрезерний моделі 5E32 3.Фрезерувати зуб'я 11	Пневматич- ний універсальний патрон 6170-0093 ДСТУ ГОСТ 16160-70	Фреза черв'ячна ДСТУ ГОСТ 9324-80 T30K4 Штангензубомір 0-75 _{-0,02} ТУ2-034-773-79 Оправка циліндрична
-----	---	--	--

					КНУ.КБР.131.24.1-18.02.АСПД	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

030	1.Внутрішньошліфувальна 2. Верстат внутрішньо шліфувальний моделі 3К228В 3.Шлівфувати отвір 9	Само-центруючий трьох-кулачковий патрон ДСТУ ГОСТ 8742-75	ПВ 95×65×35 С-4К ДСТУ ГОСТ 2424-83 Мікрометр МК100 МК125
035	1.Протяжна 2.Верстат горизонтально-протяжний моделі 7Б56 3.Протягнути шпонковий паз 12	Адаптер	Протяжка шпонкова Т5К10 2405-0415 ДСТУ ГОСТ 18217-80 Калібр пазовий 8151-0101 Н9
040	Термічна		
045	1.Зубошліфувальна 2. Верстат зубошліфувальний горизонтальний напівавтомат моделі 5В835 3.Шліфувати поверхню 14	Само-центруючий трьох-кулачковий патрон розточеними кулачками 7100-0012 ДСТУ ГОСТ 2675-80 Центр А-5 ДСТУ ГОСТ 8742-75	Круг черв'ячний 400×80 Штангензубомір 75 ^{-0,02} ТУ2-034-773-79

2.12 Розрахунок міжопераційних розмірів і припусків на обробку

Послідовність обробки торцевих поверхонь втулки зводимо у вигляді таблиці 3.8 [24, 25]. Так як отвір втулки гладкий розріз не показуємо.

Таблиця 2.15 – Послідовність обробки торцевих поверхонь

№ пов.	Найменування переходу	Ном. розмір р	Квалітет ІТ	Допуск Т	Припуск t	Позначення припуску z _i
1	2	3	4	5	6	7
А	Заготовка		14	2	4,5	
	Точіння чистове	70	11	0,3	1,0	z ₁

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	КНУ.КБР.131.24.1-18.02.АСПД				

В	Заготовка		14	2	4,5	
	Точіння чорнове		11	0,2	3,5	Z ₆
	Точіння чистове	70	9	0,3	1,0	Z ₅
С	Заготовка		14	2	4,0	
	Точіння чорнове		11	0,2	3,0	Z ₂
	Точіння чистове		9	0,1	1,0	Z ₃
Д	Точіння чорнове		14	0,2		
	Точіння напівчистове		11	0,1	1,0	Z ₄

Виходячи з по послідовності обробки торцевих поверхонь будемо розмірну схему технологічного процесу механічної обробки, яка представлена на рисунку 2.16.

					КНУ.КБР.131.24.1-18.02.АСПД	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

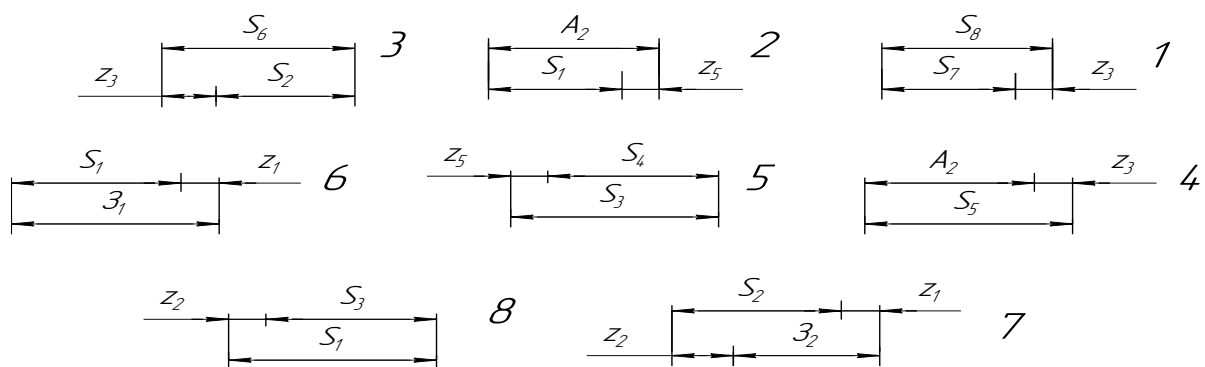
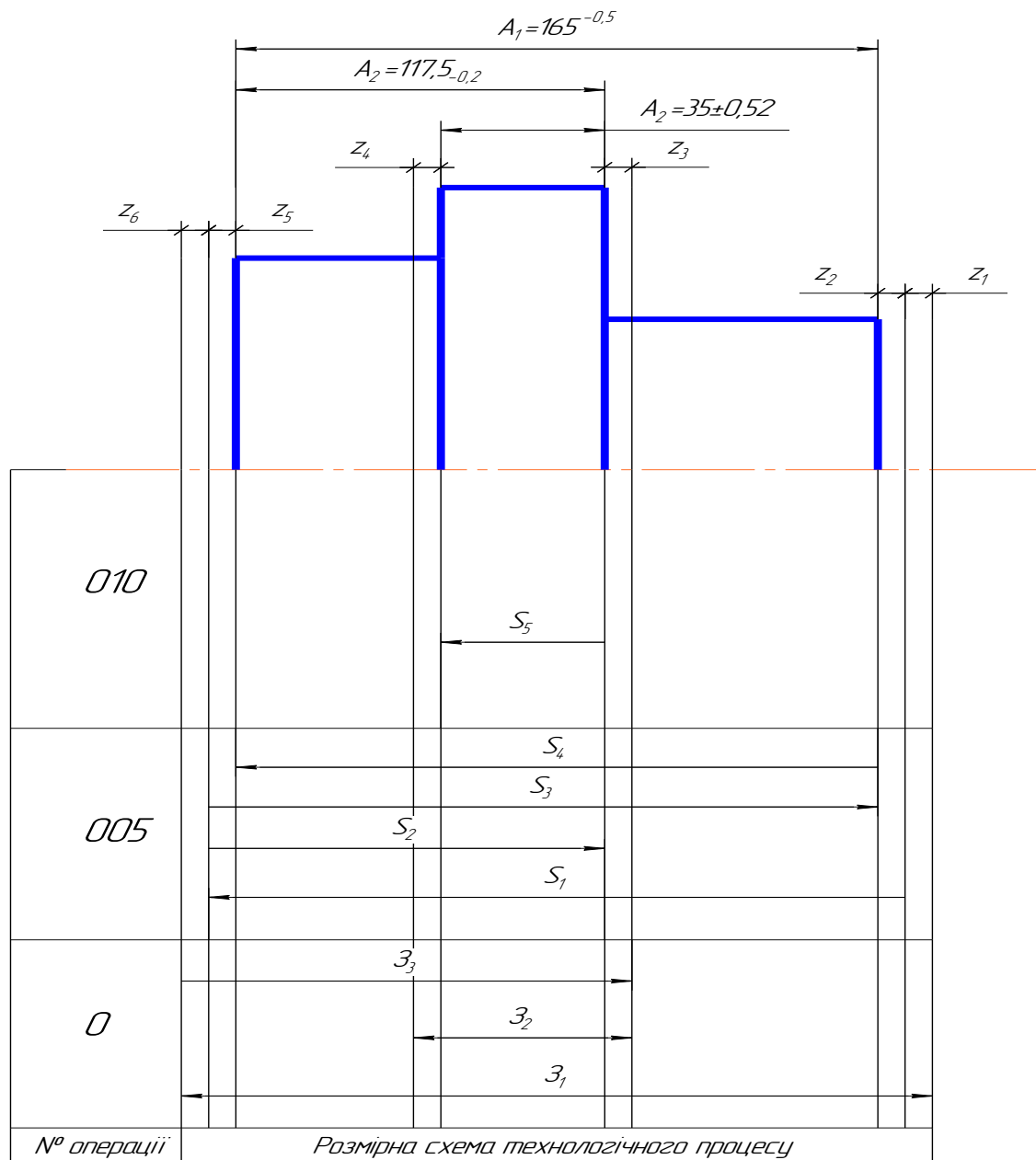


Рисунок 2.8 – Розмірна схема технологічного процесу механічної обробки

Розрахунок міжопераційних розмірів та припусків зводимо в таблицю 2.16.

					КНУ.КБР.131.24.1-18.02.АСПД	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 2.16 – Розрахунок міжопераційних припусків на обробку торцевих поверхонь

№ розмірно-го ланцюга	Вихідні дані	Рівняння розмірного ланцюга номінального значення	Допуск розміру	Міжопераційний розмір з допуском	Уточненні значення припуску
1	2	3	4	5	6
1	$S_7=46,5\pm 0,1$ $z_4=1^{+0,2}_{-0,3}$	$S_8=S_7+z_4=46,5\pm 0,1++$ $1^{+0,2}_{-0,3}=47,5^{+0,4}_{-0,3}$	0,7	$S_8=47,5^{+0,4}_{-0,3}$	
2	$A_2=117,5_{-0,2}$ $A_3=35\pm 0,52$ $z_4=1$	$S_7=A_2-z_4-A_3=117,5-$ $-1-35=81,5$	0,2	$S_7=81,5\pm 0,1$ $z_4=2\pm 1,56$	$z_4=A_2-A_3-S_7=117,5_{-0,2}-$ $-35\pm 0,52-81,5\pm 0,1=1^{+0,2}_{-0,3}$
3	$S_2=118,5\pm 0,1$ $z_3=1^{+0,2}_{-0,3}$	$S_6=S_5+z_3=118,5\pm 0,1+$ $+1^{+0,2}_{-0,3}=119,5^{+0,2}_{-0,4}$	0,6	$S_6=119,5^{+0,2}_{-0,4}$	
4	$A_2=117,5_{-0,2}$ $Z_3=1$	$S_5=A_2+z_3=117,5_{-0,2}+1=$ $=118,5$	0,2	$S_5=118,5\pm 0,1$	$z_3=S_5-A_5=118,5\pm 0,1-$ $-117,5_{-0,2}=1^{+0,3}_{-0,1}$
5	$S_4=A_1=165_{-0,3}$ $z_5=1$	$S_3=S_4+z_5=165+1=166$	0,2	$S_3=166\pm 0,1$	$z_5=S_3-S_4=166\pm 0,1-165_{-0,3}=$ $=1^{+0,4}_{-0,1}$
6	$S_3=166\pm 0,1$ $z_6=3,5$	$S_1=S_3+z_6=166+3,5=$ $=169,5$	1,0	$S_1=169,5\pm 0,5$	$z_6=S_1-S_3=169,5\pm 0,5-$ $-166\pm 0,1=3,5\pm 0,6$
7	$S_2=118,5\pm 0,1$ $z_1=4,5\pm 1,5$ $z_2=3,0$	$3_2=S_2+z_1-z_2=118,5+$ $+4,5-3,0=120$	1,0	$3_2=120\pm 0,5$	$z_1=S_2+z_1-3_2=118,5\pm 0,1+$ $+4,5\pm 1,5-120\pm 0,5=3\pm 2,1$
8	$S_1=169,5\pm 0,5$ $z_1=4,5$	$3_1=S_1+z_1=$ $=169,5+4,5=174$	2,0	$3_1=174\pm 0,1$	$z_1=3_1-S_1=174\pm 0,1-$ $-169,5\pm 0,5=4,5\pm 1,5$

КНУ.КБР.131.24.1-18.02.АСПД

Арк.

2.13 Вибір міжопераційних розмірів і припусків на обробку

На основі таблиці 2.16 зроблених вище розрахунків заповнюємо таблицю 3.17 на всі поверхні деталі [23].

Таблиця 2.17 – Міжопераційні розміри з допусками

Поверхня	Найменування переходу	Шорсткість Ra	Точність IT	Допуск T	Припуск t	Міжопераційний розмір з допуском
1	2	3	4	5	6	7
L=165 ^{-0,5}	Заготовка	50	14	2,0	14	180±4
	Чорнове точіння	12,5	12	1,0	3,5	176,5 ⁺³ ₋₁
	Напівчистове точіння	6,3	9	1,0	2	174,5±5
Ø190 ^{-0,16} _{-0,65}	Заготовка	50	14	4,0	13	Ø203 ⁺⁵ ₋₃
	Чорнове точіння	12,5	12	0,5	4,5	Ø197,5±0,4
	Напівчистове точіння	6,3	11	0,4	3,5	Ø193,5±0,3
	Чистове точіння	3,2	9	0,3	0,5	Ø190 ^{-0,16} _{-0,65}
L=165 ^{-0,5}	Заготовка	50	14	1,0	13	174,5±5
	Чорнове точіння	12,5	12	0,5	4,5	169,5±3
	Напівчистове точіння	6,3	9	0,2	3,5	165 ^{-0,5}
Ø256 ^{-0,09}	Заготовка	50	14	4,0	3,5	Ø269 ⁺⁵ ₋₃
	Чорнове точіння	12,5	11	0,5	3	Ø260 ⁺³ ₋₁
	Напівчистове точіння	6,3	8	0,09	1	Ø256 ^{-0,09}
L=117,5	Заготовка	50	14	2,0	15	L=132,5±4
	Чорнове точіння	12,5	12	0,2	4,5	L=125,5±3
	Напівчистове точіння	6,3	9	0,2	3	L=117,5 _{-0,2}
32±0,52	Чорнове точіння	12,5	12	0,2	2,5	38±0,9
	Точіння напівчистове	6,3	9	0,1	1	32±0,52

					КНУ.КБР.131.24.1-18.02.АСПД		Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			

2.13 Розрахунок і вибір режимів різання, нормування технологічних операцій

Проводимо розрахунок режимів різання [26, 27, 28, 30, 7] на токарну операцію чорнової обробки поверхні розмірами $\varnothing 190_{-0,65}^{-0,16}$ та $\varnothing 256^{-0,09}$.

Верстат на якому буде проводитися токарна операція – 16К20Ф3, різець для даного виду обробки – різець Різець PCLNR 2525 M12 Пластина CNMG120408-M3 TP2000 (фірма SECO).

Глибина різання при чорновому точінні: $t = 3$ мм.

Подача: $S = 0,5$ мм/об

Швидкість різання визначається за формулою:

$$V = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \cdot k_v \quad (2.19)$$

де $C_v = 350$; $x = 0,15$; $y = 0,35$; $m = 0,20$; $T = 60$ хв. – стійкість інструменту.

k_v – поправочний коефіцієнт, який визначається за формулою:

$$k_v = k_{mv} \cdot k_{nv} \cdot k_{uv} \quad (2.20)$$

де $k_{mv} = 1$ – коефіцієнт, який враховує якість оброблюваного матеріалу;

$k_{nv} = 0,8$ – коефіцієнт, який відображає стан поверхні заготовки;

$k_{uv} = 1,15$ – коефіцієнт, який враховує якість матеріалу інструменту.

Звідки:

$$k_v = 1 \cdot 0,8 \cdot 1,15 = 0,92$$

$$V = \frac{340}{60^{0,20} \cdot 3^{0,15} \cdot 0,5^{0,35}} \cdot 0,92 = 151,84 \text{ м/хв}$$

Швидкість обертання шпинделя визначаємо за формулою:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} \quad (2.21)$$

де D – діаметр обробки.

$$n_1 = \frac{1000 \cdot 151,84}{3,14 \cdot 203} = 238 \text{ об/хв}$$

$$n_1 = \frac{1000 \cdot 151,84}{3,14 \cdot 269} = 179 \text{ об/хв}$$

За паспортом верстата $n_0 = 250$ об/хв

Дійсна швидкість різання визначається за формулою:

					КНУ.КБР.131.24.1-18.02.АСПД	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$V_{\delta} = \frac{\pi \cdot D \cdot n_{\delta}}{1000} \quad (2.22)$$

$$V_1 = \frac{3,14 \cdot 203 \cdot 250}{1000} = 159,3 \text{ м/хв}$$

$$V_2 = \frac{3,14 \cdot 256 \cdot 250}{1000} = 200,9 \text{ м/хв}$$

Силу різання визначають за формулою:

$$P_z = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot k_p \quad (2.23)$$

де k_p – поправочний коефіцієнт, який залежить від оброблюваного матеріалу та геометричних параметрів ріжучої частини різця.

$$k_p = k_{mp} \cdot k_{\varphi p} \cdot k_{\gamma p} \cdot k_{\lambda p} \cdot k_{\varepsilon p} \quad (2.24)$$

$$C_p = 300; \quad x = 1,0; \quad y = 0,75; \quad n = -0,15;$$

$$k_{mp} = 0,87; \quad k_{\varphi p} = 0,89; \quad k_{\gamma p} = 1,0; \quad k_{\lambda p} = 1,0; \quad k_{\varepsilon p} = 1,0.$$

$$k_p = 0,87 \cdot 0,89 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 0,77.$$

$$P_1 = 10 \cdot 300 \cdot 3^{1,0} \cdot 0,6^{0,75} \cdot 159,3^{-0,15} \cdot 0,77 = 9896 \text{ Н} \approx 9,8 \text{ кН}$$

$$P_2 = 10 \cdot 300 \cdot 3^{1,0} \cdot 0,6^{0,75} \cdot 200,9^{-0,15} \cdot 0,77 = 10414 \text{ Н} \approx 10,4 \text{ кН}$$

Потужність різання визначається за формулою:

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} \quad (2.25)$$

$$N_1 = \frac{2552 \cdot 159,3}{1020 \cdot 60} = 6,6 \text{ кВт}$$

$$N_2 = \frac{2552 \cdot 200,9}{1020 \cdot 60} = 8,3 \text{ кВт}$$

Паспортна потужність верстата дорівнює $N_n = 10 \text{ кВт}$. Проведемо розрахунок повздовжнього точіння торцевої поверхні $\varnothing 220_{-0,09}$ Різець PCLNR 2525 M12 Пластина CNMG120408-M3 TP2000 (фірма SECO).

Глибина різання при чорновому точінні: $t = 3 \text{ мм}$.

Подача: $S = 0,4 \text{ мм/об}$

Швидкість різання визначається за формулою:

					КНУ.КБР.131.24.1-18.02.АСПД	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$V = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \cdot k_v \quad (2.26)$$

де $C_v = 350$; $x = 0,15$; $y = 0,35$; $m = 0,20$; $T = 60 \text{ хв.}$ – стійкість інструменту.

k_v – поправочний коефіцієнт, який визначається за формулою:

$$k_v = k_{mv} \cdot k_{nv} \cdot k_{uv} \quad (2.27)$$

де $k_{mv} = 1$ – коефіцієнт, який враховує якість оброблюваного матеріалу;

$k_{nv} = 0,8$ – коефіцієнт, який відображає стан поверхні заготовки;

$k_{uv} = 1,15$ – коефіцієнт, який враховує якість матеріалу інструменту.

Звідки:

$$k_v = 1 \cdot 0,8 \cdot 1,15 = 0,92$$

$$V = \frac{350}{60^{0,20} \cdot 3^{0,15} \cdot 0,4^{0,35}} \cdot 0,92 = 169,47 \text{ м/хв}$$

Швидкість обертання шпинделя визначаємо за формулою:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} \quad (2.28)$$

$$n = \frac{1000 \cdot 169,47}{3,14 \cdot 180} = 299,94 \text{ м/хв}$$

За паспортом верстата $n_\delta = 250 \text{ об/хв}$

Дійсна швидкість різання визначається за формулою:

$$V_\delta = \frac{\pi \cdot D \cdot n_\delta}{1000} \quad (2.29)$$

$$V_1 = \frac{3,14 \cdot 269 \cdot 250}{1000} = 211,16 \text{ м/хв}$$

Потужність різання визначається за формулою:

$$N = \frac{P \cdot V}{1020 \cdot 60} \quad (2.30)$$

Силу різання визначають за формулою:

$$P_z = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot k_p \quad (2.31)$$

де k_p – поправочний коефіцієнт, який залежить від оброблюваного матеріалу та геометричних параметрів ріжучої частини різця.

					КНУ.КБР.131.24.1-18.02.АСПД	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$k_p = k_{mp} \cdot k_{\varphi p} \cdot k_{\gamma p} \cdot k_{\lambda p} \cdot k_{z p} \quad (2.32)$$

де $k_{mv} = 1$ – коефіцієнт, який враховує якість оброблюваного матеріалу;
 $k_{nv} = 0,8$ – коефіцієнт, який відображає стан поверхні заготовки;
 $k_{uv} = 1,15$ – коефіцієнт, який враховує якість матеріалу інструменту.

Звідки:

$$k_v = 1 \cdot 0,8 \cdot 1,15 = 0,92$$

$$P_z = 10 \cdot 300 \cdot 3^{1,0} \cdot 0,4^{0,75} \cdot 211 \cdot 16^{-0,15} \cdot 0,92 = 9240,4 \text{ Н} \approx 9,2 \text{ кН}$$

Звідки:

$$N = \frac{9,2 \cdot 211,16}{1020 \cdot 60} = \frac{1951118}{61200} = 31,8 \text{ кВт}$$

На останні операції розрахунок виконуємо на основі довідково-нормативних даних та зводимо їх у вигляді таблиці 3.19 [20, 22, 30, 31].

Технічно обґрунтована норма часу – це час, який встановлюється для виконання даної операції при певних організаційно-технічних умовах та служить основою для оплати праці та калькуляції собівартості виробу.

При встановленні норми часу необхідно враховувати, що:

- робота виконується робочим відповідної кваліфікації;
- застосовуються найбільш ефективні ріжучі інструменти та пристосування;
- установлені оптимальні режими різання та припуски на обробку;
- до норми часу не включають ручні роботи, які виконуються під час роботи верстата.

Норма штучного часу при виконанні верстатних робіт визначається [22, 7, 26] за формулою:

$$T_{шт.} = T_o + T_{доп.} + T_{від.} + T_{обсл.} \quad (2.33)$$

Оперативний час знаходимо за формулою:

$$T_{оп.} = T_o + T_{доп.} \quad (2.34)$$

допоміжний час включає в себе час на установлення та зняття деталі, час, який пов'язаний з переходом, який витрачається на контрольні проміри деталі, зняття стружки, керування верстатом.

Основний час на операцію визначаємо за формулою:

$$T_o = \frac{L \cdot i}{S} = \frac{L \cdot i}{S \cdot n} \quad (2.35)$$

де L – довжина обробки, мм; i – кількість переходів; S – подача інструменту на обробку мм/об; n – швидкість обертання деталі об/хв.

Останній час визначаємо за довідниково-нормативними даними.

					КНУ.КБР.131.24.1-18.02.АСПД	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Штучно-калькуляційний час в умовах середньосерійного виробництва визначаємо за формулою:

$$T_{шт.к.} = T_{шт.} + \frac{T_{нз.}}{n} \quad (2.36)$$

де n – кількість виробів зібраних за зміну, в нашому випадку $n=10$ шт., $T_{нз.}$ – залежить від типу обладнання, кількості інструментів в налагодженні.

$$n = \frac{N}{S_n} \quad (2.37)$$

N – річна програма випуску деталей, $N=5000$ шт.; $S_n = 12$ – число запусків в рік при умовах середньосерійного виробництва.

$$n = \frac{1000}{12} = 84_{шт.}$$

Розрахуємо норми часу на токарну операцію [22, 26, 7] .

Операція 005

Установ А. Підрізати торець 1

Довжина обробки дорівнює:

$$L = l + l_{вр.} + l_n \quad (2.38)$$

$$\frac{D}{2} = \frac{203}{2} = 101,5_{мм}$$

$$l_{вр.} = 2_{мм}; l_n = 3_{мм}.$$

$$L = 101,5 + 2 + 3 = 106,5_{мм}$$

$i=3$, тобто припуск 6,5 мм знімається за три проходи.

Основний час:

$$T_o = \frac{101,5 \cdot 3}{315 \cdot 0,4} = 2,41_{хв.}$$

Точити поверхню 2

$$L = 47,5 + 2 + 3 = 52,5_{мм}$$

$$T_o = \frac{52,5}{250 \cdot 0,6} = 0,7_{хв.}$$

Підрізати торець 19

$$l_{різ.} = \frac{269 - 191}{2} = 39_{мм}$$

$$L = 39 + 3 = 42_{мм}$$

$$T_o = \frac{42}{630 \cdot 0,4} = 0,2_{хв}$$

Установ Б.

					КНУ.КБР.131.24.1-18.02.АСПД	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Підрізати торець 20

$$L = 134,5 + 2 + 3 = 139,5 \text{ мм}$$

$$T_o = \frac{139,5}{250 \cdot 0,4} = 1,39 \text{ хв.}$$

Точити поверхню 11

$$L = 118,5 + 2 + 3 = 122,5 \text{ мм}$$

$$T_o = \frac{122,5}{250 \cdot 0,4} = 1,22 \text{ хв}$$

Основний час на операцію дорівнює:

$$T_o = 2,41 + 0,7 + 0,2 + 1,39 + 1,22 = 5,92 \text{ хв}$$

Допоміжний час:

1) Час на установку та зняття деталі – патрон самоцентрувальний
 $0,12 \times 2 = 0,24$ хв.

2) Допоміжний час пов'язаний переходом:

- ввімкнути-вимкнути верстат $0,02 \times 2 = 0,04$ хв.
- підведення-відведення різця $0,025 \times 4 = 0,1$ хв.
- повернути різцеву голівку на наступну позицію $0,04 \times 4 = 0,16$ хв.
- переміщення каретки супорту $0,4 \times 4 = 0,16$ хв.
- вимірювання деталі $0,13 + (0,13 + 0,16 + 0,16) \times 2 = 1,03$ хв.

Допоміжний час дорівнює:

$$T_{дон.} = 0,24 + 0,04 + 0,1 + 0,16 + 0,16 + 1,03 = 1,73 \text{ хв}$$

Оперативний час дорівнює:

$$T_{оп.} = T_o + T_{дон.} = 5,92 + 1,73 = 7,65 \text{ хв} \quad (2.39)$$

Час на обслуговування робочого місця та перерв на відпочинок:

$$T_{обсл.} + T_{відп.} = \frac{T_{оп.} \cdot 7\%}{100\%} = 0,36 \text{ хв} \quad (2.40)$$

Штучний час визначається за формулою:

$$T_{шт.} = T_{оп.} + (T_{обсл.} + T_{відп.}) \quad (2.41)$$

$$T_{шт.} = 7,65 + 0,36 = 8,01 \text{ хв}$$

$$T_{нз.} = 18 \text{ хв}$$

$$T_{шт.к.} = \frac{18}{84} + 8,01 = 8,22 \text{ хв}$$

					КНУ.КБР.131.24.1-18.02.АСПД	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3 МОДЕЛЮВАННЯ ТА ПРОГРАМУВАННЯ ОПЕРАЦІЙ МЕХАНІЧНОЇ ОБРОБКИ

Тема. Розробка свердлильної операції з ЧПК за допомогою автоматизованого програмування у програмному модулі Delcam Power Mill

Мета. Визначити траєкторію руху інструментів та розрахувати координати опорних точок. Створити візуалізацію траєкторії.

Вихідні дані

Деталь «Втулка», матеріал сталь 40Х ДСТУ 7806:2015. Заготовка заздалегідь оброблена на токарному верстаті. Закріплення заготовки – за допомогою трьохкулачкового патрону

1. Операція: Багатоцільова з ЧПК
2. Багатоцільвий верстат моделі 21105Н7Ф4
3. Зміст операції
3. Установа
 - 1) Свердлити отвір 1
 - 2) Зенкерувати пов. 2
 - 3) Нарізати різьбу 3

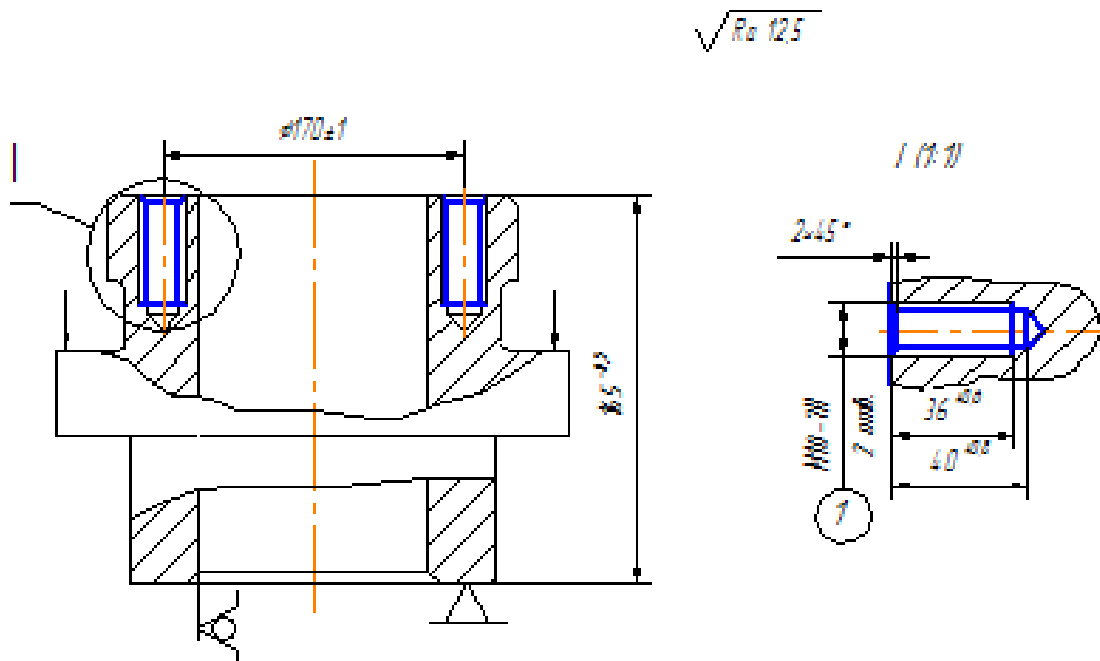


Рисунок 3.1 – Ескіз операції

КНУ.КБР.131.24.1-18.03.МПСО

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
					МОДЕЛЮВАННЯ ТА ПРОГРАМУВАННЯ ОПЕРАЦІЙ МЕХАНІЧНОЇ ОБРОБКИ		
Розроб.		Хмельницький			Літ.	Арк.	Аркуші
Перевір.		Цивінда				4.1	5
Реценз.					Кафедра ТМ, гр ПМ20		
Н. Контр.		Рязанцев					
Затверд.		Нечаса					

4 Вибір інструментів

Свердло SD203-6,8-10-14-R1 (фірма SECO); Зенківка Т30К4

2353-0134 ДСТУ ГОСТ 14953-80; Мітчик 2612-1615 ДСТУГОСТ 3266-80

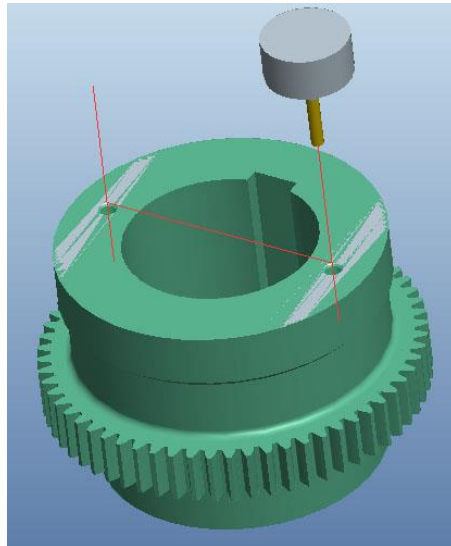


Рисунок 3.2 – Траекторія руху при свердленні в 3D

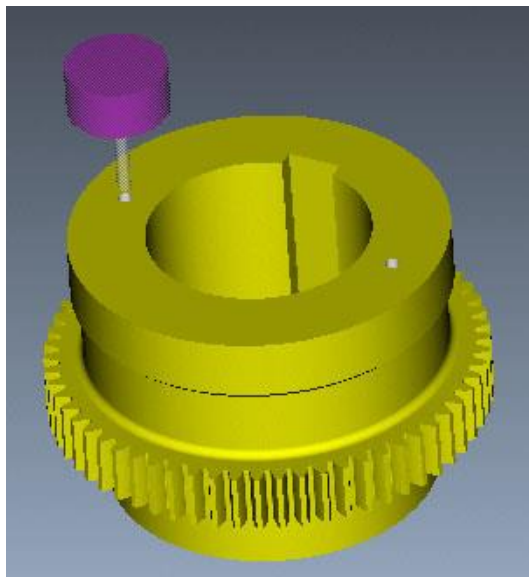


Рисунок 3.3- Твердотільна симуляція

					КНУ.КБР.131.24.1-18.03.МПСО	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

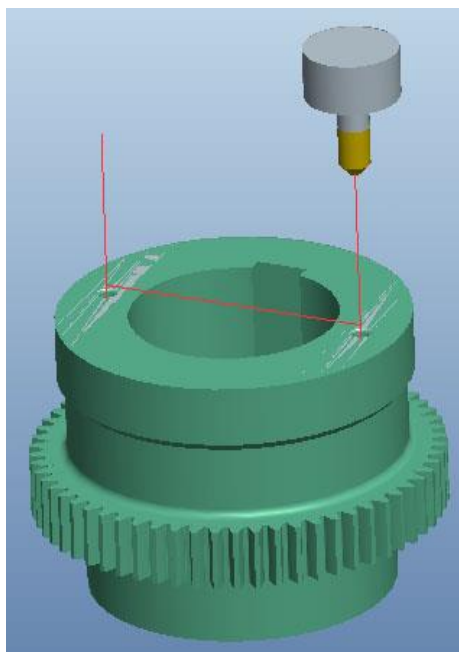


Рисунок 3.4-Траекторія руху при зенкуванні фасок

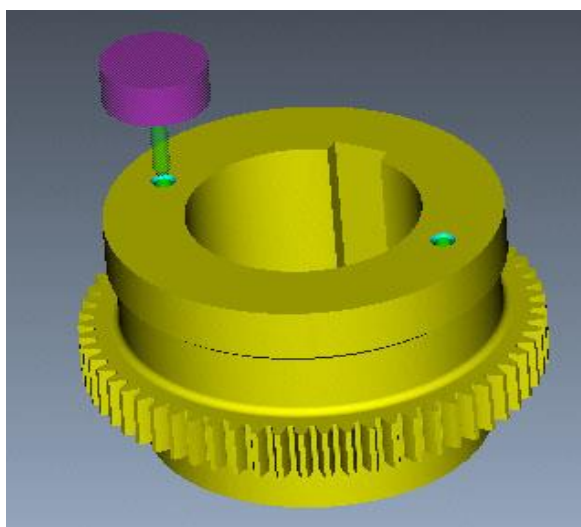


Рисунок 3.5-Твердотільна симуляція

					КНУ.КБР.131.24.1-18.03.МПСО	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

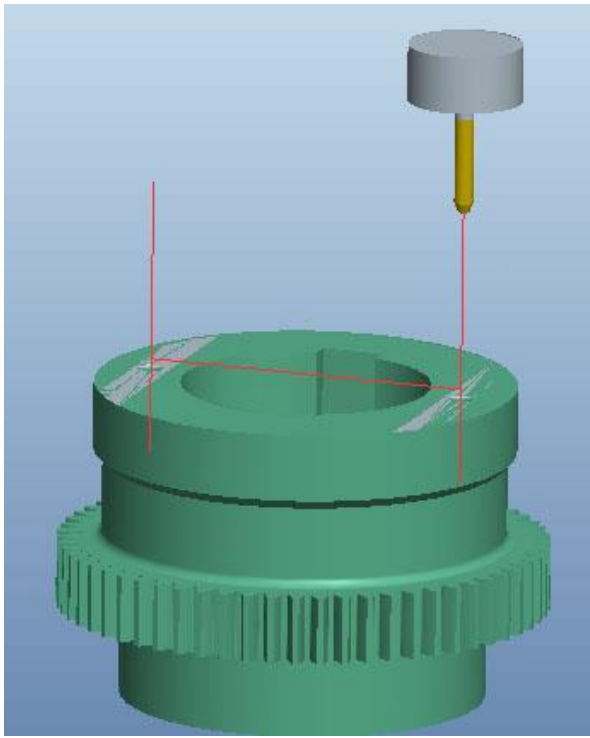


Рисунок 3.6- Траекторія руху при нарізанні різьби

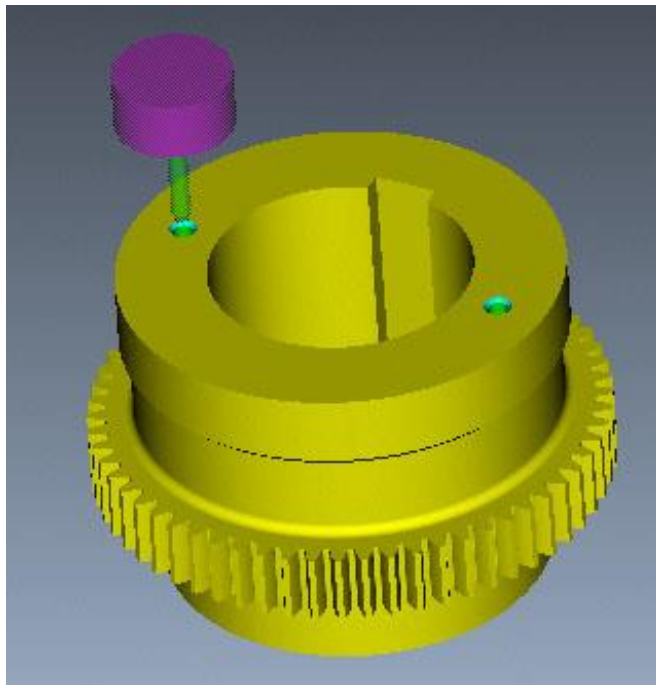


Рисунок 3.7-Твердотільна симуляція

					КНУ.КБР.131.24.1-18.03.МПСО	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Керуюча програма отримана в
результаті роботи

%

O0001(втулка)

(6-15-2017 13:37:17)

N25 G00 G20 G17 G40 G49 G80

G94

N30 G91 G28 Z0

N35 (SPOTDRILLOTVERSTIE2)

N40 T1 M6

N45 G00 G54 G90 X-2.3867 Y1.378

S783 M03

N50 G43 H1 Z0.9843 M08

N55 G81 G98 Z-0.4147 R0.0394 F5.4

N60 G80

N65 Y-1.378

N70 G81 G98 Z-0.4147 R0.0394 F5.4

N75 G80

N80 X0. Y2.7559

N85 G81 G98 Z-0.4147 R0.0394 F5.4

N90 G80

N95 Y-2.7559

N100 G81 G98 Z-0.4147 R0.0394

F5.4

N105 G80

N110 X2.3867 Y1.378

N115 G81 G98 Z-0.4147 R0.0394

F5.4

N120 G80

N125 Y-1.378

N175 G00 G54 X-2.3867 Y1.378

S772 M03

N180 G43 H2 Z0.9843 M08

N185 G83 G98 Z-0.9756 R0.0394

Q0.3642 F5.4

N190 G80

N195 Y-1.378

N200 G83 G98 Z-0.9756 R0.0394

Q0.3642 F5.4

N205 G80

N210 X0. Y2.7559

N215 G83 G98 Z-0.9756 R0.0394

Q0.3642 F5.4

N220 G80

N225 Y-2.7559

N230 G83 G98 Z-0.9756 R0.0394

Q0.3642 F5.4

N235 G80

N240 X2.3867 Y1.378

N245 G83 G98 Z-0.9756 R0.0394

Q0.3642 F5.4

N250 G80

N255 Y-1.378

N260 G83 G98 Z-0.9756 R0.0394

Q0.3642 F5.4

N265 G80

N270 M5

N275 G91 G28 Z0 M09

N280 G49 G90 X0. Y0.

N285 M01

					КНУ.КБР.131.24.1-18.03.МПСО	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4 КОНСТРУКТОРСЬКА ПІДГОТОВКА ВИРОБНИЦТВА

4.1 Проектування спеціального верстатного пристрою

Проектування спеціального пристрою починаємо з розробки технічного завдання. Технічне завдання розробляємо на одну з механічних операцій, а саме:
- свердління 2 отв. під різьбу М10–7Н.

По-перше розроблюємо схему механічної обробки деталі, на якому зобразимо наступне:

- 1) деталь, в тому виді, в якому вона буде розташовуватися на верстаті (в даному випадку у вертикальному);
- 2) покажемо умовну схему базування відповідно до існуючих стандартів;
- 3) умовно показуємо місце докладання зусиль затиску;
- 4) покажемо теоретичну схему базування та зобразимо її на рисунку 4.1;
- 5) на оброблюваній поверхні наносимо розміри з вимогами до точності та шорсткості. Ескіз умовної схеми базування зобразимо на рисунку 4.2.

По-друге вибираємо режим різання на дану механічну операцію, тобто на свердління та зенкерування поверхонь вказаних на рисунку 4.2.

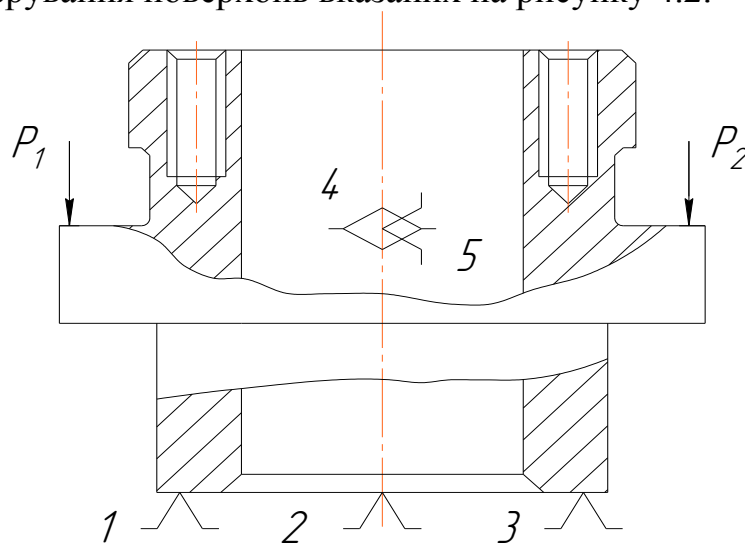


Рисунок 4.1 – Теоретична схема базування деталі «Втулка»

На рисунку 4.1 показана теоретична схема базування на якій, установчою базою являються опорні точки 1, 2, 3. Внутрішня циліндрична поверхня являється подвійною опорною базою – опорні точки 4, 5. Бічна площина заготовки являється опорною базою – це опорна точка 6. А для закріплення застосовуємо одночасно сили P_1 та P_2 , які направлені по нормалі перпендикулярно до установчої бази.

КНУ.КБР.131.24.1-18.04.КРВ

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Хмельницький			КОНСТРУКТОРСЬКА ПІДГОТОВКА ВИРОБНИЦТВА	Літ.	Арк.	Аркушів
Перевір.		Цивінда						
Реценз.							4.1	5
Н. Контр.		Рязанцев				Кафедра ТМ, гр ПМ20		
Затверд.		Нечаса						

Швидкість різання. Швидкість різання визначається за формулою:

$$V = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot S^y} \cdot k_v \quad (4.2)$$

Значення та показників степні приведені у таблиці 28 .

де $C_v = 9,8$; $q = 0,4$; $y = 0,50$; $m = 0,20$; $T = 15 \text{ хв.}$ – період стійкості інструменту таблиця 30 , k_v – поправочний коефіцієнт, який визначається за формулою:

$$k_v = k_{mv} \cdot k_{uv} \cdot k_{lv} \quad (4.3)$$

де $k_{mv} = 3,4$ – коефіцієнт, який враховує якість оброблюваного матеріалу; $k_{uv} = 0,65$ – коефіцієнт на інструментальний матеріал; $k_{lv} = 1$ – коефіцієнт, який враховує глибину свердлення.

Звідки:

$$k_v = 3,4 \cdot 0,65 \cdot 1 = 2,21$$

$$V = \frac{9,8 \cdot 8,5^{0,4}}{15^{0,20} \cdot 0,41^{0,50}} \cdot 2,21 = 8,6 \text{ м / хв.}$$

Обертний момент та осьову силу визначають за формулами:

$$P_o = 10 \cdot C_p \cdot D^q \cdot S^y \cdot k_p, \quad (4.4)$$

$$M_{kp} = 10 \cdot C_M \cdot D^q \cdot S^y \cdot k_p. \quad (4.5)$$

Значення та показників степні приведені у таблиці 28 . Коефіцієнт, який враховує фактичні умови обробки, в даному випадку залежить тільки від матеріалу оброблюваної заготовки та визначається виразом:

$$k_p = k_{mp}$$

$$k_p = 0,29$$

$$C_M = 0,034; \quad q = 2,0; \quad y = 0,8;$$

$$C_p = 68; \quad q = 1,0; \quad y = 0,7.$$

Звідки маємо:

					КНУ.КБР.131.24.1-18.04.КПВ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$M_{кр} = 10 \cdot 0,034 \cdot 8,5^{2,0} \cdot 0,17^{0,8} \cdot 0,29 = 1,7 H \cdot m$$

$$P_o = 10 \cdot 68 \cdot 8,5^{1,0} \cdot 0,17^{0,7} \cdot 0,29 = 1,02 H$$

Потужність різання визначається за формулою:

$$N_e = \frac{M_{оберт} \cdot n}{9750} \quad (4.6)$$

де n – частота обертання інструменту або заготовки:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} \quad (4.7)$$

$$n = \frac{1000 \cdot 42,46}{3,14 \cdot 8,5} = \frac{42460}{26,69} = 1,6 kBm$$

Вибираємо за існуючими стандартами конструкцію установчих елементів. Для проектування заданого пристрою використовуємо наступні установчі елементи:

1. Опорна пластина серія 3, тип 2 190×210 мм.
2. Прихвати , тип 1 серія 3, (L×B) 100×45 мм

Розрахунок похибки базування

Згідно аналізу схеми базування деталі, виконуємо розрахунок дійсного значення похибки базування. Похибка базування в даному випадку буде обумовлена максимальним зазором між установчими елементами і базовою поверхнею деталі і буде визначатися таким чином:

$$\delta_s = S_{\max} \quad (4.8)$$

де S_{\max} – максимальний зазор при посадці $\varnothing 130 \frac{H7}{h6}$;

$$S_{\max} = ES - ei \quad (4.9)$$

Згідно з таблиць [2] визначаємо граничні відхилення:

ES= +0,040 мм;

ei= -0,025 мм.

Тоді маємо наступне:

$$\delta_s = 0,040 - (-0,025) = 0,065 \text{ мм.}$$

Похибка базування дорівнює 0,065 мм.

					КНУ.КБР.131.24.1-18.04.КПВ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Розробка схеми закріплення

На підставі засобу базування деталі та розміщення установчих елементів, визначаємо місце накладання сил затиску деталі та здійснюємо розрахунок її величини.

Виконуємо схему прикладення сил затиску:

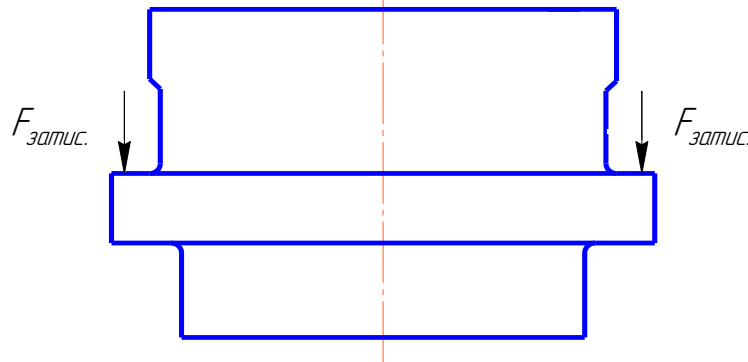


Рисунок 4.3 – Схема прикладання сил закріплення

Згідно рішення задачі статки на рівновагу тіла під дією всіх прикладених до нього сил і моментів, визначаємо величину сили затиску деталі в залежності від сил різання, моментів, сил тертя та інших.

Складемо рівняння рівноваги:

$$\sum M_{pi} = 0 \quad (4.10)$$

де T – сила тертя, Н; f – коефіцієнт тертя; Q – сила прикладання сил затиску; $k=1,5$ – коефіцієнт уточнення; $M_{кр}$ – обертовий момент на інструменті

$$k \cdot M_{кр} = Q_1 \cdot f \cdot l_1 + Q_2 \cdot f \cdot l_2 + (Q_1 + Q_2) \cdot f \cdot l_3 \quad (4.11)$$

$$Q_1 = Q_2$$

$$k \cdot M_{кр} = Q \cdot f \cdot (l_1 + l_2 + l_3)$$

$$\frac{k \cdot M_{кр}}{f \cdot (25 + 195 + 85)} = Q; \quad (4.12)$$

де T – сила тертя $k=1,5$ – коефіцієнт уточнення

					КНУ.КБР.131.24.1-18.04.КПВ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

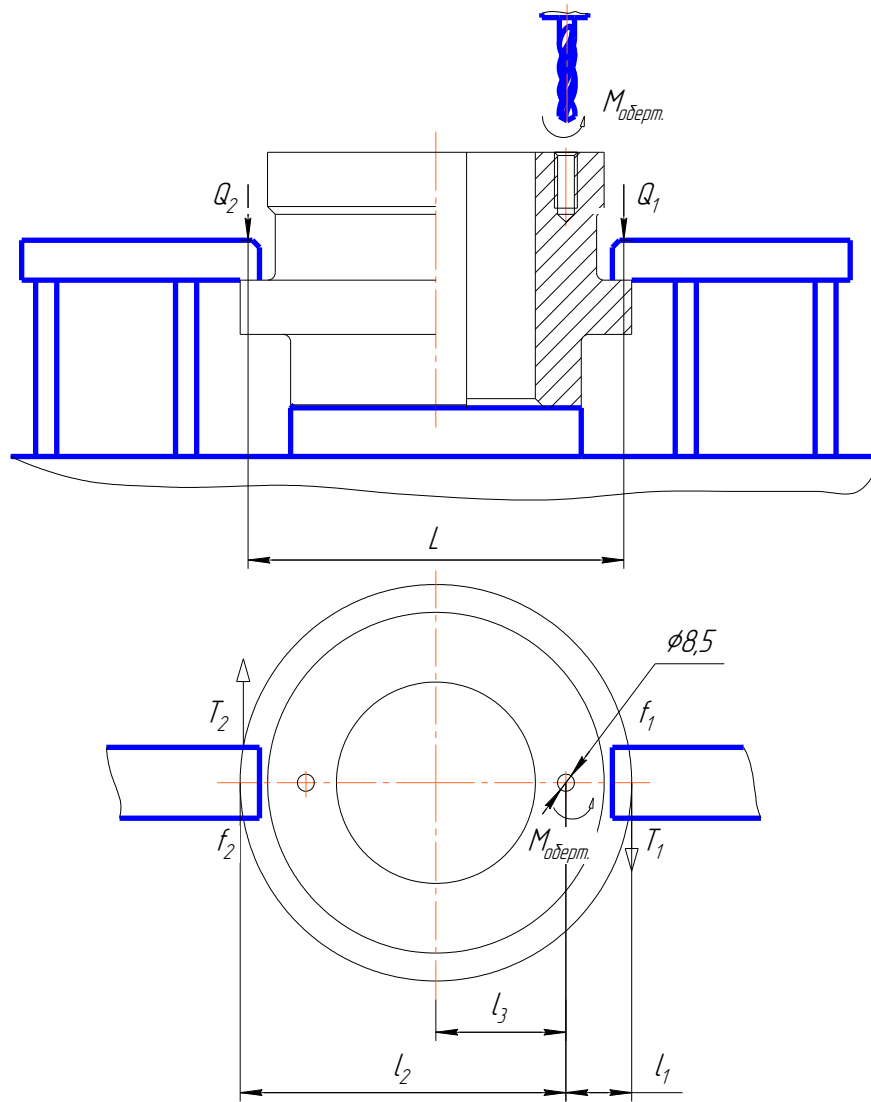


Рисунок 4.4 – Схема прикладення сил та моментів при різанні

$M_{кр}$ – обертовий момент на інструменті:

$$M_{кр} = \frac{P_z \cdot D}{2} \quad (4.13)$$

де P_z – складова сили різання при свердлінні ($P_z = 6,7 \text{ Н}$)

D – діаметр свердла, мм;

$$M_{кр} = \frac{6,7 \cdot 8,5}{2} = 28,47 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

f – коефіцієнт тертя ($f=0,5$)

$$Q = \frac{1,5 \cdot 28,47}{0,5 \cdot (25 + 195 + 85)} = 280 \text{ Н}.$$

$$Q = 280 \text{ Н}.$$

Сила затискання деталі дорівнює 280 Н.

					КНУ.КБР.131.24.1-18.04.КПВ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Вибір або проектування конструкції затискного механізму

Зробимо ескіз затискного механізму

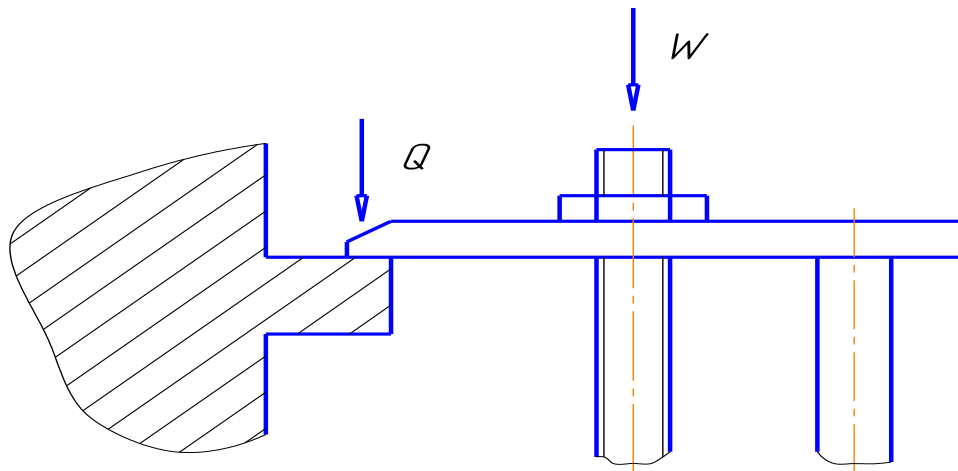


Рисунок 4.5 – Схема затискного механізму

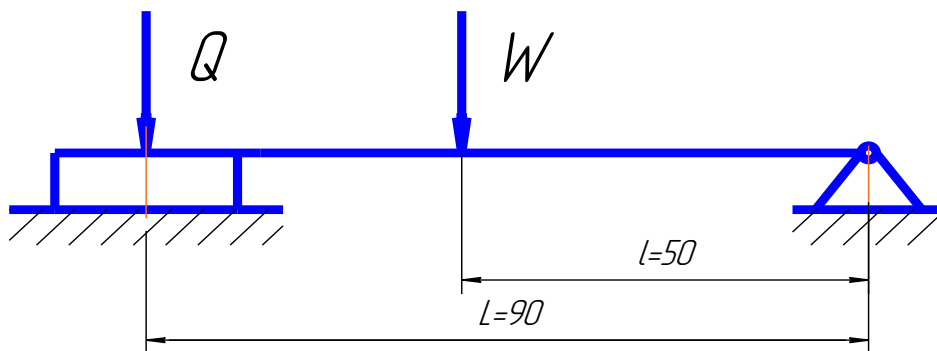


Рисунок 4.6 – Силова схема затискного механізму

Визначимо силу затискання за формулою:

$$W = \frac{Q \cdot (l_1 + l_2)}{l_2} = \frac{Q \cdot L}{l}; \quad (4.14)$$

$$W = \frac{270 \cdot 90}{50} = 486H.$$

За цим значенням вибираємо конструктивні розміри затискних механізмів за методичними вказівками. Це стандартні прихвати для третьої серії тип 1.

Виконуємо ескіз компоновки пристрою з вказівкою габаритних, приєднувальних та основних посадочних розмірів. На ескізі представлена базова плита, на якій розміщена деталь з базовими установчими елементами та елементами затиску [36].

					КНУ.КБР.131.24.1-18.04.КПВ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

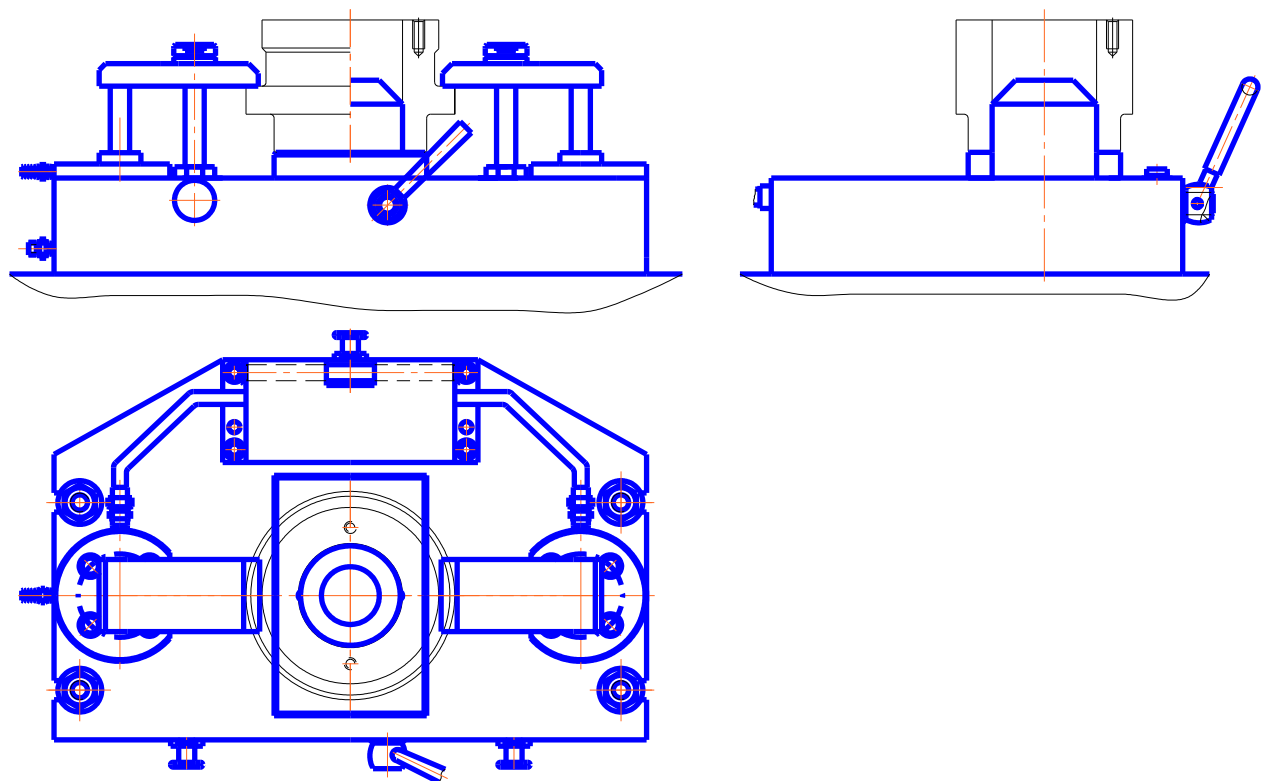


Рисунок 4.7 – Компоновка спеціального верстатного пристрою

Вибір засобів встановлення і визначення похибки розташування пристрою на верстаті

Даний пристрій на верстаті, а саме на його столі, встановлюється в Т-образні пази за допомогою шпонок, які встановлюються в посадочні поверхні базової плити пристрою і закріплюються там за допомогою гвинтів або болтів. При такому способі закріплення та встановлення пристрою в багатьох випадках має місце похибка розташування, яка визначається min-max зазором

між посадочними поверхнями пристрою та посадочним місцем верстату за наступною формулою:

$$\delta_{р.п.} = \frac{l_{обр.} \cdot S_{max}}{l_{шп.}} \quad (4.15)$$

де $l_{обр.}$ – довжина оброблюваної заготовки;

S_{max} – максимальний зазор у з'єднанні;

$l_{шп.}$ – відстань між шпонками пристрою.

Посадка по якій здійснюється з'єднання це посадка з зазором $18 \frac{H7}{h6} \left(\begin{matrix} +0.018 \\ -0.011 \end{matrix} \right)$,

тобто $S_{max} = ES - ei$

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					
					КНУ.КБР.131.24.1-18.04.КПВ				

$$S_{\max} = 0.018 - (-0.011) = 0.029 \text{ мм}$$

$$\delta_{p.п.} = \frac{220 \cdot 0.029}{450} = 0.015 \text{ мм}$$

Розрахунок на точність верстатного пристрою

Сумарна похибка пристрою розраховується за наступною формулою:

$$\delta_{\Sigma} = 1,1 \cdot \sqrt{\delta_{\delta}^2 + \delta_{p.п.}^2 + \delta_3^2 + \delta_{n.o.}^2 + \delta_{n.н.}^2 + \delta_{уз}^2}; \quad (4.16)$$

де $\delta_{\delta} = 0,065 \text{ мм}$ – похибки базування, яка розрахована вище;

$\delta_{p.п.} = 0,004 \text{ мм}$ – похибка розташування пристрою;

$\delta_3 = 0,01 \text{ мм}$ – похибка закріплення;

$\delta_{n.o.} = 0,011 \text{ мм}$ – похибка розташування опорних поверхонь пристрою;

$\delta_{n.н.}$ – похибка розташування направляючих елементів пристрою ($\delta_{n.н.} = 0$);

$\delta_{уз}$ – похибки зношення деталей пристрою, прийmemo $\delta_{уз} = 0$.

Тоді маємо наступне:

$$\delta_{\Sigma} = 1,1 \cdot \sqrt{0,065^2 + 0,004^2 + 0,01^2 + 0,011^2} = 0,042 \text{ мм.}$$

Найбільш точніший допуск на розмір дорівнює 0,2 мм. Тому, що сумарна похибка пристрою менше за допуск даного розміру, тобто $0,1 < 0,2$ мм, то даний пристрій забезпечує необхідну точність при обробці деталі.

4.2 Проектування контрольного верстатного пристрою

Розробка технічного завдання

Виконуємо ескіз деталі з вказівкою вимог точності по відхиленню форми або розташування поверхонь.

					КНУ.КБР.131.24.1-18.04.КПВ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

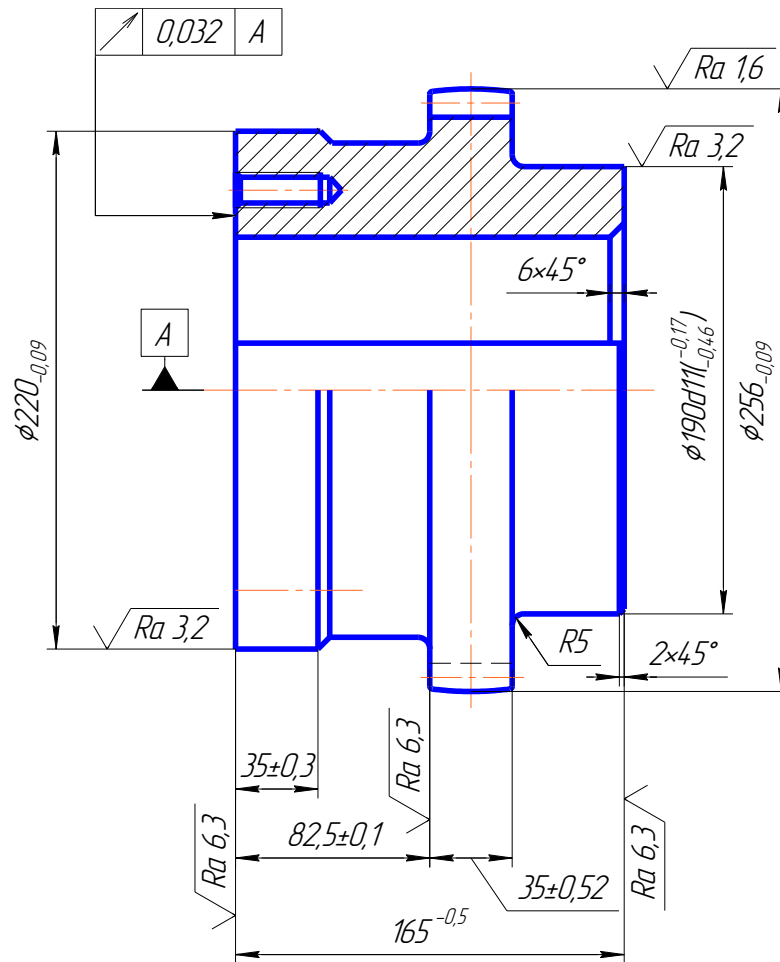


Рисунок 4.8 – Ескіз деталі втулка

На рисунку 4.9 покажемо схему вимог до точності по відхиленню форми або розташування поверхонь деталі.

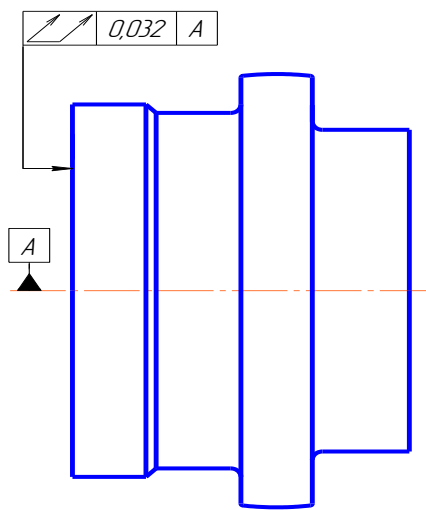


Рисунок 4.9 – Схема вимог до точності по відхиленню форми або розташування поверхонь

					КНУ.КБР.131.24.1-18.04.КПВ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

На рисунках 4.10 зобразимо схеми контролю торцевого биття та не перпендикулярності торцю відносно внутрішньої циліндричної поверхні. В обох випадках деталь базується по внутрішній циліндричній поверхні.

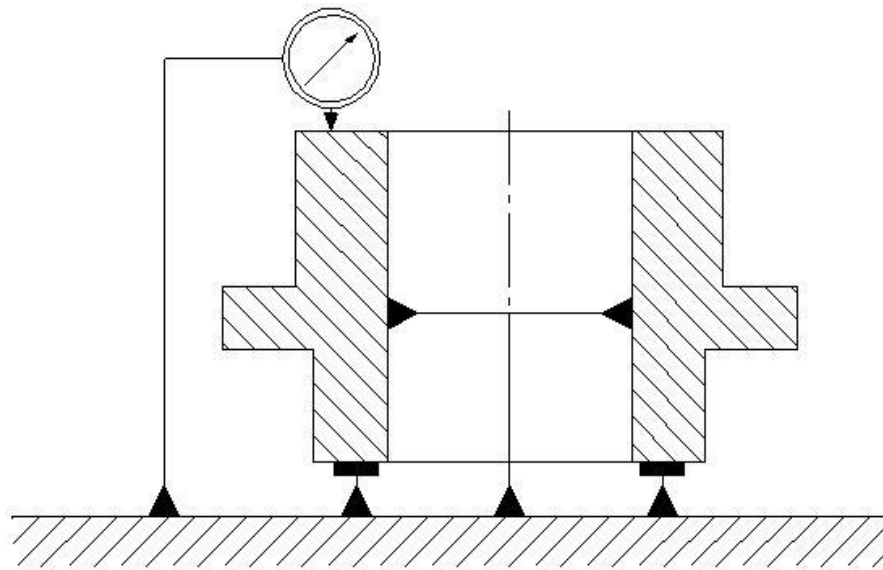


Рисунок 4.10 – Ескіз схеми контролю торцевого биття відносно внутрішньої циліндричної поверхні.

Етапи проектування пристрою

Виконуємо вибір або розробку схеми контролю відносно вимог по точності відхиленню форми та розташуванню поверхонь деталі.

При обробці схеми контролю варто сполучити установчу базу з вимірювальною, так як при невиконанні цих умов виникає похибка базування і виміру. Виконуємо ескіз схеми контролю.

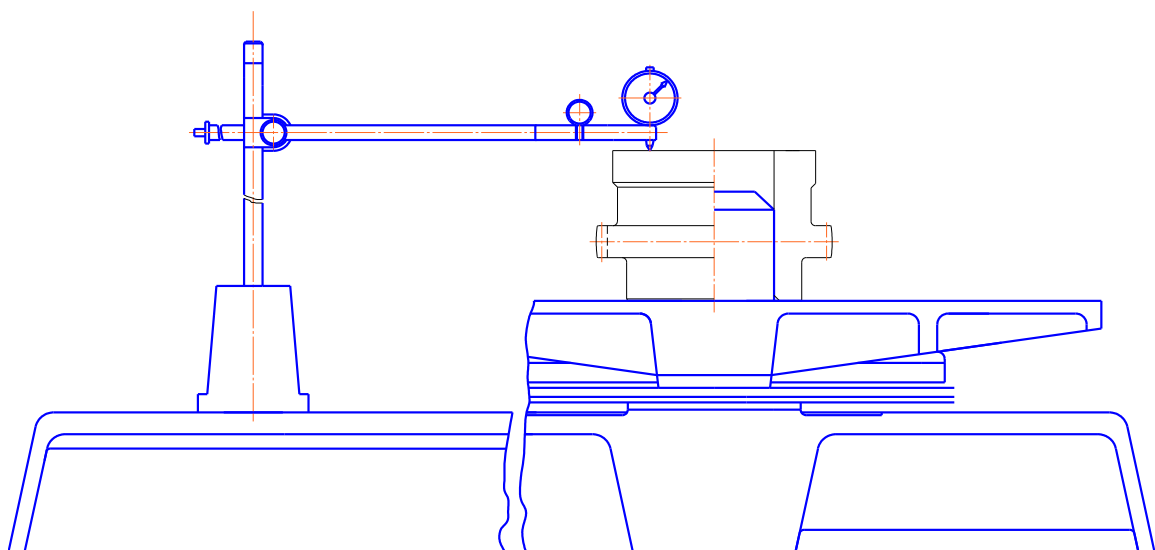


Рисунок 4.11 – Схема контролю

					КНУ.КБР.131.24.1-18.04.КПВ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Розробимо схему базування деталі при виконанні контрольних операцій. Так як потрібно забезпечити суміщення установчої та вимірювальної баз представляємо наступну схему базування, при якій похибка базування дорівнює нулю.

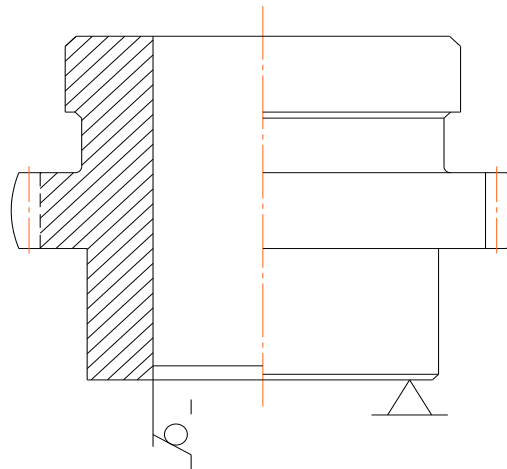


Рисунок 4.12 – Схема базування деталі

Вибір і проектування установчих елементів пристрою

В якості установчого елемента приймаємо циліндричну оправку, яка встановлюється і закріплюється на плиті за допомогою стандартних елементів. Її робоча поверхня виконується з точністю h6.

Вибір контрольного приладу

Вибір вимірювального приладу виконуємо згідно вимог вказаних на кресленні деталі (відхилення форми або розташування поверхні). Вибираємо індикатор на порядок точніше допуску вимірювальної поверхні, так як в нашому випадку допуск 0,032 мм вибираємо індикатор – 1МІГ

ДСТУГОСТ 9695-75, ціна ділення 0,001 мм, похибка індикатору $\varepsilon_{ii} = 0,002 \text{ мм}$.

Загальна компоновка контрольного пристрою

В якості вимірювального приладу обираємо уніфікований прилад з поворотною планшайбою, яке призначене для контролю корпусних деталей великого діаметру [37]. Компоновка приладу показана нижче на рисунку 8.6.

Планшайба 8 (рисунок 4.13) приладу розташована на шпинделі 7 опирається на шарики 10, розміщенні в сепараторі 9. В розточці корпусу 1 розміщена конічна обойма 5 з розрізним вкладишем 6, який затискається гайкою 11 через шайбу 15 та забезпечує точне центрування шпинделя 7. Гайка

					КНУ.КБР.131.24.1-18.04.КПВ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

13 через шайбу та шпильку 14, яка сидить в шпинделі 7, притискає планшайбу 8 через шарики 10 до корпусу 1. Виступаючий над планшайбою 8 кінець шпинделя 7 оснащений посадковим пояском для центрування налагоджень. Положення штанги 3 з індикатором 4 на стойці 2. Положення стійки 2 на корпусі 1 регулюється в широких межах, що дозволяє перевіряти биття різних деталей.

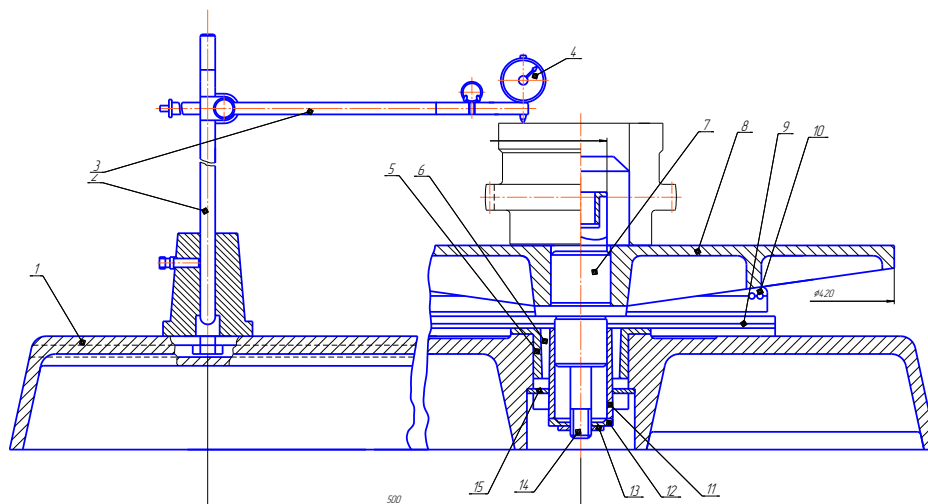


Рисунок 4.13 – Компоновка контрольного пристрою

Розрахунок точності контрольного пристрою

Розрахунок точності контрольного пристрою виконувати в такій послідовності:

1) визначити допустиму похибку контролю.

2) визначити сумарну похибку контролю.

Сумарна похибка контролю визначається за формулою:

$$\Delta_{\Sigma} = \Delta_{л.р.} + \Delta_{н.п.} + \Delta_{у.е.} + \sqrt{\Delta_{\delta}^2 + \Delta_{деф.}^2 + \Delta_{вип.}^2 + \Delta_{з.}^2 + \Delta_{в.п.}^2} \quad (4.17)$$

де $\Delta_{л.р.}$ – похибка лінійних розмірів ($\Delta_{л.р.} = 0$); $\Delta_{н.у.}$ – похибка регулюючих пристроїв ($\Delta_{н.у.} = 0$); $\Delta_{у.е.}$ – похибка встановлюваних елементів; Δ_{δ} – похибка базування ($\Delta_{\delta} = 0$); $\Delta_{деф.}$ – похибка деформування ($\Delta_{деф.} = 0$); $\Delta_{сн.}$ – похибка випадкова, яка визначається за формулою:

$$\Delta_{сн.} = 3...5\% \cdot T; \quad (4.18)$$

$$\Delta_{сн.} = 0,05 \cdot 0,032 = 0,0016 \text{ мм.}$$

$\Delta_{закр.}$ – похибка закріплення ($\Delta_{закр.} = 0$);

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	КНУ.КБР.131.24.1-18.04.КПВ				

$\Delta_{\text{вим.}}$ – похибка вимірювання ($\Delta_{\text{вим.}} = 0,002$).

Необхідно виявити та розрахувати складові сумарної похибки контролю.

Допустима похибка контрольною може досягати від 8% до 30% від допуску на розмір, що контролюється.

Допустима похибка вимірювання буде:

$$[\Delta] = 0,08 \div 0,3 \cdot T, \text{ мм}; \quad (4.19)$$

де $[\Delta]$ – допустима похибка вимірювання;

T – допуск на контролюємий параметр;

$$[\Delta] = 0,3 \cdot 0,032 = 0,009 \text{ мм};$$

В залежності від величини допуску на контролюємий параметр підбирається вимірювальний прилад, який повинен бути на порядок точніше.

Аналіз показує, що на точність вимірювання впливає відхилення від площинності у плиті. Цю похибку можна визначити як похибку виготовлення установчих елементів $\Delta_{\text{у.е}}$.

Похибка базування відсутня, так як деталь встановлена на конструкторську базу. Похибка деформації також відсутня, так як деталь достатньо жорстка і закріплення не виконується.

Для даного пристосування сумарна похибка контролю визначається за формулою:

$$\Delta_{\Sigma} = \Delta_{\text{у.е}} + \sqrt{\Delta_{\text{вип.}}^2 + \Delta_{\text{в.п.}}^2} \quad (4.20)$$

$$0,004 = \Delta_{\text{у.е.}} + \sqrt{0,0016^2 + 0,002^2}$$

$$\Delta_{\text{у.е.}} = 0,009 - 0,0025$$

$$\Delta_{\text{у.е.}} = 0,007 \text{ мм.}$$

Похибка пристрою забезпечує вимірювання даного розміру із зазначеним допуском.

Після розрахунку на кресленні робимо помітку, що похибка встановлення установчих елементів не перевищує 0,007 мм.

					КНУ.КБР.131.24.1-18.04.КПВ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

5 ОРГАНІЗАЦІЙНО-ЕКОНОМІЧНА ПІДГОТОВКА ВИРОБНИЦТВА

5.1 Охорона праці та екологія виробництва

Часткові методи інженерної безпеки, що застосовуються на виробництві

Таблиця 5.1- Часткові методи інженерної безпеки, що застосовуються на виробництві

Метод	Застосовується для захисту
Герметизація	Від витоку газів и забруднення ними атмосфери, від проникнення повітря всередині газових приладів
Екранування	Від випромінювань (теплових, іонізуючих, тощо) та від полів (електромагнітних, та інш.)
Теплоізоляція	Від надлишкового тепла
Звукоізоляція	Від шуму
Амортизація	Від вібрації
Іонізація повітря	Від статичної електрики
Заземлення, занулення	Від впливу електричного струму
Огородження	Від рухомих частин обладнання

5.2 Розрахунок штучного освітлення

Загальна схема проектування системи штучного освітлення проводиться за коефіцієнтом використання світлового потоку.

Приміщення має світлу побілку: коефіцієнт відбиття $\rho_{стелі} = 0,7$; $\rho_{стін} = 0,5$

Висота робочих поверхонь верстатів: $h_p = 0,9$ м.

Мінімальна освітленість за нормами $E = 100$ лк для зорових робіт класу VІІІа.

Висота виробничого приміщення $H = 10,8$ м

Обираємо світильник типу ПВЛМ-Р з лампами ДРЛ

Світловий потік лампи світильника розраховується за формулою:

$$\Phi_{л} = \frac{ESK_3 Z}{Nn\eta} \quad (5.1)$$

де E – нормована освітленість згідно з класом зорових робіт;

S – освітлювана площа приміщення, м²;

K_3 – коефіцієнт запасу, що враховує зниження освітленості в результаті забруднення та старіння ламп; $K_3 = 1,3$

КНУ.КБР.131.24.1-18.05.ОЕП

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Хмельницький			ОРГАНІЗАЦІЙНО- ЕКОНОМІЧНА ПІДГОТОВКА ВИРОБНИЦТВА	Літ.	Арк.	Аркуші
Перевір.		Цивінда					4.1	5
Реценз.						Кафедра ТМ,гр ПМ20		
Н. Контр.		Рязанцев						
Затверд.		Нечаса						

Z – коефіцієнт нерівномірності освітлення ($Z = 1,15$ для ламп розжарювання та ДРЛ; $Z = 1,1$ для люмінесцентних ламп, якщо відношення L/h не перевищує встановлених значень);

N – кількість світильників;

n – кількість ламп у світильнику;

η – коефіцієнт використання світлового потоку. Визначається за світлотехнічними таблицями залежно від показника приміщення i :

Показник приміщення i становить:

$$i = \frac{L \cdot B}{h \cdot (L + B)} = \frac{78 \cdot 48}{4,6 \cdot (78 + 46)} = 5,35 \quad (5.2)$$

де h – висота підвісу світильників над робочою поверхнею, $h = 4,6$ м

де h_c – висота підвісу світильника, $12,7$ м.

При $i = 5,35$; $\rho_{\text{стелі}} = 0,7$; $\rho_{\text{стін}} = 0,5$ коефіцієнт використання світильника ПВЛМ-Р $\eta = 65\%$.

Визначимо необхідну кількість світильників для забезпечення необхідної нормованої освітленості робочих поверхонь, якщо відомо, що в кожному світильнику встановлено по дві лампи ДРЛ 250, а світловий потік однієї такої лампи становить $\Phi_{\text{л}} = 11000$ лм.

З формули :

$$N = \frac{ESK_3 Z}{\Phi_{\text{л}} n \eta} = \frac{100 \cdot 2808 \cdot 1,3 \cdot 1,15}{11000 \cdot 2 \cdot 0,65} = 29,35 \text{ (шт.)}$$

Приймаємо 30 світильників ПВЛМ-Р з двома лампами ДРЛ 250 кожен. Потужність однієї лампи $P_{\text{CB}} = 250$ Вт. Тоді сумарна електрична потужність усіх ламп, встановлених у приміщенні становить:

$$\sum P_{\text{CB}} = P_{\text{CB}} \cdot N \cdot n = 250 \cdot 30 \cdot 2 = 15000 \text{ Вт} = 15,0 \text{ кВт} \quad (5.3)$$

Схема розташування світильників у приміщенні надана на рисунку 5.1

					КНУ.КБР.131.24.1-18.05.ОЕП	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

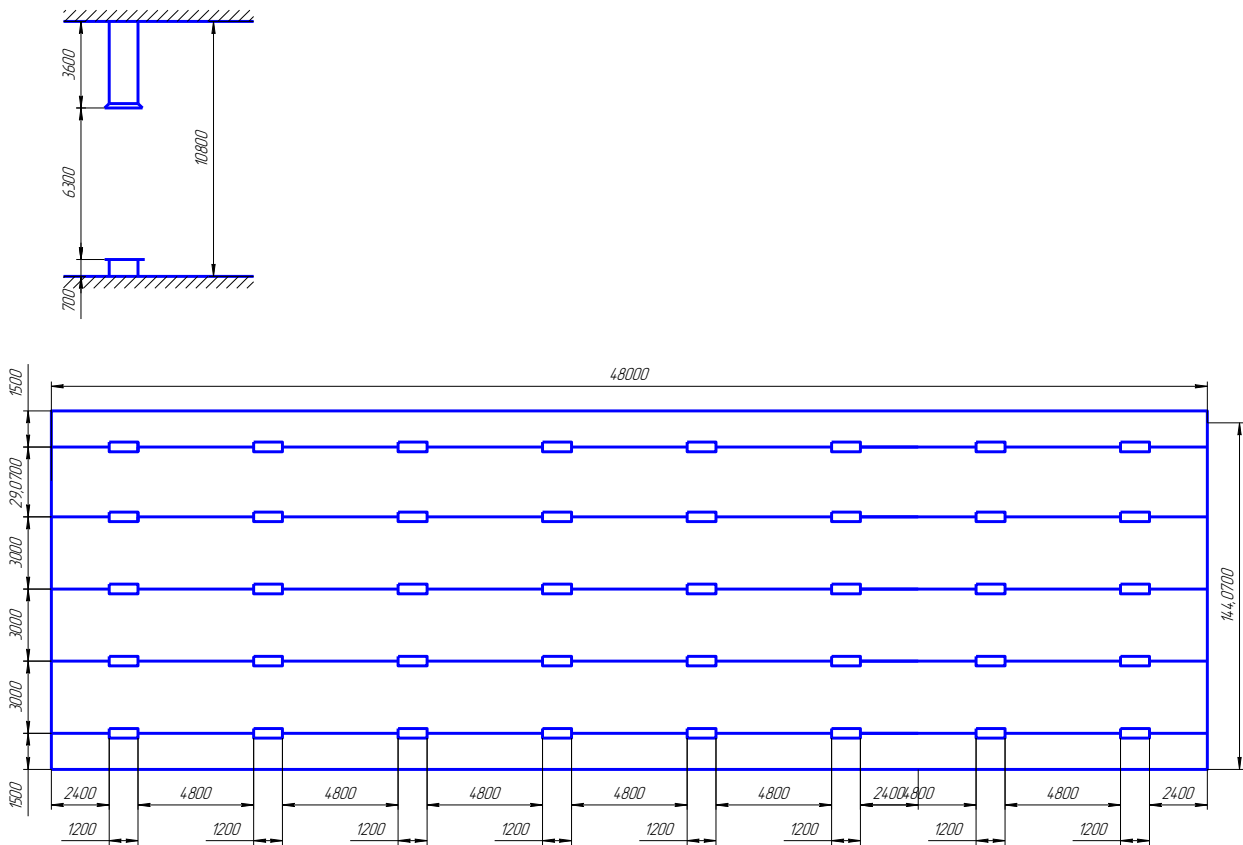


Рисунок 5.1 – Схема розташування світильників у приміщенні

5.2 Оцінка техніко-економічної ефективності виробництва

Марка матеріалу	Маса деталі	Маса заготовки	Вартість 1 кг матеріалу	Вартість 1 кг відходів	Режим роботи цеха(змін)	Річна програма випуску	Річний дійсний фонд роботи верстаку год, F _д	Нормативний коефіцієнт завантаження, η _з	ат для верстатів	ат для підй.-тр. уст.
40X	31,8	49,2	17,7	1,23	2	6500	4015	0,8	0,04	0,05
1										
№	Операції	Т _{мк} , хв	Трудомісткість год, Т _р	Верстати	Габаритні розміри мм	Маса кг	Норматив площі м ²	Ціна тис.грн	Потужність кВт	Коефіцієнт багатостаночності, К _б
005	Токарна	10,27	12,79	16К20Ф3	2560×2260	5000	25	150	5,2	1
010	Токарна	15,77	1964	16К20Ф3	2560×2260	5000	25	150	5,2	1
015	Багатоцільова	9,48	1181	21105Н7Ф4	3640×3293	10871	35	160	22,98	1
020	Зубофрезерна	8,3	1034	5Е32	2390×1340	4100	25	450	4,5	1
030	Внутрішньошліфу	13,23	1648	3К228В	4005×2305	6900	25	85	4,5	1
040	Горизонтально-пр	17,28	2152	7Б56	7200×2135	7450	30	85	3	1
	Зубошліфувальна	27,36	3408	5В835	2830×2550	7450	25	120	5,5	
Всього		101,69	11399,79							
Підйомно-транспортні засоби										
айменован	Модель	Кількість	Вага	Потужність кВт	Ціна тис.грн					
Електрокач	ЕПО 11.2	2	160	3,6	48					
Кран мост	КМЕ 16-22	1	1800	18	45					
		0	0	0	0					
Всього		3								

Рисунок 5.2-Вихідні дані для розрахунку

					КНУ.КБР.131.24.1-18.05.ОЕП		Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			

	Інформація про верстатне устанкування		
Модель	Повна площа	Повна ціна	Повна потужність
16K20Ф3	25	150	5,2
16K20Ф3	25	150	5,2
21105Н7Ф4	35	160	22,98
5Е32	25	450	4,5
3К228В	25	85	4,5
7Б56	30	85	3
5В835	25	120	5,5
Всього	190	1200	50,88

Рисунок 5.5-Інформація про устаткування

Службове призначення площі	Норматив	Розмір, м2
Основна виробнича		190
Допоміжна	35%	66,5
Санітарно-побутова і адміністративно-господарська	20%	51,3
Всього		307,8
Вартість будівлі дільниці		
Елементи розрахунку	Виробнича	Санітарно-побутова
Витрати на 1 м3, грн	100	545
Площа, м2	256,5	51,3
Висота, м	6	2,6
Об'єм, м3	1539	133,38
Вартість, тис грн	153,90	72,69
Вартість будівель тис.грн	226,59	

Рисунок 5.6-ВРозрахунок основної площі

					КНУ.КБР.131.24.1-18.05.ОЕП	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

<i>Вб</i>	<i>Врм</i>	<i>Ввр</i>	<i>Вс</i>	<i>Вн.л.</i>	<i>Вс.л.</i>	<i>Втрпл</i>	<i>Вінст</i>	<i>Віне.</i>
226,59	1308	157,92	79,31	45,88	2,66	117,49	158,86	8,72
Найменування групи основних фондів	Первісна вартість на початок року, тис. грн.	Річна норма амортизації, %	Величина амортизаційних відрахувань, тис. грн.	Первісна вартість на кінець року, тис. грн.				
Будівлі, споруди та передатні пристрої	351,78	2,50%	8,79	342,99				
Верстатне устаткування	1308	6,67%	87,24	1220,76				
Підйомно-транспортне устаткування	157,92	10,00%	15,79	142,13				
Силове електротехнічне обладнання	2,66	14,29%	0,38	2,28				
Вимірювальні і регулюючі прилади, інструмент і пристрої	276,34	20,00%	55,27	221,07				
Виробничий інвентар	8,72	20,00%	1,74	6,98				
Всього	2105,44		169,22	1936,22				
<i>Вср.р</i>								

Рисунок 5.3-Розрахунок основних фондів

<i>ЦМ</i>	<i>МВосн</i>	<i>МВдон</i>					
18,76 UAH	4017,22	602,58					
Вартість основних матеріалів							
Матеріал	Матеріал на програму, кг	Загальна вартість матеріалу, тис. грн	Відходів на одиницю, кг	Відходів на програму, кг	Загальна вартість відходу, тис. грн	Вартість основних матеріалів на програму, тис. грн	Вартість основних матеріалів в на одиницю, грн
40X	206700	3878,11	17,4	113100	139,11	3738,99	575,23
<i>Мвдон/од</i>							
	92,71						

Рисунок 5.3-Розрахунок вартості матеріалів

					КНУ.КБР.131.24.1-18.05.ОЕП	Арк.
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

Для виробничих цілей			Для не виробничих цілей		
<i>W</i>	<i>Be</i>		<i>W</i>		
19218,37	6,73		0,42		
<i>Q</i>	<i>Ввод</i>		<i>Q</i>	<i>Ввод</i>	
101,4	0,30		780	2,34	
<i>Sc.n.</i>	<i>Bc.n.</i>		<i>K</i>	<i>Bn</i>	
37440	2,81		32,01	1,22	

Рисунок 5.3-Розрахунок енергетичних затрат

Модель устаткування	<i>Tr</i>	Найменування професії	Кількість р. розрахункова	Кількість р. прийнята	Допоміжні робітники по ремонту та обслуговуванню устаткування, розрах.	КСС (керівники, спеціалісти та службовці) розрах.	Розподіл по розрядам	Тарифна ставка	Тарифний ФОП основних робочих
Токарна	1976,79	токар		1	1	1	4	8,768	17,33
Багатоцільова	1181	оператор		1			5	9,354	0,65
Зубофрезерна	1034	фрезерувальник		1			4	8,768	9,07
Внутрішньошліфувальна	1648	шліфувальник		1			4	8,643	14,24
Горизонтально-протяжна	2152	довбальник		1			5	9,354	20,13
Зубошліфувальна	3408	шліфувальник		1			4	8,768	29,88

Рисунок 5.4-Вихідні дані для розрахунку робочих

Категорія працюючих	Персонал		По змінах		По змінах				6,27
	Кількість	В % від кількості працюючих	I	II					
Основні виробничі робітники	13		7	6					
Допоміжні робітники по ремонту та обслуговуванню устаткування	1	7,69%	1	0		3	6,365		11,58
КСС (керівники, спеціалісти та)	1	7,69%	0	1					
Всього	15		8	7					
Посада КСС	Місячний оклад КСС	Кількість	Річна сума, тис. грн.						
Майстер	13600	1	163,2						
Технолог	12050	1	144,6						
Всього			307,8						

Рисунок 5.3-Розподілення робітників по змінах

Категорія працюючих	Основні виробничі робітники	Допоміжні робітники	КСС
Основна заробітня плата, тис. грн	91,30	11,58	307,8
За керівництво бригадою	0	0	0
За роботу у вечірній час	18,26	0	61,56
Оплата відпусток	7,61	0,97	25,65
Премії	31,96	3,48	76,95
Усього додаткова заробітня плата	57,83	4,44	164,16
Загальний фонд заробітньої плати	149,13	16,02	471,96
Кількість робітників	13	1	1
Середньомісячна зароб. плат. одного прац.	955,95	1335,41	39330,00
Округленні значення	956	1336	39330

Рисунок 5.3-Розрахунок основної заробітньої плати

					КНУ.КБР.131.24.1-18.05.ОЕП	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Номер і найменування статті витрат	Визначення витрат, тис. грн
1	2
I. Витрати на утриманням та експлуатацією устаткування	
1. Витрати на виробництво:	
а) на силову електроенергію	9,84
б) стиснене повітря	
в) на воду	
2. Допоміжні матеріали	602,58
3. Основна заробітна плата допоміжних робітників з обслуговування устаткування	11,58
4. Додаткова заробітна плата допоміжних робітників	4,44
5. Вирахування на соцстрах (37,5%)	6,01
6. Амортизаційні відрахування (при роботі в дві зміни)	158,68
а) на обладнання (металорізальні верстати, підйомно-транспортне обладнання та ін.)	
б) на інструмент та пристрої	
7. Утримання устаткування	7,34
8. Утримання, ремонт, оновлення малоцінного інструменту та пристроїв	8
9. Поточний ремонт	66,09
Всього	874,57

II. Витрати на управління	
1. Основна заробітна плата КСС	307,8
2. Додаткова заробітна плата КСС	164,16
3. Відрахування на соціальні заходи (37,5%)	176,99
4. Утримання будівель та споруд	14,53
а) електроенергія та освітлення;	
б) вода на побутові потреби;	
в) пара на опалення;	
г) матеріали та інші видатки.	
5. Амортизаційні відрахування	65,81
а) на будівлі та споруди;	
б) на передаючі пристрої;	
в) на інвентар	
6. Поточний ремонт будівель та споруд	7,04
7. Утримання, ремонт і оновлення інвентарю	0,52
Всього	736,84

Рисунок 5.3-Статті і витрати

					КНУ.КБР.131.24.1-18.05.ОЕП	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

	Сума, тис. грн.	ПВ,%
Матеріальні витрати	4341,58	52,39%
Витрати на оплату праці	637,11	7,69%
Відрахування на соціальне страхування	238,92	2,88%
Амортизація	169,22	2,04%
Інші	2900,52	35,00%
Всього	8287,35	100,00%

Рисунок 5.4-Розрахунок матеріальних витрат

Показники	Втулка	
	На одиницю, грн	На загальний обсяг, тис. грн
1. Основні та допоміжні матеріали	575,23	3738,99
2. Основна заробітна плата основних робітників	14,05	91,30
3. Додаткова заробітна плата основних робітників	8,90	57,83
4. Відрахування на соц. страхування (37,5%)	8,60	55,92
5. Витрати на утримання і експлуатацію устаткування	134,55	874,57
6. Витрати на управління	113,36	736,84
7. Дільнична собівартість	854,69	5555,46
8. Загальнозаводські витрати	299,14	1944,41
9. Виробнича собівартість	1153,83	7499,87
10. Адміністративні витрати	46,15	299,99
11. Витрати на збут	75,00	487,49
12. Повна собівартість	1274,98	8287,35

Рисунок 5.5-Розрахунок повної собівартості

					КНУ.КБР.131.24.1-18.05.ОЕП	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВИСНОВОК

1.Спроектована заготовка для деталі втулка - штампування замість прокату, дозволить знизити трудомісткість обробки в порівнянні з базової в 1,2 рази й зменшити коефіцієнт використання металу в 2,2рази.

2.У технологічному процесі деталі втулка розроблені технічні рішення, що дозволили об'єднати операції: розмічальну, свердління, зенкерування та нарізання різьби й виконати їх на багатоцільовому верстаті. Об'єднавши ці операції скорочено штучно - калькуляційний час на виготовлення деталі, а також забезпечене більше точне базування, тому що обробка відбувається за одну установку деталі на цих операціях.

Із застосуванням багатоцільових верстатів і верстатів зі ЧПУ продуктивність праці збільшилася на 5%, що дозволило скоротити кількість основних робітників на 8 чоловік, збільшити річний фонд заробітної плати на 3,7%, виробничу потужність цеху на 5%. За рахунок застосування гнучкості виробництва можливе довантаження деталями по кооперації.

3.Спроектоване спеціальне пристосування з гідравлічним приводом на багатоцільовий верстат для обробки деталі втулка, дозволить скоротити час на установку деталі й похибку установки, а так само обробляти втулки подібних типорозмірів.

4. Спроектовано контрольне пристосування на базі приладу дозволить визначати торцеве биття деталі втулка, а так само інших втулок відповідним габаритам. В гірничо-металургійному комплексі Криворіжжя, наприклад приводах нахилу конвертерів застосовують зубчасті муфти. Їх використання обумовлено великою несучою здатністю та надійністю, при малих габаритах, внаслідок великої кількості одночасно працюючих зубів, що допускають значну частоту обертання.

Надійність роботи зубчастої муфти оцінюється періодом зберігання робочих характеристик при мінливих параметрах процесу прокатки. Але врахувати весь спектр параметрів, що впливають на надійність роботи зубчастих муфт без досліджень досить важко, тому метою даної роботи є дослідження підвищення довговічності зубчастих муфт на етапах проектування, виготовлення та експлуатації, що проводились на ВАТ «Арселор Міттал Кривий Ріг» в період виробничої практики.

					КНУ.КБР.131.24.1-18.В				
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ВИСНОВОК	Літ.	Арк.	Аркуші	
Розроб.		Хмельницький					4	1	5
Перевір.		Цивінда							
Реценз.									
Н. Контр.		Рязанцев							
Затверд.		Нечаса							
						Кафедра ТМ,гр ПМ20			

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Боженко, Л.І. Технологія виробництва заготовок у машинобудуванні [Текст] / Л.І. Боженко. – К.: НМК ВО, 1990. – 264 с.
2. Мельничук П.П., Боровик А.І., Лінчевський П.А., Петраков Ю.В. Технологія машинобудування [Текст] : Навчальний посібник / ЖДТУ, – Житомир: 2005. – 835 с.
3. Ю.С. Рудь Основи конструювання машин: Підручник для студентів інженерно-технічних спеціальностей вищих навчальних закладів.2-е вид., переробл. - Кривий Ріг:Видавець ФО-П Чернявський Д.О., 2015. – 492 с.; з іл.
4. 5.Стандартизація, метрологія та кваліметрія у машинобудуванні. Навчальний посібник / Боженко Л.І.-Львів.:Світ, 2013,-328с.
5. Мазур М.П. Основи теорії різання матеріалів: підручник [для вищ. навч. закладів] / М.П. Мазур, Ю.М. Внуков, В.Л. Доброскок, В.О. Залога, Ю.К. Новосьолов, Ф.Я. Якубов ; під заг. ред. М.П. Мазура. – 2-е вид. перероб. і доп. – Львів : Новий світ-2000, 2011. – 422 с.
- а. С.Г. Бондаренко. Розмірні розрахунки механоскладального виробництва. – Київ, 1993.
6. 46. Кіяновський М.В., Цивінда Н.І., Цівко Ф.В. Довідник нормувальника машинобудівного виробництва. – Кривий Ріг: Видавничий центр КТУ, 2008.
7. 47. Технологія обробки типових деталей (курсове проектування) Григурко О.І, Брендуня МФ., Доценко С.М, Навчальний посібник. Львів., Новий світ-2008, 576 с.
8. Дипломне проектування з технології машинобудування/ Григурко О.І, Брендуня МФ., Доценко С.М, Навчальний посібник. Львів., Новий світ-2008,- 860 с.
9. Шеремет В.О., Каракаш О.І., Марунчак В.Ф. та ін. Довідниковий посібник керівника та спеціаліста гірничо-металургійного підприємства з охорони праці: Навчальний посібник.-Дніпропетровськ: ПП «Ліра ЛТД»,2005.-850с
10. Смирнов В.А. Безпека життєдіяльності [Текст]: навч. посібник / В.А. Смирнов, С. А. Дикань. – К. : Кафедра. 2012. – 304 с.

					КНУ.КБР.131.24.1-18.СВД							
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата								
Розроб.		Хмельницьк			СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ			Літ.	Арк.	Акрушів		
Перевір.		Пивінла										
Реценз.												
Н. Контр.		Рязанцев						Кафедра ТМ гр ПМ-20				
Зав. каф.		Нечасв										

11. ДСТУ 3.1102:2014 Єдина система технологічної документації. Стадії розробки та види документів. Загальні положення.
12. ДСТУ 3.1128:2014. Єдина система технологічної документації. Загальні правила виконання графічних технологічних документів.
13. ДСТУ ISO 2768-1-2001. Основні допуски. Частина 1. Допуски на лінійні та кутові розміри без спеціального позначення допусків (ISO 2768–1:1989, IDT). [Чинний від 2003-01-01] – К. :Держстандарт України, 2002. – 10 с.
14. ДСТУ ISO 2768-2-2001. Основні допуски. Частина 2. Допуски геометричні для елементів без спеціального позначення допусків (ISO 2768–2:1989, IDT). [Чинний від 2003-01-01] – К. :Держстандарт України, 2001. – 15 с.
15. ДСТУ ISO 286-1-2002. Допуски і посадки за системою ISO. Частина 1. Основи допусків, відхилень та посадок (ISO 286–1:1988, IDT). [Чинний від 2003-10-01] – К. :Держспоживстандарт України, 2003. – 37 с.
16. ДСТУ ISO 286-2-2002 Допуски і посадки за системою ISO. Частина 2. Таблиці квалітетів стандартних допусків і граничних відхилень отворів і валів. [Чинний від 2003-10-01] – К. :Держспоживстандарт України, 2004. – 47с.
17. ДСТУ 2974-95. Технологічне підготовлення виробництва. Основні терміни та визначення.
18. ДСТУ 2925-94. Якість продукції. Оцінювання якості. Терміни та визначення.
19. ДСТУ ISO 286-1-2002 Допуски і посадки за системою ISO. Частина 1. Основи допусків, відхилів та посадок.
20. ДСТУ ISO 129.1: 2007 Кресленики технічні. Проставлення розмірів і допусків. Частина 1. Загальні принципи
21. ДСТУ 2.308:2013 ЄСКД. Зазначення допусків форми та розміщення поверхонь.
22. ДСТУ 2232-93 «Базування та бази в машинобудування. Терміни та визначення»
23. ДСТУ ГОСТ 2.307:2013Єдина система конструкторської документації . Нанесення розмірів і граничних відхилів (ГОСТ 2.307-2011, IDT)
24. ДСТУ 2860-94 Надійність у техніці. Терміни та визначення
25. ДСТУ 2.703:2014 ЄСКД. Правила виконання кінематичних схем.
26. ДСТУ 8781:2018 Виливки зі сталі. Загальні технічні умови
27. ДСТУ 2.610:2006 ЄСКД. Правила виконання експлуатаційних документів
28. ДСТУ 3008:2015. Звіти у сфері науки і техніки. Структура та правила Оформлювання

					КНУ.КБР.131.24.1-18.СВД	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

29. ДСТУ 8302:2015. Інформація та документація. Бібліографічне посилання. Загальні положення та правила складання

30. ДСТУ EN ISO 7200:2005 Розроблення технічної документації. Графи у штампах та основних написах.

31. Методичні вказівки до виконання Кваліфікаційної бакалаврської роботи для здобувачів спеціальності 131 Прикладна механіка освітньо-професійної програми Прикладна механіка усіх форм навчання /Укладачі: М.В. Кіяновський, д-р. техн. наук, проф., В.П. Нечаєв, канд. техн.наук, доц., А. В. Пікільняк, канд. техн.наук, доц., Н.І. Цивінда, канд. техн.наук, доц., О.В. Бондар, канд. техн.наук, доц., А.О. Рязанцев канд. техн.наук, доц., Д.Ю.Кравцова канд.фіз.-мат.наук ,ст.викл., м. Кривий Ріг, КНУ 2024

					КНУ.КБР.131.24.1-18.СВД	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Міністерство освіти і науки України
Криворізький національний університет
Факультет механічної інженерії та транспорту
Кафедра технологія машинобудування

АЛЬБОМ КРЕСЛЕНЬ ТА ІНФОРМАЦІЙНО-ЗАСВІДЧУЮЧИХ АРКУШІВ

КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ БАКАЛАВРСЬКОЇ РОБОТИ

зі спеціальності 131 – Прикладна механіка
освітньо-професійної програми «Прикладна механіка»

на тему: Конструкторсько-технологічна підготовка виготовлення деталі
«Втулка муфти зубчастої» редуктору приводу нахилу конвертера та
обґрунтування параметрів надійності процесу за допомогою CAD/CAM
систем

Виконав:

ст. групи ПМ-20 _____

Хмельницький О.М.

Керівник роботи _____

к.н.т., доцент

Цивінда Н.І.

Нормоконтроль _____

к.н.т., доцент

Рязанцев А.О.

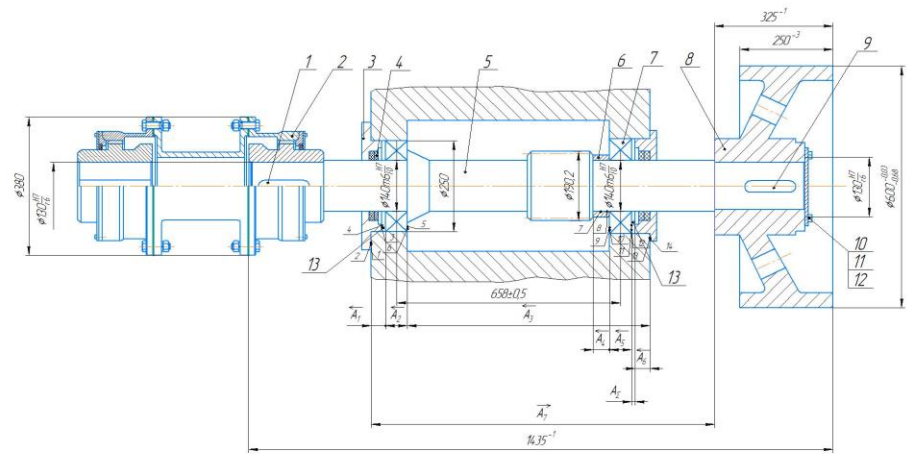
Завідувач кафедри _____

к.т.н., доцент

Нечаєв В.П.

Кривий Ріг

2024 р.



- | | |
|----|--------------|
| 1 | Вал I |
| 2 | Муфта |
| 1 | Шпонка |
| 11 | Шайба |
| 10 | Болт |
| 12 | Планка |
| 8 | Шкiв |
| 9 | Шпонка |
| 4 | Манжета |
| 3 | Кришка |
| 7 | Пiдшипник |
| 6 | Втулка |
| 5 | Вал-шестерня |
| 1 | Корпус |

Схема складання валу

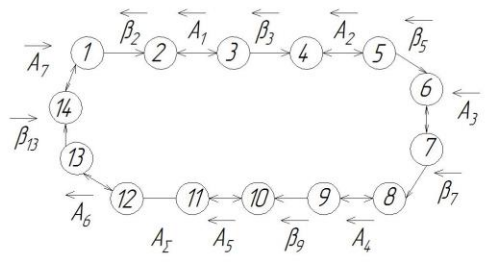
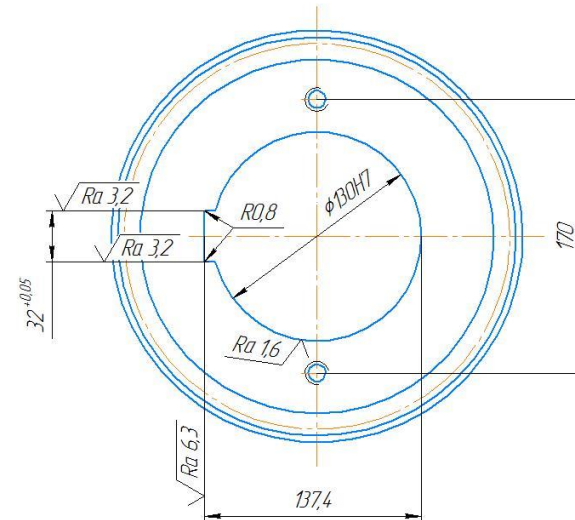
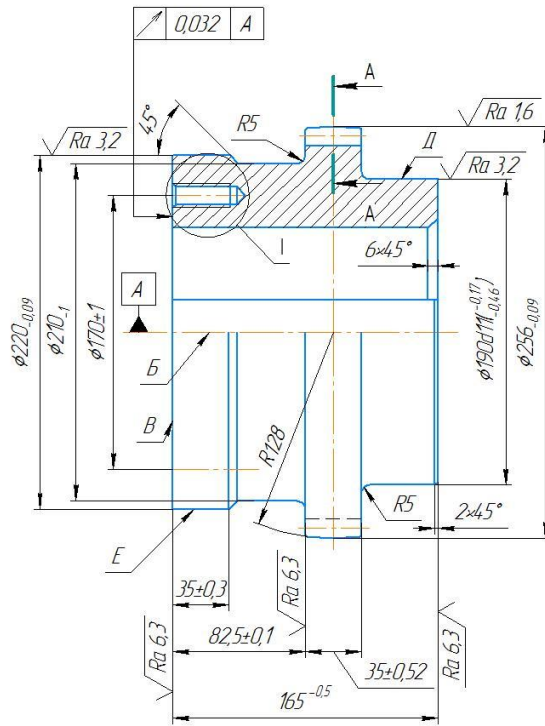
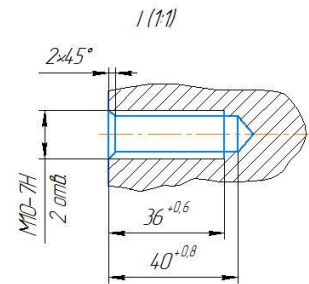
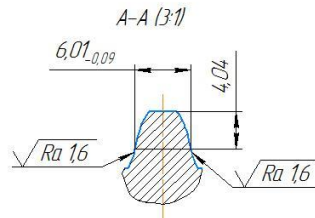
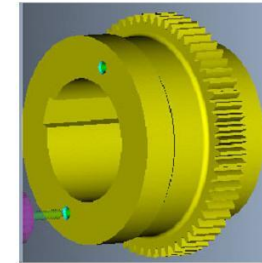


Схема лiнiйних розмiрних ланцюгiв

КНУКБР.13124.1-18.В.СК.20			
Вал I редуктору навісного (кладальне креслення)			
Лист	474,9	15	
Корпус	ТМ	до ТМ-20	
Формат А1			



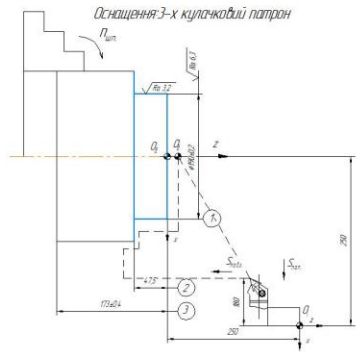
Модуль	<i>m</i>	4
Кількість зубів	<i>z</i>	62
Кут зачеплення	α	20°
Висота головки зуба	<i>h'</i>	4
Висота ніжки зуба	<i>h''</i>	5
Степінь точності за ДСТУ ISO 1328-1:2006		нормальна
Довжина загальної нормалі	<i>L_{ан}</i>	80,2288 ^{-0,190} _{-0,260}
Гранична накопичена похибка окружного кроку	δ/Σ	0,16
Гранична різниця окружних кроків	$\delta\Delta c$	0,050
Граничне биття окружності виступів зубів	<i>E₀</i>	0,070



1. Показка гр. III НВ 174–217 ДСТУ 9182:2022
2. Шпонковий паз обробити по вісі зуба. Перекошування шпонкового пазу відносно вісі розточки не більше 0,01 мм по довжині вісі паза.
3. Зуби втулки HRC≥40.
4. Овальність та конусність поверхонь Г, Д, Е допускається в межах половини допуску на цей діаметр.
5. Перпендикулярність та торцеве биття поверхні В відносно осі Б не більше 0,032 мм.
6. Маркувати: а) позначення креслення, б) марку матеріалу; в) *m=4*, *z=62*

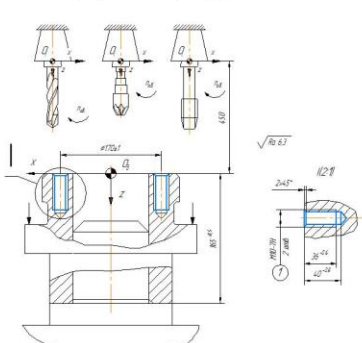
				КНУ.КБР.131.24.1-18.В.В3.20		
Изм/Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Втулка муфти зубчастаї	Лист	Масштаб
Разработ	Хмельницький				318	1:1
Проб	Цибінда				Листов	1
Т.контр				Сталь 40Х ДСТУ 7806:2015	Кафедра ТМ гр. ПМ-20	
Начинт	Рязанцев					
Маб	Нечасів					

005 Токарна операція з ЧПК
Токарний патрно-центровий верстат з ЧПК моделі 16K20Ф3



Річка PC/LN.R. 2525 M11 Покриття CNMG120404-MI TP2000 (фірма SECO)	900	173	4.5	0.4	76.2	3.5	2	0.69	4.13
Річка PC/LN.R. 2525 M11 Покриття CNMG120404-MI TP2000 (фірма SECO)	900	47.5	3	0.4	71	6.30	1	0.08	
Найменування інструменту	D	l	f	S	V	n	i	Ts	Tum
	мм	мм	мм	мм	м/хв	1/хв	мм	хв	хв

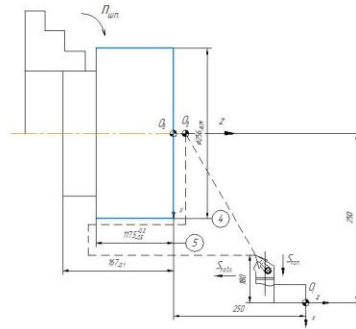
015 Свердильниця з ЧПК
Вертикально-свердильний верстат з ЧПК моделі 21K25H7Ф4



Свердло 120H4-510-9-41 (фірма SECO)	85	40	34	0.4	8.6	400	1	1.04	
Землювач ТЗМЧ ІСТЧГДТ 9264-76	85	2	-	0.1	8.7	400	1	0.5	94.8
Міткач ТЗМЧ ІСТЧГДТ 9266-80	10	36	125	-	7.9	3.5	1	0.26	
Найменування інструменту	D	l	f	S	V	n	i	Ts	Tum
	мм	мм	мм	мм	м/хв	1/хв	мм	хв	хв

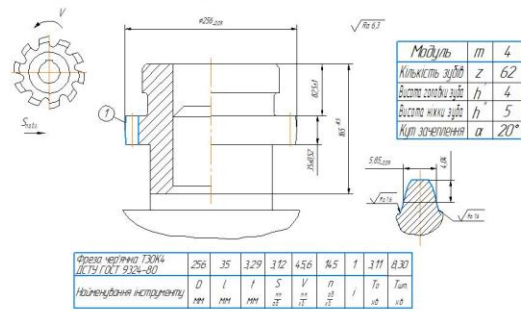
Модуль	m	4
Кількість зубів	z	62
Висота заводу зубів	h	4
Висота між зубів	h	5
Кут зачеплення	α	20°

Круги черв'ячні 400x80	6.01	35	0.09	0.35	36	230	1	12.5	27.36
Найменування інструменту	D	l	f	S	V	n	i	Ts	Tum
	мм	мм	мм	мм	м/хв	1/хв	мм	хв	хв



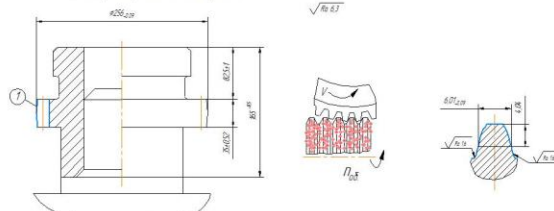
Річка PC/LN.R. 2525 M11 Покриття CNMG120404-MI TP2000 (фірма SECO)	256	67	3	0.4	84	250	1	0.59	6.94
Річка PC/LN.R. 2525 M11 Покриття CNMG120404-MI TP2000 (фірма SECO)	256	117.5	3	0.4	84	250	1	0.49	
Найменування інструменту	D	l	f	S	V	n	i	Ts	Tum
	мм	мм	мм	мм	м/хв	1/хв	мм	хв	хв

020 Зубодрезна
Верстат зубодрезна моделі 5E32



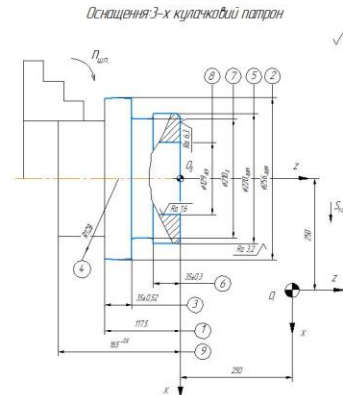
Фреза черв'ячна ТЗМЧ ІСТЧГДТ 9324-80	256	35	3.29	3.12	4.56	6.5	1	3.11	8.30
Найменування інструменту	D	l	f	S	V	n	i	Ts	Tum
	мм	мм	мм	мм	м/хв	1/хв	мм	хв	хв

020 Зубошліфувальна
Верстат зубошліфувальний моделі 5B835



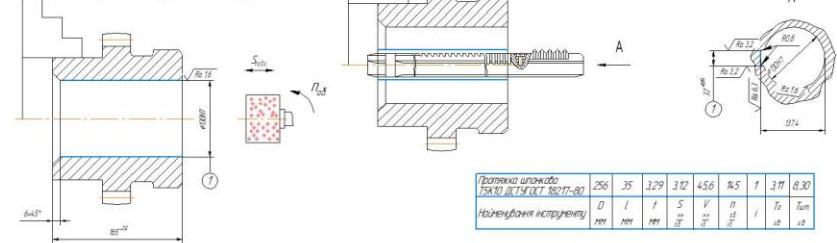
Модуль	m	4
Кількість зубів	z	62
Висота заводу зубів	h	4
Висота між зубів	h	5
Кут зачеплення	α	20°

005 Токарна операція з ЧПК
Токарний патрно-центровий верстат з ЧПК моделі 16K20Ф3



Річка PC/LN.R. 2525 M11 Покриття CNMG120404-MI TP2000 (фірма SECO)	256	65	15	0.4	89.9	400	1	0.33	
Річка PC/LN.R. 2525 M11 Покриття CNMG120404-MI TP2000 (фірма SECO)	220	82.5	1	0.4	86.9	400	2	0.65	
Річка PC/LN.R. 2525 M11 Покриття CNMG120404-MI TP2000 (фірма SECO)	256	35	1	0.4	89.7	400	1	0.07	
Річка PC/LN.R. 2525 M11 Покриття CNMG120404-MI TP2000 (фірма SECO)	220	35	1	0.4	89.7	400	1	0.09	8.97
Річка PC/LN.R. 2525 M11 Покриття CNMG120404-MI TP2000 (фірма SECO)	240	47.5	1.25	0.15	79.1	3.5	1	0.1	
Річка PC/LN.R. 2525 M11 Покриття CNMG120404-MI TP2000 (фірма SECO)	129	65	2	0.4	89.7	3.5	1	1.4	
Річка PC/LN.R. 2525 M11 Покриття CNMG120404-MI TP2000 (фірма SECO)	256	35	1	0.15	79.1	250	1	0.07	
Найменування інструменту	D	l	f	S	V	n	i	Ts	Tum
	мм	мм	мм	мм	м/хв	1/хв	мм	хв	хв

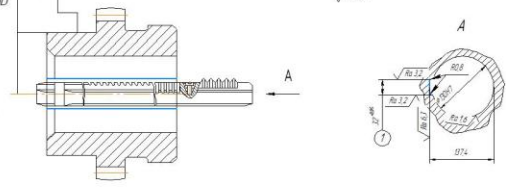
025 Внутрішньошліфувальна
Верстат внутрішньошліфувальний моделі 3K228B



Круги ТВ 95x6x25 С-4К ІСТЧГДТ 2624-83	120	65	0.04	0.2	25	230	1	10.15	81.23
Найменування інструменту	D	l	f	S	V	n	i	Ts	Tum
	мм	мм	мм	мм	м/хв	1/хв	мм	хв	хв

Річка PC/LN.R. 2525 M11 Покриття CNMG120404-MI TP2000 (фірма SECO)	900	4.25	1	0.5	48.1	806	1	11.4	
Річка PC/LN.R. 2525 M11 Покриття CNMG120404-MI TP2000 (фірма SECO)	900	6	-	0.1	69.1	400	1	0.0	5.8
Річка PC/LN.R. 2525 M11 Покриття CNMG120404-MI TP2000 (фірма SECO)	900	2	-	0.1	69.1	400	1	0.05	
Найменування інструменту	D	l	f	S	V	n	i	Ts	Tum
	мм	мм	мм	мм	м/хв	1/хв	мм	хв	хв

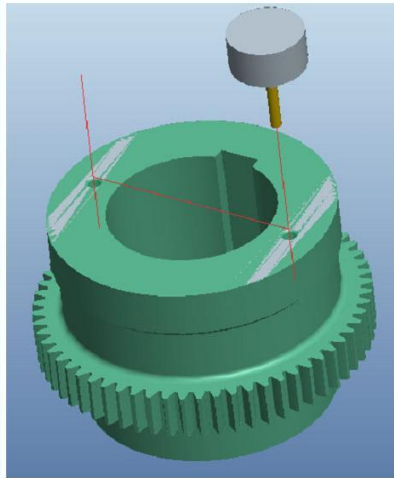
030 Протяжна
Верстат горизонтально-протяжний моделі 7656



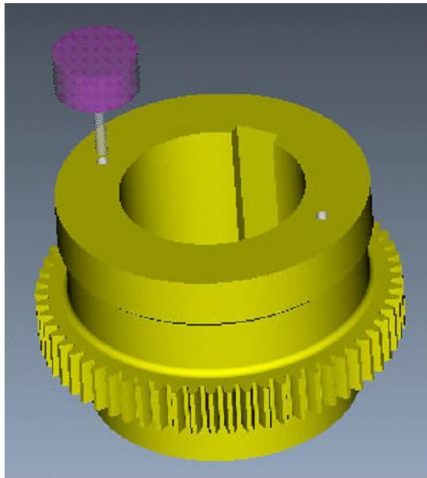
Проточка шпindel'на ТЗМЧ ІСТЧГДТ 9677-80	256	35	3.29	3.12	4.56	6.5	1	3.11	8.30
Найменування інструменту	D	l	f	S	V	n	i	Ts	Tum
	мм	мм	мм	мм	м/хв	1/хв	мм	хв	хв

Свердління отворів

Траекторія руху

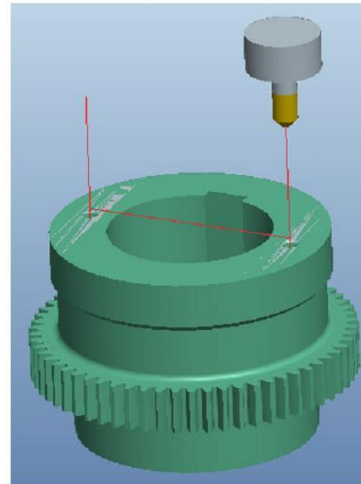


Твердотільна симуляція

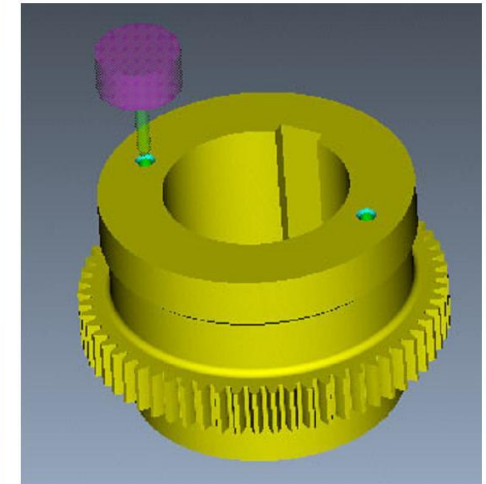


Зенкування фасок

Траекторія руху

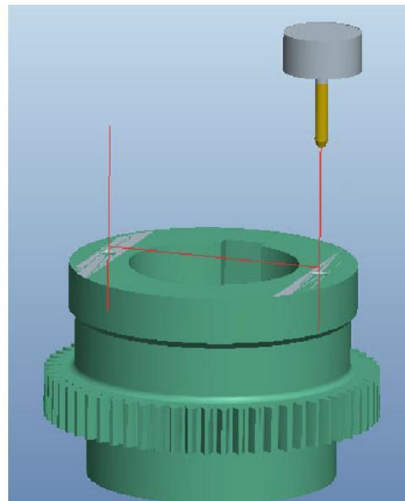


Твердотільна симуляція

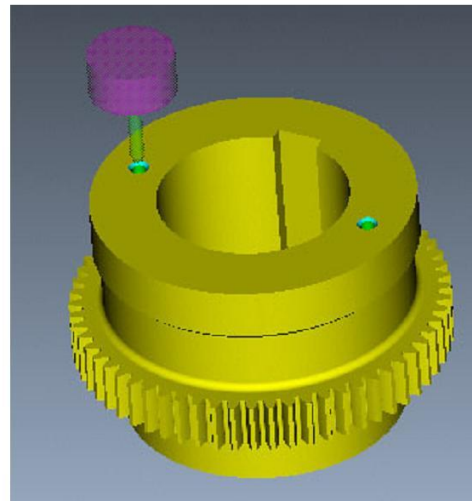


Нарізання різьби

Траекторія руху



Твердотільна симуляція



```

Керуюча програма отримана в результаті роботи
%
O0001(втулка)
(6-15-2017 13:37:17)
N25 G00 G20 G17 G40 G49 G80
G94
N30 G91 G28 Z0

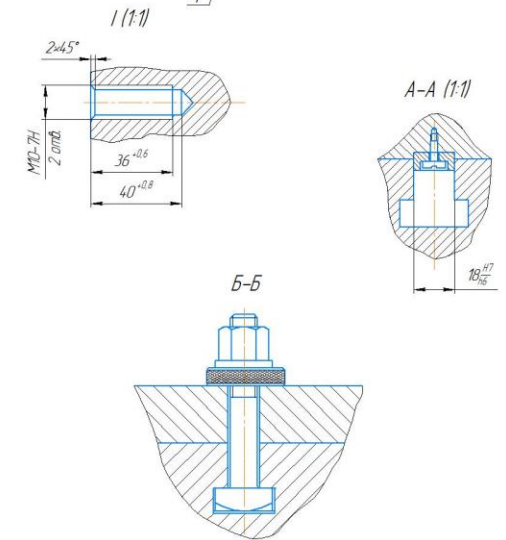
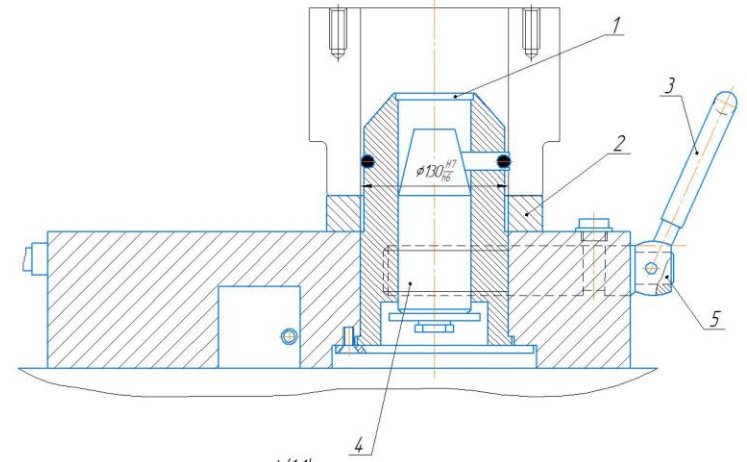
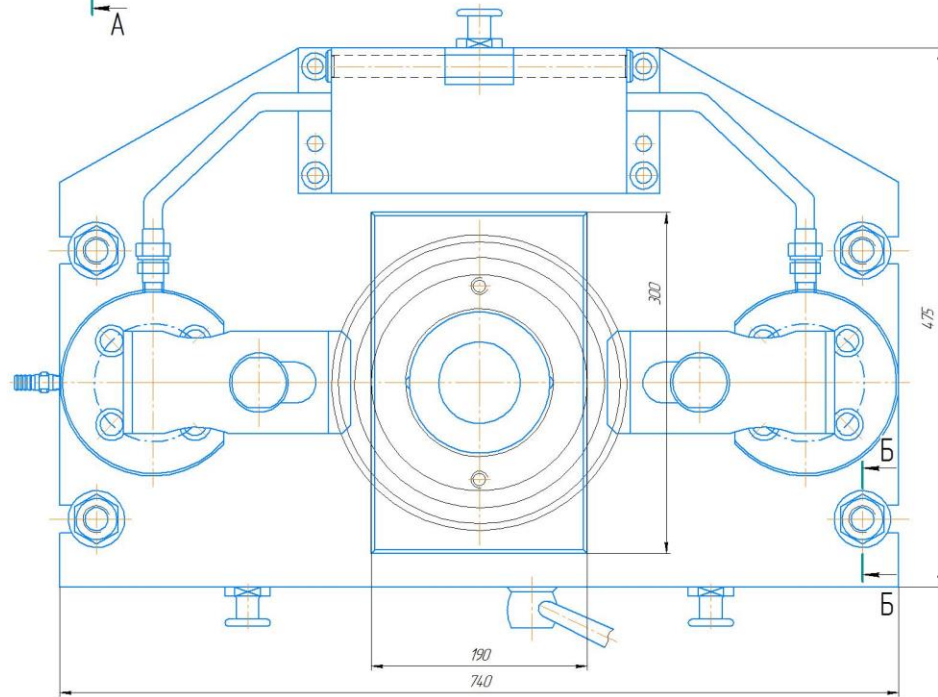
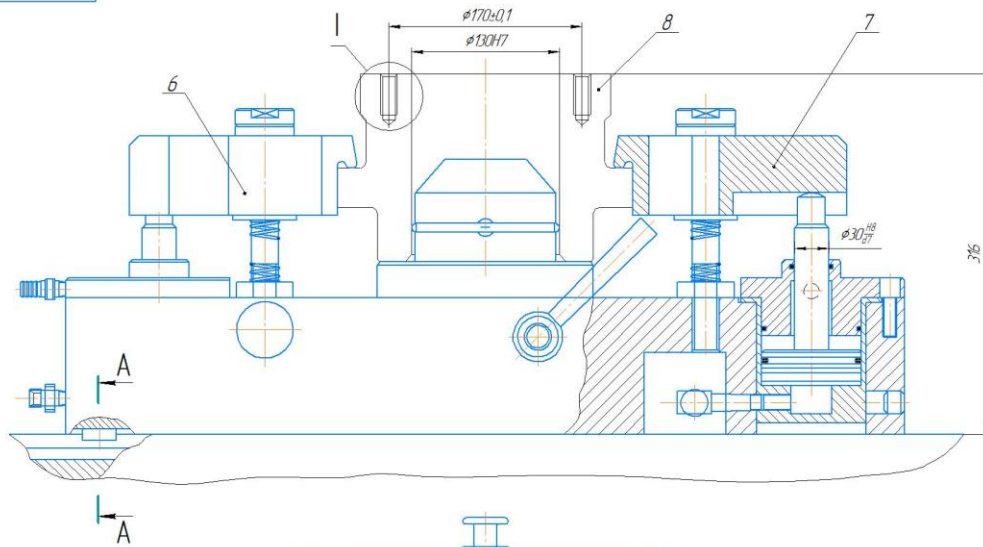
N35 (SPOTDRILLOTVERSTIIE2)
N40 T1 M6
N45 G00 G54 G90 X-2.3867 Y1.378
S783 M03
N50 G43 H1 Z0.9843 M08
N55 G81 G98 Z-0.4147 R0.0394 F5.4
N60 G80
N65 Y-1.378
N70 G81 G98 Z-0.4147 R0.0394 F5.4
N75 G80
N80 X0. Y2.7559
N85 G81 G98 Z-0.4147 R0.0394 F5.4
N90 G80
N95 Y-2.7559
N100 G81 G98 Z-0.4147 R0.0394
F5.4
N105 G80
N110 X2.3867 Y1.378
N115 G81 G98 Z-0.4147 R0.0394
F5.4
N120 G80
N125 Y-1.378

N175 G00 G54 X-2.3867 Y1.378
S772 M03
N180 G43 H2 Z0.9843 M08
N185 G83 G98 Z-0.9756 R0.0394
Q0.3642 F5.4
N190 G80
N195 Y-1.378
N200 G83 G98 Z-0.9756 R0.0394
Q0.3642 F5.4
N205 G80
N210 X0. Y2.7559
N215 G83 G98 Z-0.9756 R0.0394
Q0.3642 F5.4
N220 G80
N225 Y-2.7559
N230 G83 G98 Z-0.9756 R0.0394
Q0.3642 F5.4
N235 G80
N240 X2.3867 Y1.378
N245 G83 G98 Z-0.9756 R0.0394
Q0.3642 F5.4
N250 G80
N255 Y-1.378
N260 G83 G98 Z-0.9756 R0.0394
Q0.3642 F5.4
N265 G80
N270 M5
N275 G91 G28 Z0 M09
N280 G49 G90 X0. Y0.
N285 M01
    
```

Лист №	Листів
Сторінка №	Сторінок
Лист і дата	Листів і дата
Вказувати №	Листів і дата
Лист і дата	Листів і дата
Лист і дата	Листів і дата

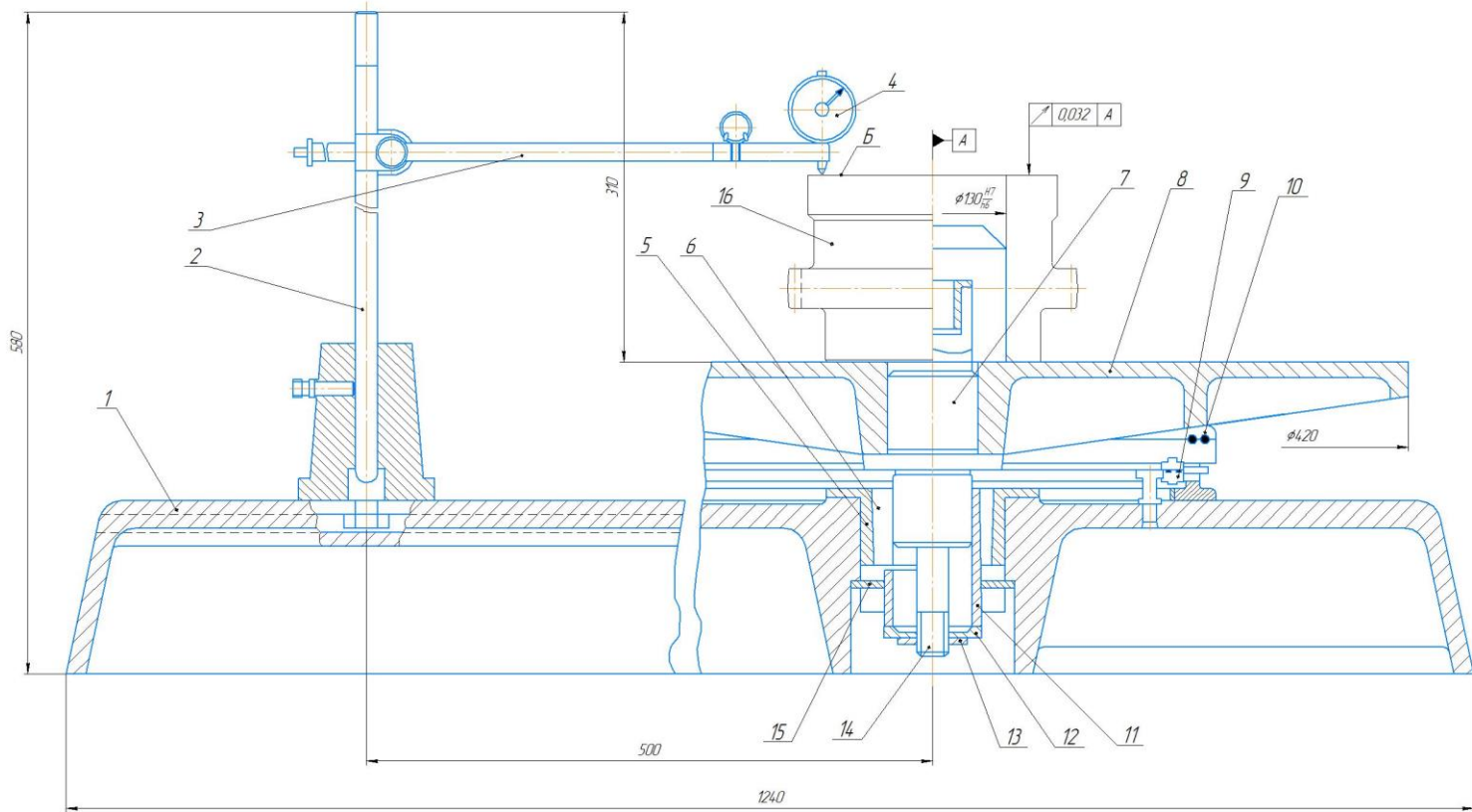
КНУКБР.131.24.1-18.МСАМ.ЗА.ЭД				Лист	Масштаб
МОДЕЛЮВАННЯ В САМ				1	1:1
Лист	Листів	1	1	Кафедра ТМ	
				гр. ПМ-20	
				Формат А2	

КНУ.КБР.131.24.1-18.СВП.20.3А



- 1.Сумарна похибка пристрою $\delta_f=0,042$
- 2.Пристрій призначений для обробки 2 отв. М10-7Н

				КНУ.КБР.131.24.1-18.СВП.20.3А		
Лист	№ докум.	Лист	Всього	Спеціальний верстатний пристрій на верстат моделі 2103Н7Ф4	Лист	Всього
Розроб.	Виконав.	Перевір.	Затверд.			21
Ілюстр.	Машин.	Нормал.				1
				Карейра ТМ зр. ПМ-20		



1. Суматна похибка пристрою $\delta_z = 0,004$ мм
2. Похибка встановлення елементів не більше 0,007 мм.
3. Пристрій призначений для контролю торцевого біття поверхні Б відносно бази А, яке не перевищує 0,032 мм

				КНУ.КБР.131.24.1-18.КП.20.3А			
				Контрольний пристрій			
Лист	№ докум.	Лист	Лист	Лист	Лист	Лист	Лист
Розроб.	Виконав.	Перев.	Лист	Лист	Лист	Лист	21
Проєкт.	Відп.	Лист	Лист	Лист	Лист	Лист	1
Інженер	Проєктує	Лист	Лист	Лист	Лист	Лист	Кафедра ТМ
Стр.	Начальн.	Лист	Лист	Лист	Лист	Лист	гр. ПМ-20

