

Міністерство освіти і науки України
Державний університет “Житомирська політехніка”
Кафедра механічної інженерії

“На правах рукопису”

УДК 621.91.002

“До захисту допущено”

Завідувач кафедри
механічної інженерії

Мельник О.Л.


(підпис)

(прізвище, ініціали)

БАКАЛАВРСЬКА
КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
зі спеціальності 131 “Прикладна механіка” (ОПІ “Високотехнологічний
комп’ютерний інжиніринг”)
на тему: “Технічна підготовка серійного виробництва маслонасосів
середньої потужності для колісних сільськогосподарських машин”

МІ 131.00.1/Б 102/с 010 00-ПЗ-ПЗ

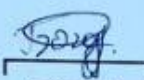
Студент
групи

ПМ-
142

шифр
групи

Козачок Богдан Олегович

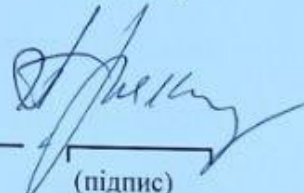
(прізвище, ім’я, по батькові)


(підпис)

Керівник

д.т.н., проф. Мельничук П.П.

(науковий ступінь та вчене звання, прізвище, ініціали)


(підпис)

ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»

Факультет комп'ютерно-інтегрованих технологій, мехатроніки і робототехніки

Кафедра механічної інженерії

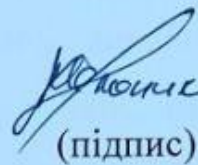
Освітній ступінь: бакалавр

Спеціальність: 131 «Прикладна механіка»

“ЗАТВЕРДЖУЮ”

Завідувач кафедри

механічної інженерії



(підпис)

Мельник О.Л.

(прізвище, ініціали)

ЗАВДАННЯ

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ БАКАЛАВРСЬКУ РОБОТУ СТУДЕНТУ

Козачку Богдану Олеговичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: «Технічна підготовка серійного виробництва маслонасосів середньої потужності для колісних сільськогосподарських машин» .

Керівник роботи: Мельничук Петро Петрович, д.т.н., проф.

Затверджена наказом по університету від «20» «03» 2025 р. № 102/с

2. Строк подання студентом роботи - 9 червня 2025 року.

3. Вихідні дані до роботи: виробничі потужності підприємств держави по виготовленню маслонасосів, ринкові пропозиції та потреби в маслонасосах середньої потужності, технології виготовлення маслонасосів на базових підприємствах, науково-технічна література по конструюванню та розрахунках маслонасосів, вітчизняні та зарубіжні патенти на маслонасоси середньої потужності, довідники по проектуванні різальних інструментів та технології машинобудування, інформаційні матеріали по САПР тощо.

4. Перелік завдань, які потрібно вирішити: Обґрунтувати доцільність конструкторської та технологічної підготовки серійного виробництва маслonaсосів середньої потужності; розробити конструкцію гідронасоса та його складових, виконати 3D основного виробу та його складових; виконати оцінку технологічності маслonaсоса середньої потужності; розробити технологію виготовлення маслonaсоса і його складових з використанням сучасного верстатного обладнання і різальних інструментів; розробити маршрутні і операційні технології механічного виготовлення елементів маслonaсоса та технології складання для умов серійного виробництва; обґрунтувати використання металообробного обладнання з ЧПК, різальних інструментів, пристосувань та контрольно-вимірювальної техніки; здійснити технічне нормування, оформити комплекс технологічної документації.

5. Орієнтовний перелік графічного матеріалу: 1. Загальний вигляд маслonaсоса в робочому стані – 1 арк. презентації; 2. Кресленики маслonaсоса, його складових та їх 3D моделі - 2-3 арк. презентації; Технологічні операції оброблення заготовок корпусних деталей та вал-шестерень маслonaсоса - 3-4 арк. презентації; Кресленники верстатних пристосувань для установки заготовок деталей маслonaсоса - 2-3 арк. презентації; Наладки технологічних операцій - 2-3 арк. презентації; Кресленик спеціального різального інструменту - 1-2 арк. презентації; Кресленик спеціального контрольного пристосування - 1 арк. пристосування; Комплект технологічної документації - 2-3 арк. презентації.

6. Дата видачі завдання 10 лютого 2025 року.

Студент



(підпис)

Козачок Б.О.

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи



(підпис)

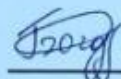
Мельничук П.П.

(прізвище та ініціали)

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН ВИКОНАННЯ РОБОТИ

№ з/п	Назва етапів бакалаврської роботи	Термін виконання	Примітка
1.	Виконання Загально-технічного розділу	05.03.2025	
2.	Виконання розділу “Конструкторська підготовка серійного виробництва маслonaсоса середньої потужності”	25.03.2025	
3.	Виконання розділу “Технологічна підготовка серійного виробництва маслonaсосів середньої потужності”	01.05.2025	
4.	Кінцеве оформлення змісту, висновків, графічної частини бакалаврської роботи	06.05.2025	
5.	Підготовка доповіді, ілюстративного матеріалу та презентації	23.05.2025	
6.	Передзахист кваліфікаційної роботи	30.05.2025	
7.	Подання бакалаврської роботи на кафедру	10.06.2025	
8.	Захист кваліфікаційної роботи в ЕК	згідно графіку захистів	

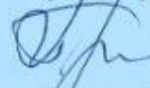
Студент


(підпис)

Козачок Б.О.

(прізвище та ініціали)

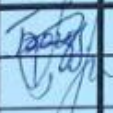
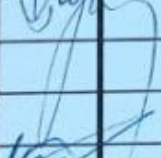
Керівник роботи


(підпис)

Мельничук П.П.

(прізвище та ініціали)

Форм.	Зона	Поз.	Позначення	Найменування	Кіл.	Примітка
			<u>Документація</u>			
			MI 131.00.1/Б 102/с 010 00-ПЗ	Пояснювальна записка		
			<u>Конструкторська документація</u>			
A2			MI 131.00.1/Б 102/с 010 01 СК	Масляний насос НШ-10 складальне креслення	1	
A2			MI 131.00.1/Б 102/с 010 02	Рознесена 3D модель масляного насосу НШ-10	1	
A2			MI 131.00.1/Б 102/с 010 03 СК	Приспособа для фрезер.	1	
A4			MI 131.00.1/Б 102/с 010 04	Специфікація	1	
			<u>Технологічна документація</u>			
A4			MI 131.00.1/Б 102/с 010 05-МК,ОК,КЕ	Технологічні карти	1	
A4			MI 131.00.1/Б 102/с 010 06-МК,ОК,КЕ	Технологічні карти	1	
A4			MI 131.00.1/Б 102/с 010 07-МК,ОК,КЕ	Технологічні карти	1	
A4			MI 131.00.1/Б 102/с 010 08-МК,ОК,КЕ	Технологічні карти	1	
A4			MI 131.00.1/Б 102/с 010 09-МК	Маршрутна карта складання	1	

					MI 131.00.1/Б 102/с 010 00 -ПЗ		
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата	Відомість бакалаврської кваліфікаційної роботи Державний університет «Житомирська політехніка», група ПМ-142		
Разроб.		Козачок Б.О.					
Перевір.		Мельничук П.П.					
Н.контр.							
Затверд.		Мельник О.Л.					
					Лит.	Лист	Листів
						1	1

АНОТАЦІЯ

Козачок Б.О. Технічна підготовка серійного виробництва маслонасосів середньої потужності для колісних сільськогосподарських машин – рукопис.

Бакалаврська кваліфікаційна робота представлена на здобуття ступеня вищої освіти «Бакалавр», галузі знань 13 «Механічна інженерія» спеціальності 131 «Прикладна механіка» (ОПП «Високотехнологічний комп'ютерний інжиніринг») – Державний університет «Житомирська політехніка», Житомир, 2024.

Кваліфікаційна робота містить 102 аркуш формату А4 пояснювальної записки, в тому числі 35 рисунків, 12 таблиці та список літератури з 15 джерел.

Дипломна робота "Технічна підготовка серійного виробництва маслонасосів середньої потужності для колісних сільськогосподарських машин" присвячена розробці ефективного технологічного процесу для серійного виготовлення масляних насосів середньої потужності.

Обґрунтовано потребу у виробництві масляних насосів середньої потужності виходячи з сучасних вимог до надійності, ефективності та технологічності.

Розроблено конструкцію насоса та основних складових, розроблено моделювання роботи масляного насоса в програмі SolidWorks, виявили та усунули потенційні недоліки;

Отримані результати були використані як основа для впровадження інновацій у сфері виробництва гідравлічних компонентів та подальшого вдосконалення процесів технічної підготовки виробництва.

ANNOTATION

Kozachok B.O. Technical preparation of serial production of medium-power oil pumps for wheeled agricultural machines - manuscript.

The bachelor's qualification work is presented for the degree of higher education “Bachelor”, field of knowledge 13 “Mechanical Engineering”, specialty 131 “Applied Mechanics” (Educational program “High-Tech Computer Engineering”) - State University “Zhytomyr Polytechnic”, Zhytomyr, 2024.

The qualification work contains 102 A4 sheets of explanatory note, including 35 figures, 12 tables and a list of references from 15 sources.

The diploma work “Technical Preparation of Serial Production of Medium Power Oil Pumps for Wheeled Agricultural Machines” is devoted to the development of an effective technological process for the serial production of medium power oil pumps.

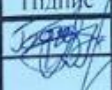
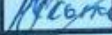
The need for the production of medium-power oil pumps was justified based on modern requirements for reliability, efficiency and manufacturability.

The design of the pump and its main components was developed, modeling of the oil pump operation was developed in the SolidWorks program, potential shortcomings were identified and eliminated.

The results obtained were used as a basis for the introduction of innovations in the field of hydraulic component production and further improvement of the processes of technical preparation of production.

ЗМІСТ

Вступ.....	10
1 Конструкторська підготовка.....	13
1.1 Аналіз характеристик масляних насосів середньої потужності	13
1.2 Вибір конструктивних рішень та матеріалів	16
1.3 Розробка конструкторської документації	20
1.4 Випробування та моделювання роботи масляного насоса засобами САПР SolidWorks	32
1.5 Внесення коригувань у конструкцію за результатами моделювання	37
1.6 Висновки по розділу	38
2 Технологічна підготовка	40
2.1 Вибір способів виробництва деталей масляного насоса	40
2.2 Розробка технологічних карт і маршрутів виготовлення.....	43
2.2.1 Розробка технологічного маршруту виготовлення деталі корпус	44
2.2.2 Розробка технологічного маршруту виготовлення деталі ведучої вал-шестерні.....	48
2.2.3 Розробка технологічного маршруту виготовлення деталі веденої вал-шестерні.....	52
2.2.4 Розробка технологічного маршруту виготовлення деталі кришка	55
2.2.5 Розробка технологічного маршруту виготовлення деталі підшипникова опора	58
2.3 Визначення обладнання, інструментів та оснащення.....	61
2.4 Автоматизація виробничих процесів.....	71
2.4.1 Розрахунок режимів різання.....	72
2.4.2 Універсально-збірний пристрій для фрезерної обробки корпусу масляного насоса	75
2.5 Контроль якості на етапах виготовлення	80
2.6 Висновки по розділу	81
3 Складання	82
3.1 Підготовка компонентів до складання	82
3.2 Технологічні процеси складання масляних насосів.....	82
3.3 Налаштування та тестування кінцевого виробу	85
3.4 Пакування та підготовка до транспортування.....	86
3.5 Висновки по розділу	86
4 Маркетинг.....	88

					МІ 131.00.1/Б 102/с 010 00-ПЗ		
Змін.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	ЗМІСТ Державний університет «Житомирська політехніка», група ПМ-142		
Розроб.		Козачок Б.О.					
Перевір.		Мельничук П.П.					
Реценз.							
Н. Контр.							
Затверд.		Мельник О.Л.					
					Літ.	Арк.	Аркушів
						8	136

4.1	Вибір каналів збуту та маркетингова стратегія.....	88
4.2	Сертифікація та відповідність стандартам.....	88
4.3	Логістика та постачання.....	89
4.4	Обслуговування та гарантійна підтримка.....	89
4.5	Висновки по розділу.....	90
	Висновки	91
	Список використаних джерел	92
	Додатки.....	94
	Додаток А Технологічні карти на виготовлення деталі корпус масляного насосу НШ-10	94
	Додаток Б Технологічні карти на виготовлення деталі ведучої вал-шестерні масляного насосу НШ-10	105
	Додаток В Технологічні карти на виготовлення деталі веденої вал-шестерні масляного насосу НШ-10	116
	Додаток Г Технологічні карти на виготовлення деталі кришка масляного насосу НШ-10	127
	Додаток Д Технологічні карти на виготовлення деталі підшипникової опори масляного насосу НШ-10	133
	Додаток Е Маршрутна карта складання масляного насосу НШ-10.....	139
4.6	Стіл слюсарно-складальний СРПС.....	140
	Додаток Е Рознесена 3D модель масляного насосу НШ-10	144
	Додаток Є Складальне креслення масляного насосу НШ-10.....	145
	Додаток Ж Специфікація масляного насоса.....	146

					МІ 131.00.1/Б 102/с 010 00-ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВСТУП

У сучасних умовах інтенсифікації сільськогосподарського виробництва та зростання потреби у високопродуктивній, надійній і енергоефективній техніці, особливе значення набуває вдосконалення елементів гідравлічних систем, зокрема маслонасосів середньої потужності. Колісні сільськогосподарські машини, які виконують широкий спектр робіт — від обробітку ґрунту до збирання врожаю, — потребують стабільного та безперебійного функціонування всіх систем, серед яких гідросистема відіграє ключову роль. Маслонасоси забезпечують передачу гідравлічної енергії, що є основою для керування робочими органами машин, приводу гідроциліндрів, систем рульового управління та інших функціональних елементів.

У зв'язку з цим виникає необхідність у розробці та серійному виробництві маслонасосів, які відповідатимуть сучасним технічним і технологічним вимогам. Це, у свою чергу, потребує всебічної підготовки виробництва, яка включає як конструкторські рішення, так і розробку оптимальної технології виготовлення деталей і складання виробу в цілому. Без належної технічної підготовки серійне виробництво не може забезпечити необхідну якість, продуктивність та економічну ефективність.

Технічна підготовка серійного виробництва — це комплекс організаційних і технічних заходів, що забезпечують впровадження нових виробів у масове або серійне виробництво. Вона охоплює розробку і впровадження технічної документації, проектування конструкції виробу, визначення оптимальних технологічних процесів, підбір та обґрунтування обладнання, інструменту, пристосувань і контрольно-вимірювальних засобів. У випадку маслонасосів середньої потужності, особливо важливо забезпечити високу точність виготовлення та надійність компонентів, які працюють під тиском у складних умовах експлуатації.

Актуальність обраної теми зумовлена як технічними потребами вітчизняного сільськогосподарського машинобудування, так і глобальними тенденціями в напрямку автоматизації та модернізації гідросистем. У більшості

					МІ 131.00.1/Б 102/с 010 00-ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

сучасних моделей сільськогосподарських машин використовується гідропривід, який дозволяє забезпечити плавність і точність керування робочими органами. Від якості роботи маслонасоса залежить ефективність функціонування всієї гідравлічної системи, тому підхід до його розробки й виготовлення повинен бути ґрунтовним і системним.

Крім того, важливим чинником є впровадження у виробничий процес сучасного обладнання, зокрема верстатів з числовим програмним керуванням (ЧПК), які дозволяють значно підвищити продуктивність, точність обробки та зменшити частку ручної праці. Це не лише покращує якість продукції, а й сприяє зниженню витрат, оптимізації трудових ресурсів і скороченню часу на виготовлення виробів.

У процесі виконання цієї роботи передбачається вирішення комплексу завдань, які є необхідними для повноцінної реалізації серійного виробництва маслонасосів середньої потужності. Зокрема, необхідно:

обґрунтувати доцільність здійснення конструкторської та технологічної підготовки виробництва;

розробити конструкцію гідронасоса та його основних елементів, враховуючи вимоги до надійності, простоти виготовлення і збирання, а також можливість технічного обслуговування;

виконати 3D-моделювання виробу та його складових;

провести оцінку технологічності конструкції, визначити її відповідність вимогам серійного виробництва, рівень уніфікації та стандартизації, можливості автоматизації виготовлення;

розробити детальну технологію виготовлення основних компонентів насоса з використанням сучасного металообробного обладнання та різального інструменту;

створити маршрутні та операційні карти механічної обробки;

обґрунтувати вибір обладнання з ЧПК, пристосувань, інструментів і засобів контролю;

					МІ 131.00.1/Б 102/с 010 00-ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

здійснити технічне нормування виробничих процесів, що включає визначення тривалості виконання операцій, розрахунок витрат часу і ресурсів;

оформити повний комплект технологічної документації, що є необхідним для впровадження виробу у серійне виробництво.

Таким чином, обрана тема є актуальною з точки зору як технічного розвитку машинобудування, так і організації ефективного серійного виробництва з урахуванням сучасних вимог до якості та продуктивності. Виконання даної роботи сприятиме розширенню науково-практичних знань у галузі конструкторсько-технологічної підготовки виробництва та може бути використано як основа для подальшого вдосконалення процесів виготовлення складних гідравлічних систем.

					МІ 131.00.1/Б 102/с 010 00-ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1 КОНСТРУКТОРСЬКА ПІДГОТОВКА

1.1 Аналіз характеристик масляних насосів середньої потужності



Рисунок 1.1 – Насос типу НШ загальний вигляд [2]

Таблиця 1.1 – Технічні характеристики насоса НШ-10М-3 Гідросила [2]

Параметри	Характеристики
Робочий об'єм	10 см ³
Розмір А (креслення)	48 мм
Розмір В (креслення)	112 мм
Максимальний тривалий тиск	160 Бар
Максимальний короткочасний тиск	210 Бар
Максимальний піковий тиск	250 Бар
Мінімальна частота обертання при ≤ 100 Бар	700 хв ⁻¹
Максимальна частота обертання	3600 хв ⁻¹
Номінальна потужність	7,4 кВт
Вага	1,5 кг

Маслонасоси середньої потужності є ключовими елементами гідравлічних систем, що широко застосовуються в сільськогосподарській техніці, зокрема в колісних машинах, які виконують значні обсяги роботи в складних експлуатаційних умовах [1]. Загальний вигляд насосу типу НШ показано на рис. 1.1. До таких насосів висувається низка технічних, експлуатаційних та

					МІ 131.00.1/Б 102/с 010 00-ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

конструкційно-технологічних вимог, що обумовлюють особливості їх проектування. Приклад основних технологічних характеристик якими володіє насос НШ представлений табл. 1.1.

Насамперед, основною функцією маслоснасоса є перетворення механічної енергії, що надходить від приводу, у гідравлічну енергію потоку робочої рідини під тиском. Виходячи з цього, головною вимогою до насоса є його здатність забезпечувати стабільний тиск і витрату оливи протягом тривалого часу роботи.

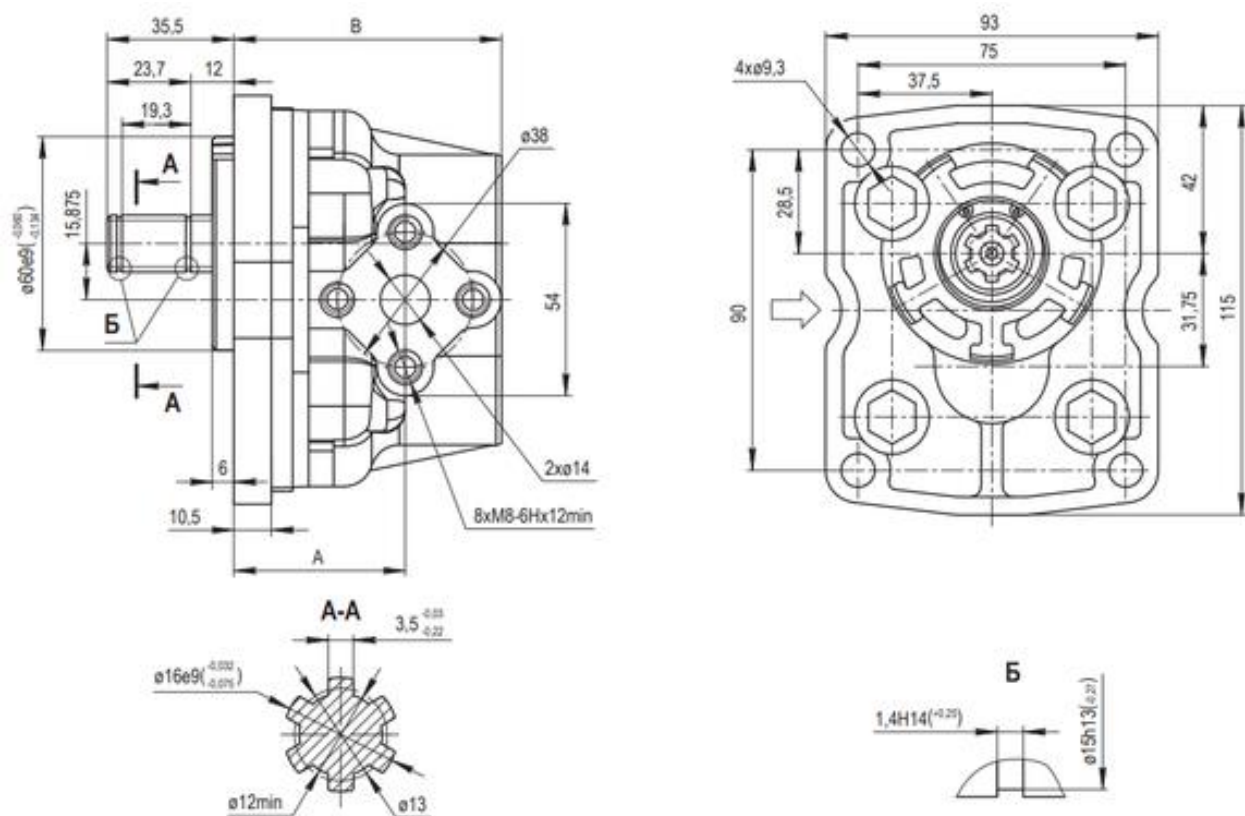


Рисунок 1.2 – Робоче креслення маслоснасоса типу НШ [2]

До основних технічних вимог належать:

Робочий тиск: маслоснасос повинен забезпечувати робочий тиск у діапазоні 10–25 МПа (в залежності від моделі і конкретного призначення).

Продуктивність: необхідно забезпечити достатню подачу оливи (від 20 до 80 л/хв) для стабільної роботи виконавчих механізмів сільськогосподарської машини.

					МІ 131.00.1/Б 102/с 010 00-ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ККД: насос повинен мати високий коефіцієнт корисної дії (не нижче 85%), щоб мінімізувати втрати енергії та нагрівання рідини.



Рисунок 1.3 – Варіанти розміщення маслоснабачення на тракторі [2]

Рівень шуму і вібрацій: особливо важливо для агрегатів, які працюють безпосередньо біля оператора.

Конструктивні вимоги включають [1]:

Компактність і маса: обмеження щодо габаритних розмірів і маси, оскільки насос встановлюється на мобільну техніку.

Міцність корпусу: корпус та основні компоненти повинні витримувати не лише внутрішній тиск, а й механічні навантаження від вібрацій і ударів.

Герметичність: унеможливлення витоків оливи та проникнення пилу, що особливо важливо в польових умовах.

Взаємозамінність компонентів: спрощує ремонт і обслуговування.

Експлуатаційні вимоги охоплюють:

Надійність: ресурс роботи повинен бути не менше 3–5 тисяч мотогодин без капітального ремонту.

Температурна стабільність: здатність ефективно працювати при температурі навколишнього середовища від -30°C до $+50^{\circ}\text{C}$.

Стійкість до агресивного середовища: контакт з пилом, вологою, агрохімікатами не повинен призводити до передчасного зносу.

					МІ 131.00.1/Б 102/с 010 00-ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Технологічні вимоги, які мають бути враховані ще на етапі проектування:

Технологічність деталей: конструкція повинна забезпечити можливість обробки на серійному обладнанні без надлишкових витрат часу та ресурсів.

Спрощення складання: мінімізація кількості нестандартних з'єднань, полегшення доступу до вузлів.

Можливість автоматизації обробки та складання: орієнтація на використання верстатів з ЧПК, роботизованих систем.

Загалом, аналіз вимог до маслонасосів середньої потужності дозволяє сформулювати чітке технічне завдання для їх проектування та серійного виготовлення. У подальших розділах цієї роботи буде розглянуто, яким чином ці вимоги реалізуються на практиці — через вибір конструктивної схеми насоса, оптимізацію технологічного процесу, підбір обладнання та розробку конструкторської документації.

1.2 Вибір конструктивних рішень та матеріалів

На етапі конструкторської підготовки серійного виробництва особливе значення має обґрунтований вибір конструктивних рішень, які визначають загальний вигляд маслонасоса, а також вибір матеріалів, що безпосередньо впливають на його міцність, довговічність, технологічність виготовлення та вартість. Конструктивна схема, форма і розміщення основних елементів насоса повинні відповідати всім вимогам, сформульованим у попередньому підрозділі, а також враховувати умови серійного виробництва [3, 4].

У даній роботі як базову конструкцію вибрано шестеренний насос зовнішнього зачеплення (рис. 1.3), що є найбільш поширеним типом маслонасоса середньої потужності, який використовується в сільськогосподарських машинах. Його основні переваги — простота конструкції, надійність, відносно невисока вартість виготовлення, зручність технічного обслуговування, високий ККД (до 90%) та можливість роботи в складних умовах [5].

					МІ 131.00.1/Б 102/с 010 00-ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

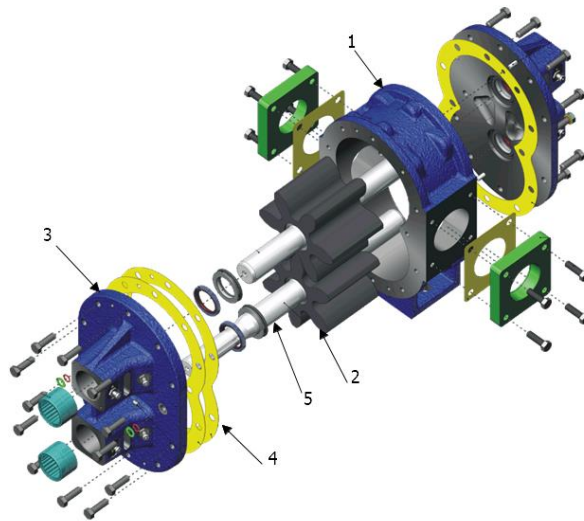


Рисунок 1.4 – Основні складові шестеренного маслонасоса:

1 - корпус; 2 - ведуча та ведена шестерні; 3 - кришка з підшипниковими гніздами; 4 - ущільнення, прокладки та ущільнюючі кільця; 5 – Вал.

Вибір конструктивних рішень:

Корпус насоса (рис. 1.4) виконується у вигляді литої або обробленої заготовки з чавуну або алюмінієвого сплаву. Для забезпечення високої жорсткості та точності взаємного розміщення отворів під шестерні та вали, корпус виконується з мінімальною кількістю складових частин. Конструкція повинна бути симетричною для зменшення деформацій при навантаженні та полегшення обробки [4].

					МІ 131.00.1/Б 102/с 010 00-ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Рисунок 1.5 – Корпус насоса

Шестерні виготовляються циліндричні з прямим зовнішнім зачепленням (рис. 1.5). Це найпростіший у виготовленні тип зачеплення, який забезпечує достатню надійність і плавність роботи. Модуль, кількість зубців та ширина зубчастого вінця розраховуються з урахуванням робочого тиску, частоти обертання та потрібної подачі [6].



Рисунок 1.6 – Шестерні маслонасоса НШ

					МІ 131.00.1/Б 102/с 010 00-ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Опори валів реалізуються у вигляді ковзних (рис. 1.6) або роликових підшипників, які розміщуються у корпусі насоса або у знімній кришці. Використання стандартних підшипників значно спрощує технологію виготовлення та ремонту [7].



Рисунок 1.7 – Підшипникові втулки

Ущільнення повинні забезпечувати герметичність у зонах з'єднання кришки з корпусом, а також у зонах виходу валів. Застосовуються як класичні ущільнюючі кільця (О-ринги), так і спеціальні манжети для валів [8].

Кріплення насоса до гідросистеми передбачається через фланець або різьбові отвори, залежно від моделі сільськогосподарської машини [5].

Вибір матеріалів:

Вибір матеріалів визначається умовами експлуатації, необхідною зносостійкістю, технологічністю обробки та вартістю. Для маслонасосів середньої потужності використовуються наступні матеріали:

Корпус насоса: сірий чавун (СЧ20–СЧ25) — забезпечує хорошу оброблюваність, достатню міцність та демпфуючі властивості. У деяких

					МІ 131.00.1/Б 102/с 010 00-ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

випадках можливе використання алюмінієвих сплавів (наприклад, АК5М2) — для зменшення маси [4].

Шестерні: сталь 40Х або 45 — загартована після механічної обробки для підвищення твердості та зносостійкості. Зубчасті вінці шестерень повинні мати твердість не нижче HRC 45–50 [3].

Вали: конструкційна легована сталь 40Х або 38Х2МЮА — з термічною обробкою для забезпечення міцності при передачі крутного моменту [6].

Кришка та підшипникові щити: сталеві або чавунні виливки — залежно від навантажень. Часто застосовують ті ж матеріали, що і для корпусу, для зменшення різномірності при термічних деформаціях [3].

Ущільнювачі: гума маслостійка (наприклад, NBR), фторопласт, поліуретан - залежно від температурного режиму та типу робочої рідини [8].

Кріпильні елементи: стандартні гвинти і болти з вуглецевої сталі з антикорозійним покриттям (цинк або фосфатування) [7].

Загалом, вибір конструктивної схеми шестеренного насоса та відповідних матеріалів забезпечує оптимальне співвідношення між надійністю, довговічністю, технологічністю та економічністю виробу. Усі вибрані матеріали мають широку поширеність у машинобудівній галузі, що полегшує постачання і скорочує терміни освоєння серійного виробництва [5, 6].

1.3 Розробка конструкторської документації

Визначимо циркуляційну об'ємну витрату масла:

$$V_{\text{ц}} = \frac{2,78 \cdot 10^{-4} \cdot \xi \cdot N_e \cdot q}{\Delta T \cdot c_M \cdot \rho_M} \quad (1.1)$$

де ξ - коефіцієнт запасу витрати масла, необхідного у випадках перевантаження та форсування двигуна, порушення герметичності з'єднань системи, збільшення зазорів при зношуванні. Приймаємо; $\xi = 1,5 \dots 3,5$ $\xi = 3$ [10]

$N_e = 55 \text{ кВт}$ – номінальна ефективна потужність двигуна;

					МІ 131.00.1/Б 102/с 010 00-ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ΔT – перепад температури масла на виході з двигуна та на вході до нього, для форсованих двигунів з водомасляними охолоджувачами.

Приймаємо; $\Delta T = 5 \dots 8^{\circ}\text{C}$ $\Delta T = 8^{\circ}\text{C}$

$c_M = 2 \frac{\text{кДж}}{\text{кг} \cdot \text{К}}$ - Середня теплоємність масла,

$\rho_M = 900 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$ -Щільність масла [18].

$$V_u = \frac{2,78 \cdot 10^{-4} \cdot 3 \cdot 55 \cdot 250}{8 \cdot 2 \cdot 900} = 0,000796 \text{ м}^3/\text{с}$$

Розрахункову продуктивність насоса з урахуванням витоків олії через торцеві та радіальні зазори визначають наступним чином:

$$V_p = \frac{V_u}{\eta_H} \quad (1.2)$$

де η_H - Коефіцієнт подачі. $\eta_H = 0,6 \dots 0,8$ [4]

$$V_p = \frac{0,000796}{0,7} = 0,00114 \text{ м}^3/\text{с}$$

Приймаємо наступні параметри шестерень насоса: Модуль зачеплення зуба, висота зуба, число зубів шестерні $m = 3,25 \text{ мм}$

$$h = 2 \cdot m \quad (1.3)$$

$$h = 2 \cdot 3,25 = 6,5 \text{ мм}$$

$$z = 10$$

Задавшись числом зубів і модулем зачеплення, визначимо діаметр ділового кола: d

$$d = m \cdot z \quad (1.4)$$

					МІ 131.00.1/Б 102/с 010 00-ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$d = 3,25 \cdot 10 = 32,5 \text{ мм}$$

Діаметр зовнішнього кола шестерні: d_a

$$d_a = d + 2 \cdot m \quad (1.5)$$

$$d_a = 32,5 + 2 \cdot 3,25 = 39 \text{ мм}$$

Діаметр основного кола:

$$d_b = d \cdot \cos(\alpha) \quad (1.6)$$

$$d_b = 32,5 \cdot \cos(20^\circ) = 30,54 \text{ мм}$$

Діаметр западин зубів:

$$d_f = d - 2,5 \cdot m \quad (1.7)$$

$$d_f = 32,5 - 2,5 \cdot 3,25 = 24,375 \text{ мм}$$

Окружна швидкість обертання шестерні на зовнішньому діаметрі має перевищувати 8...10 м/с, оскільки за великих значеннях швидкості коефіцієнт подачі насоса значно зменшується. Приймаємо її рівною $u_n = 9 \text{ м/с}$ [9].

Визначимо частоту обертання шестерні (насоса):

$$n_{\text{вн}} = \frac{60 \cdot u_n}{\pi \cdot d_a} \quad (1.8)$$

$$n_{\text{вн}} = \frac{60 \cdot 9}{3,14 \cdot 0,039} = 2940 \text{ об/хв}$$

Задавшись значеннями m , z_i , визначимо довжину зуба u_n шестірни:

					МІ 131.00.1/Б 102/с 010 00-ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$b = \frac{60 \cdot V_p}{2\pi \cdot m^2 \cdot z \cdot n_{en}} \quad (1.9)$$

$$b = \frac{60 \cdot 0,00114}{2 \cdot 3,14 \cdot 0,00325^2 \cdot 10 \cdot 2940} = 0,0155 \text{ м}$$

Приймаємо 16 мм

Задавши робочий тиск олії в системі $p = 40 \cdot 10^4 \text{ Па}$ і механічний ККД масляного насоса механічного ККД масляного насоса $\eta_{mn} = 0,89$, визначаємо потужність, що витрачається на привід масляного насоса:

$$N_H = \frac{V_p \cdot p}{\eta_{mn} \cdot 10^3} \quad (1.10)$$

$$N_H = \frac{0,00114 \cdot 40 \cdot 10^4}{0,89 \cdot 10^3} = 0,51 \text{ кВт}$$

Товщина зуба по ділільному колу:

$$s = m \cdot \frac{\pi}{2} \quad (1.11)$$

Кут профілю на колі вершин:

$$\alpha_a = \arccos\left(\frac{r_b}{r_a}\right) \quad (1.12)$$

Товщина зубів по колу вершин

$$s_a = m \cdot \frac{\cos(\alpha)}{\cos(\alpha_a)} \cdot \left(\frac{\pi}{2} - z \cdot (\text{inv}(\alpha_a) - \text{inv}(\alpha)) \right) \quad (1.13)$$

Для побудови евольвенти будемо використовувати систему рівнянь евольвентного кола в параметричному вигляді:

					МІ 131.00.1/Б 102/с 010 00-ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

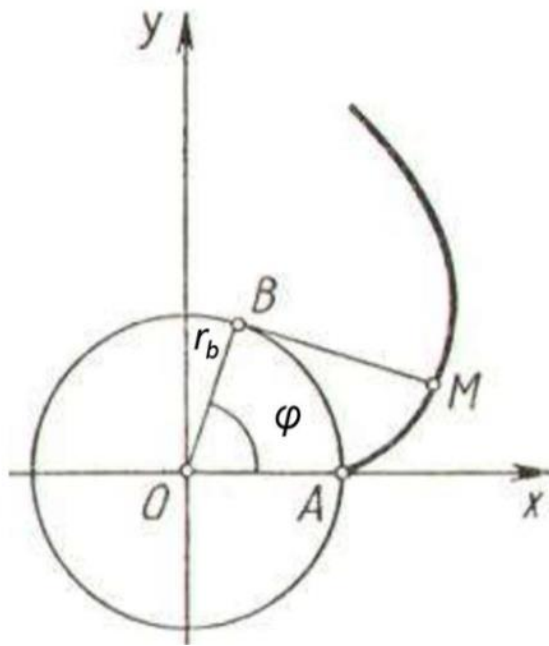


Рисунок 1.8 – Приклад побудови евольвентної кривої

$$\begin{cases} x = r_b \cdot (\cos \varphi + \varphi \cdot \sin \varphi) \\ y = r_b \cdot (\sin \varphi - \varphi \cdot \cos \varphi) \end{cases} \quad (1.14)$$

де, r_b – радіус основного кола

φ – кут повороту прямої

До виходу із зачеплення попередньої пари зубів між точками зачеплення виходить замкнутий об'єм рідини.

При відсутності в шестеренному насосі спеціальних розвантажувальних пристроїв, що повідомляють цей защемлений об'єм з лінією всмоктування або лінією нагнітання насоса, за період зменшення цього об'єму відбудеться різке збільшення тиску в цій порожнині, так як рідина практично стискається і виштовхування її відбудеться через торець і опору.

Надалі викладі, говорячи про зачеплення в якійсь точці, матимемо на увазі, що зачеплення має місце по прямій, що проходить через цю точку перпендикулярно до площини креслення, тобто по довжині зуба.

Схема на рис. 1.7 відноситься до випадку безззорного зачеплення, коли контакт відбувається як з робочої, так і з неробочої сторони профілю зуба. В

					МІ 131.00.1/Б 102/с 010 00-ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

цьому випадку весь защемлений об'єм рідини розбивається на дві частини, причому треба розглядати зміну об'єму рідини, укладеного між точкою зачеплення та точкою контакту неробочої сторони профілю зуба. Цей обсяг зменшуватиметься від початку зачеплення в точці А до моменту збігу осі западини провідної шестірні з віссю сполученого зуба вед шестірні.

Положення II на рис. 1.7 є положення мінімального защемленого обсягу; при подальшому повороті вказаний обсяг збільшується.

При зачепленні, близькому до безззорного, тобто коли бічні зазори з неробочої сторони зубів незначні (порядку 0,01m), розвантажувальні пристрої повинні бути влаштовані так, щоб у момент, відповідний положенню II. вони відключалися оскільки подальше повідомлення защемленого об'єму з лінією нагнітання призвело до перетікання рідини з порожнини нагнітання в цей обсяг.

[11]

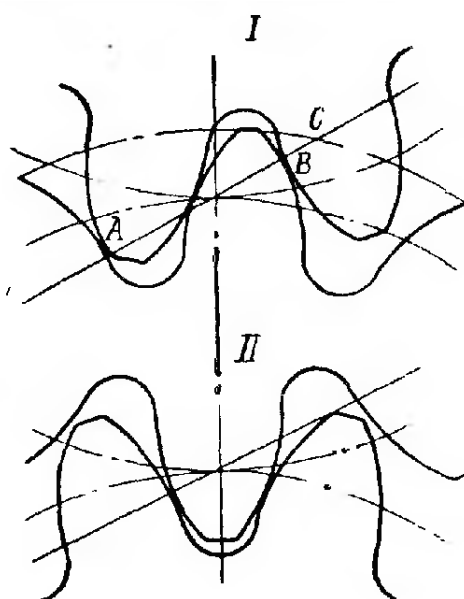


Рисунок 1.9 Початок зачеплення (I) та положення мінімального замкненого об'єму (II) при безззорному зачепленні.

					МІ 131.00.1/Б 102/с 010 00-ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

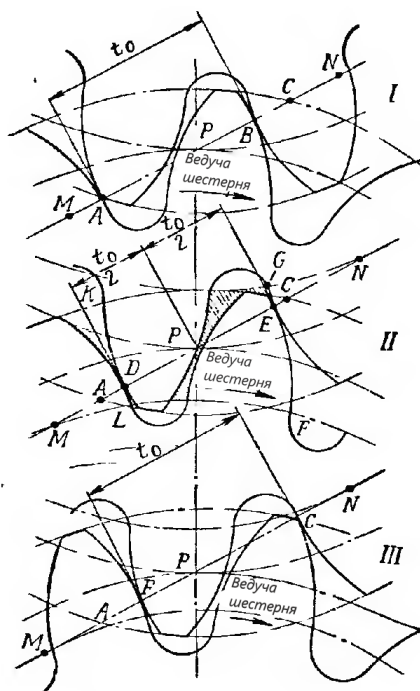


Рисунок 1.10 – Початок зачеплення (I), положення мінімального замкненого об'єму (II) та кінець зачеплення (III) за наявності бічного зазору

Повний витісняючий об'єм обчислюється за формулою виведення якої представлено в [11]:

$$q_b = \frac{b \cdot 2 \cdot \pi \cdot t_0^3 \cdot (\varepsilon - 1)^2}{z \cdot t_0 \cdot 4} = \frac{\pi \cdot b}{2 \cdot z} \cdot t_0^2 \cdot (\varepsilon - 1)^2 \quad (1.15)$$

Вище було розглянуто питання про виникнення защемленого об'єму в момент вступу в зачеплення нової пари зубів і про зміну цього об'єму при подальшому обертанні шестерень. Як було зазначено, цей обсяг зменшується з моменту виникнення (положення I рис 1.9) до моменту розташування точок зачеплення симетрично щодо полюса (положення II, рис. 1.9). Так як рідина практично нестислива, то за відсутності спеціальних розвантажувальних пристроїв це зменшення обсягу супроводжуватиметься різким підвищенням тиску рідини, яка видавлюватиметься через торцеві зазори на лінію всмоктування. Велике підвищення тиску може мати місце і за наявності розвантажувальних пристроїв, що з'єднують замкнуту порожнину з лінією

					МІ 131.00.1/Б 102/с 010 00-ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

нагнітання, якщо прохідні перерізи для вичавлюваної рідини значно менше наведених нижче розрахункових величин. Виникає значне підвищення тиску, надає шкідливий вплив на роботу вузла, що гойдає, у зв'язку з створюваними великими навантаженнями на шестірні, що призводять до зносу зуба і перевантаження підшипників.

Усунути шкідливий вплив замиканої у западинах зубів рідини при $\varepsilon > 1$ можна двома способами:

- 1) введенням розвантажувальних вікон (каналок),
- 2) підбором умов зачеплення шестерень.

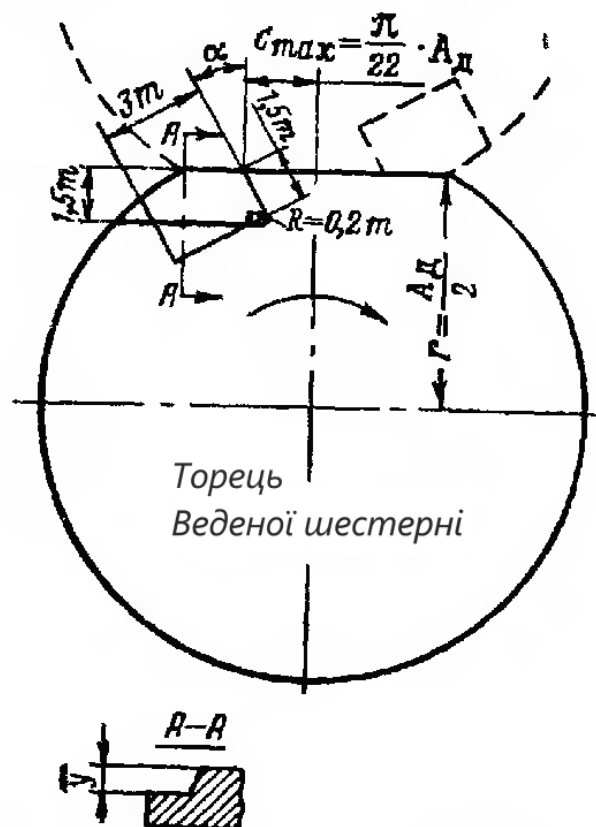


Рисунок 1.11 – Параметри розвантажувального вікна

					МІ 131.00.1/Б 102/с 010 00-ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

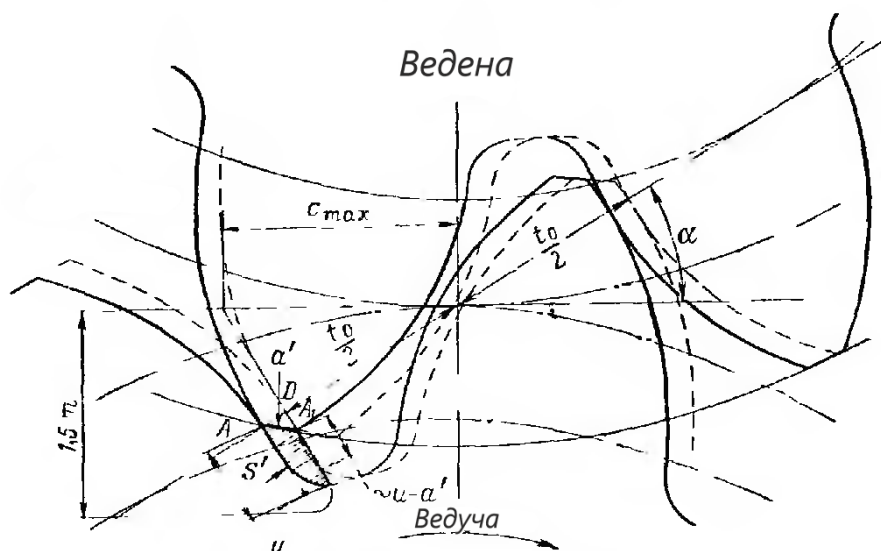


Рисунок 1.12 – Параметри розміщення розвантажувального вікна

Ширину канавки можемо визначити за формулою приведеною на стр.105 [11]

$$b \approx 0,6 \cdot m + t_0 \cdot (\varepsilon - 1) \quad (1.16)$$

Глибина канавки можна визначити по формулі (ф.166 [19])

$$y = 3 \cdot 10^{-5} \cdot b \cdot m \cdot (\varepsilon - 1) \cdot n \quad (1.17)$$

де n – частота обертання приведенного валу (об/хв)

Опорні реакції визначаємо лише веденої шестерні, як найбільш навантаженої.

Розрахунок ведеться для точки зачеплення, що віддаляється від початку зачеплення на відстані 0,83 основного кроку, так як для цього положення тиск на зуб близький до максимального.

Розрахунок ведеться за наближеною методикою, викладеною в главі II [11].

Цілком прийнятна для практичних інженерних розрахунків формула для визначення навантаження на обидві опори:

					МІ 131.00.1/Б 102/с 010 00-ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$P = 0,85 \cdot p \cdot b \cdot D_e \quad (1.18)$$

де p – тиск нагнітання насосом (Па)

D_e – діаметр вершин шестерні

b – ширина шестерні

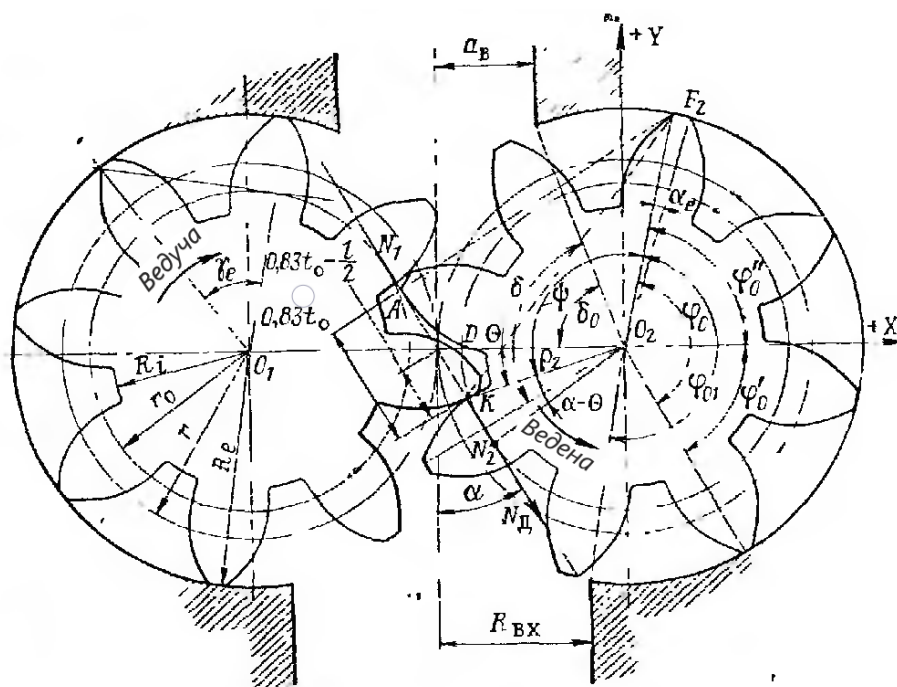


Рисунок 1.13 – До розрахунку навантаження на опору шестерні

Крутний момент який передається на ведену шестерню

$$M_k = p \cdot b \cdot \frac{R_e^2 - p_2^2}{2 \cdot \eta_m} \quad (1.19)$$

Нормальна сила яка діє на зуб шестерні

$$N_d = \frac{M_k}{r_0} \quad (1.20)$$

					МІ 131.00.1/Б 102/с 010 00-ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Проекції сили тиску на осі

$$N_{dx} = \frac{M_k}{r_0} \sin \alpha \quad (1.21)$$

$$N_{dy} = -\frac{M_k}{r_0} \cos \alpha \quad (1.22)$$

Гідростатичні сили які діють зі сторони нагнітання

$$P_{gx} = p \cdot b \cdot (\varrho_2^2 \cdot \sin \theta + R_e \cdot \sin(\psi - \theta)) \quad (1.23)$$

$$P_{gy} = p \cdot b \cdot (R_e \cdot \cos(\psi - \theta) - \varrho_2^2 \cdot \cos \theta) \quad (1.24)$$

Відстань від центру веденої шестерні до обраної точки зачеплення визначається з прямокутного трикутника O_2N_2K (див. рис. 1.12):

$$\varrho_2^2 = r_0^2 + \left[r_0 \cdot tg \alpha - \left(0,83 \cdot t_0 - \frac{l}{2} \right) \right]^2 \quad (1.25)$$

Кут θ між ϱ_2 та віссю X знаходимо з трикутника O_2KD , в якому катет

$$KD = \left(0,83 \cdot t_0 - \frac{l}{2} \right) \cdot \cos \alpha \quad (1.26)$$

$$\theta = \arcsin \left(\frac{\left(0,83 \cdot t_0 - \frac{l}{2} \right) \cdot \cos \alpha}{\varrho_2} \right) \quad (1.27)$$

Кут між радіусом-вектором, проведеним у крайню точку евольвенти зуба, та радіусом основного кола, проведеним у точку торкання, визначаємо з рівності

$$\gamma_e = \arccos \frac{r_0}{R_e} \quad (1.28)$$

					МІ 131.00.1/Б 102/с 010 00-ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Кут ψ від прийнятої точки зачеплення до вершини зуба, що обмежує зону високого тиску, знаходимо так:

$$\delta_0 = \arccos \frac{r - a_{\text{вих}}}{R_e} \quad (1.29)$$

де $a_{\text{вих}}$ — довжина вихідного вікна від центру зачеплення до кромки

$$\delta = \delta_0 + \theta - \text{inv}(\alpha - \theta) + \text{inv}\gamma_e \quad (1.30)$$

$$\psi = \frac{2 \cdot \pi}{z} \cdot (n_1 + 1) - \text{inv}\gamma_e + \text{inv}(\alpha - \theta) - \alpha_e \quad (1.31)$$

де

$$\alpha_e = \frac{\pi}{z} - 2 \cdot (\text{inv}\gamma_e - \text{inv}\alpha) \quad (1.32)$$

Кут φ_{01} від початку перехідної зони до лінії всмоктування (до краю вихідного вікна) знайдемо з рівності

$$\varphi_{01} = \arcsin \left(\frac{r - R_{\text{вх}}}{R_e} + \frac{3 \cdot \pi}{2} - (\psi - \theta) \right) \quad (1.33)$$

$$\varphi_0'' = \pi - (\psi - \theta) \quad (1.34)$$

$$\varphi_0' = \varphi_0 - \varphi_0'' \quad (1.35)$$

Кут φ_0 на який нагнітання до всмоктування, поширюється перехідна визначиться виходячи з числа шагів n_2

$$\varphi_{01} \cdot \frac{z}{2 \cdot \pi} = n_2 + \text{дріб} \quad (1.36)$$

$$\varphi_0 = \frac{2 \cdot \pi}{z} \cdot n_2 + \alpha_e \quad (1.37)$$

					МІ 131.00.1/Б 102/с 010 00-ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Для визначення проєкцій на осі X і Y гідравлічних сил, що діють у перехідній зоні від нагнітання до всмоктування, у наближеному методі розрахунку прийнято, що перепад тисків відбувається поступово і що тиск у будь-якій точці перехідної зони пропорційне куту від початку цієї зони.

Знаходимо проєкції цих сил:

$$P'_{gx} = -\frac{p \cdot b \cdot R_e}{\varphi_0} (\varphi_0 \cdot \sin \varphi''_0 + \cos \varphi''_0 - \cos \varphi'_0) \quad (1.38)$$

$$P'_{gy} = -\frac{p \cdot b \cdot R_e}{\varphi_0} (\sin \varphi'_0 + \sin \varphi''_0 - \varphi_0 \cdot \cos \varphi''_0) \quad (1.39)$$

Сума проєкцій всіх сил які діють на осі

$$X = P_{gx} + P'_{gx} + N_{dx} \quad (1.40)$$

$$Y = P_{gy} + P'_{gy} + N_{dy} \quad (1.41)$$

Рівнодіюча цих сил

$$P = \sqrt{X^2 + Y^2} \quad (1.42)$$

1.4 Випробування та моделювання роботи масляного насоса засобами САПР SolidWorks

Метою даного етапу дослідження є проведення віртуального моделювання роботи масляного насоса за допомогою інструментів SolidWorks, зокрема модулів Motion Analysis та Flow Simulation, з метою аналізу кінематичних, гідродинамічних та енергетичних характеристик пристрою.

					МІ 131.00.1/Б 102/с 010 00-ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

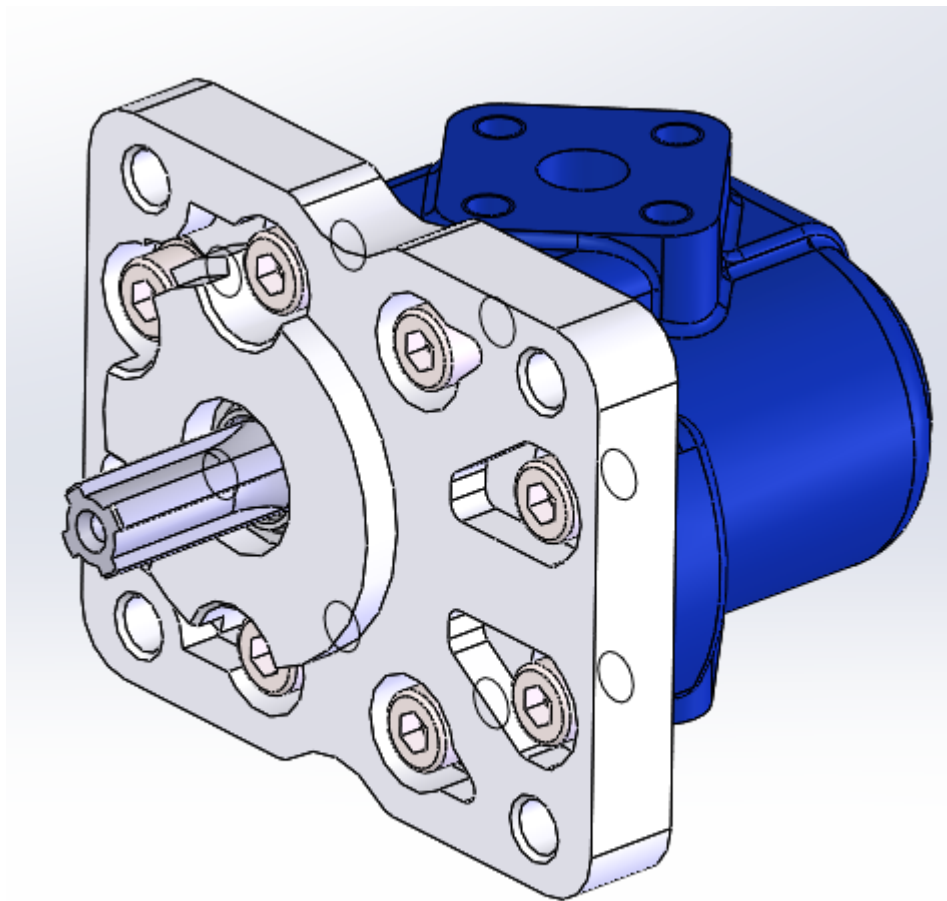


Рисунок 1.14 – 3Д модель маслонасоса

Етапи моделювання та застосовані функції

1. Імпорт геометрії

Використано наявну 3D-модель масляного насоса у форматі .sldasm (рис. 1.13).

Перевірено цілісність вузла, задано типи контактів між компонентами (Fixed, Revolute).

2. Кінематичне моделювання (Motion Study)

Модуль: Motion Analysis

					МІ 131.00.1/Б 102/с 010 00-ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

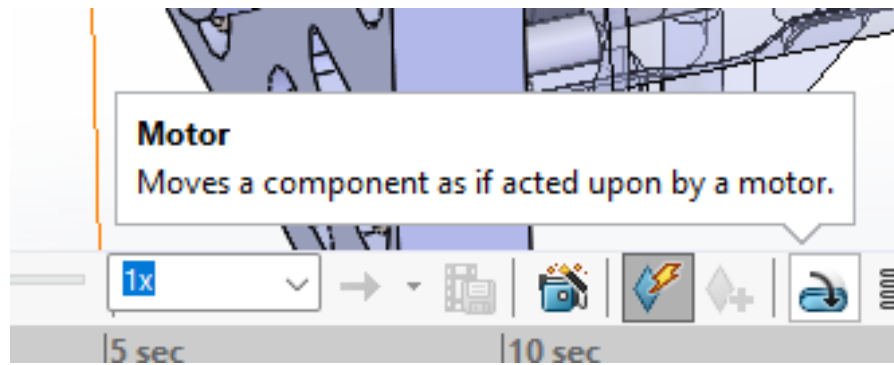


Рисунок 1.15 – Задання функції мотор

Функції та етапи:

Motor — додано обертовий рух на приводний вал зі швидкістю 3000 об/хв (рис. 1.14).

Contacts (Solid Body Contact) — задано взаємодію між шестернями.

Gravity — активовано для врахування дії сили тяжіння.

Time Frame — симуляція задана на 5 секунди з інтервалом 0.01 с.

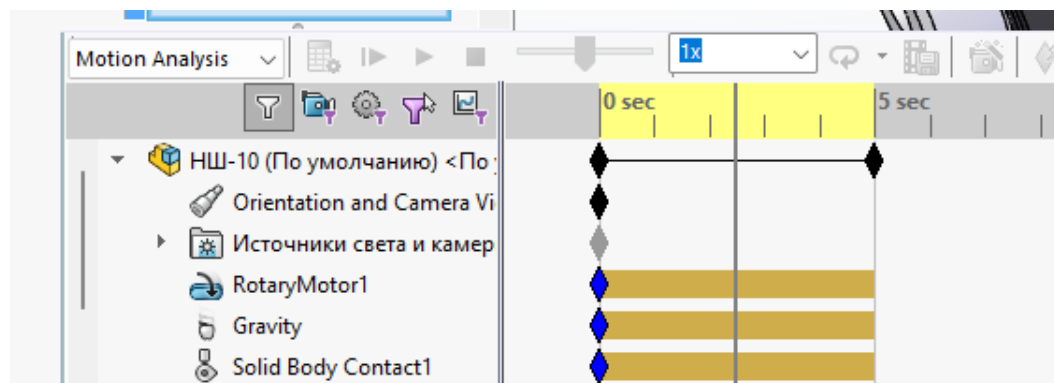


Рисунок 1.16 – Функції які були накладені на модель насоса

Результати:

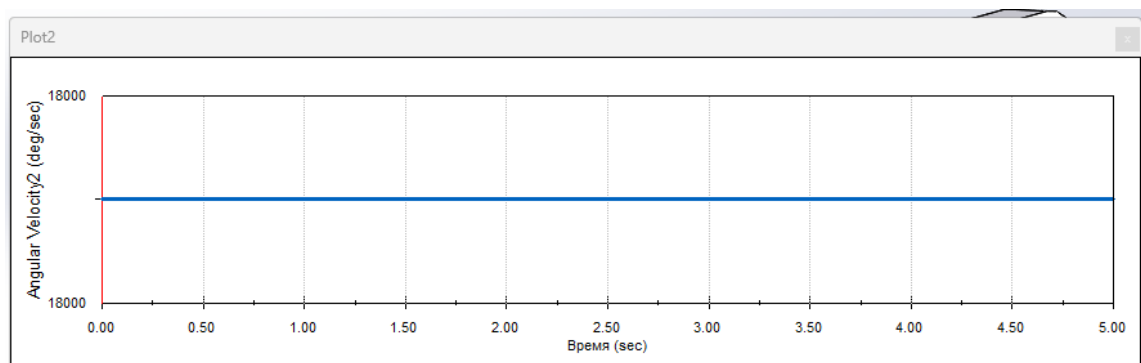


Рисунок 1.17 – Графік зміни кутової швидкості.

					МІ 131.00.1/Б 102/с 010 00-ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Аналіз переданого моменту

Виявлення точок перевантаження.

3. Гідродинамічне моделювання (CFD)

Модуль: Flow Simulation

Етапи:

Flow Simulation Wizard — покрокове налаштування симуляції:

Тип аналізу: Internal Flow.

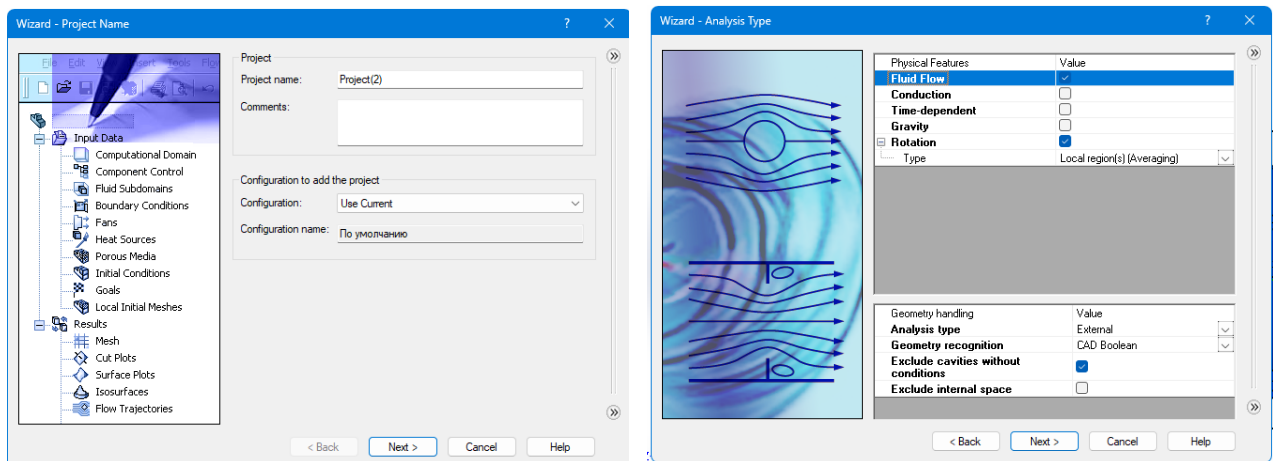


Рисунок 1.18 – Задання параметрів потоку

Середовище: масло SAE 30, задається вручну (густина, в'язкість, температура).

Умови:

Inlet Volume Flow: 0.0008 м³/с

Outlet Environment Pressure: 1 атм

Initial Conditions — задання стартових температур і тисків.

					МІ 131.00.1/Б 102/с 010 00-ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

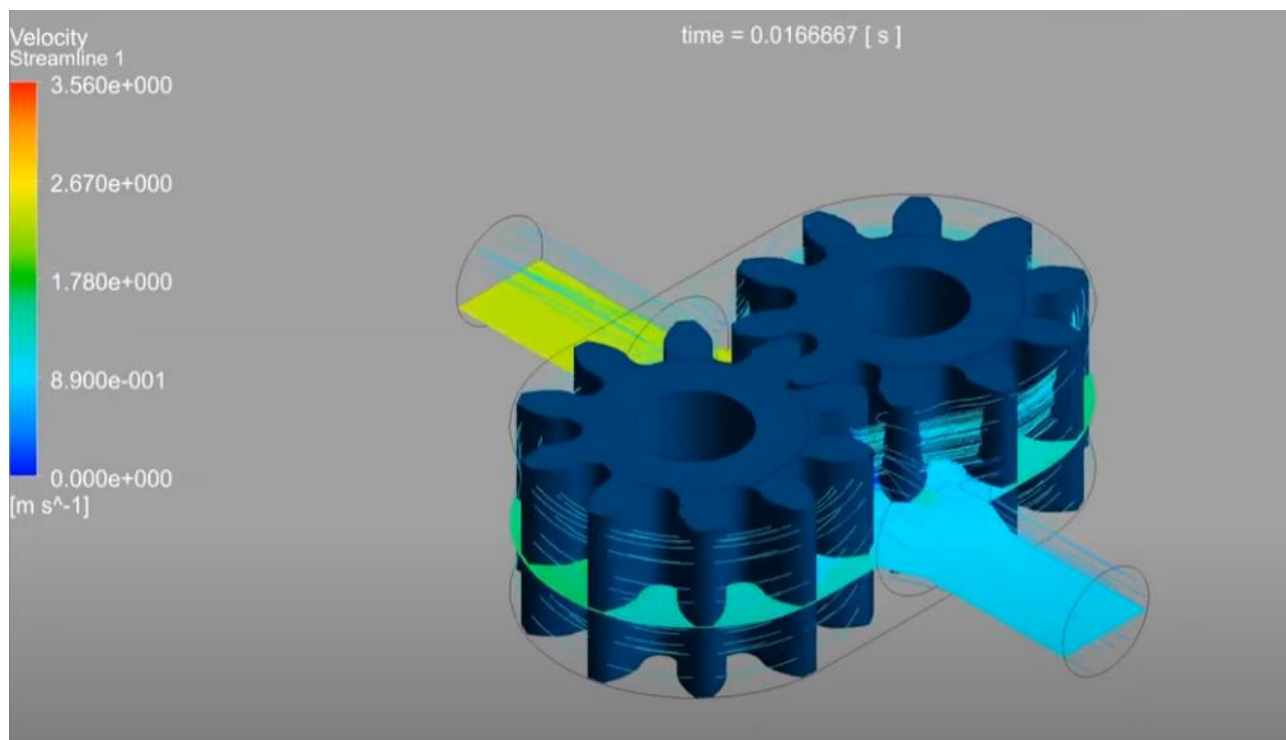


Рисунок 1.19 – Моделювання потоку

Mesh Settings — використано Global Refinement Level = 4, локальне згущення у зоні зазору між шестернями.

Goals — створено моніторинг:

Вихідний тиск

Максимальна швидкість потоку

ККД системи

Solver Settings — тип розрахунку: Transient Flow, 200 кроків по 0.01 с

4. Візуалізація результатів

Cut Plot — побудовано перерізи для аналізу розподілу швидкості та тиску.

Surface Plot — показано навантаження на внутрішні стінки корпусу.

XY Plot — графіки зміни вихідного тиску в часі.

Проміжні результати моделювання

Виявлено локальні зони підвищеного тиску на виході.

Змодельовано поведінку масла при різних обертах — виявлено втрати тиску в зоні вузьких каналів.

Отримано значення ККД у межах 68–72% залежно від режиму.

					МІ 131.00.1/Б 102/с 010 00-ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Рисунок 1.20 – Результати моделювання

1.5 Внесення коригувань у конструкцію за результатами моделювання

Аналіз результатів моделювання в середовищі SolidWorks Flow Simulation та Motion Analysis дозволив виявити низку недоліків, які потребують конструктивних змін для підвищення ефективності роботи масляного насоса.

На графіку вихідного тиску спостерігається періодична пульсація, характерна для насосів із зубчастими шестернями. Проте на окремих ділянках зафіксовано незначні спади тиску (до 0.15 МПа), що свідчить про зони гідравлічної нестабільності.

На графіку швидкості потоку видно коливання швидкості у межах 1.8–2.4 м/с, що зумовлено турбулентними зонами та недостатньою плавністю переходів у внутрішньому каналі.

На підставі виявлених проблем було прийнято рішення внести такі конструктивні коригування:

Оптимізація геометрії каналів: збільшено радіус кривизни на поворотах, що дало змогу зменшити турбулентність та стабілізувати швидкість потоку.

					МІ 131.00.1/Б 102/с 010 00-ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Розширення вхідного отвору: на 15% збільшено діаметр, що забезпечило більш рівномірне надходження масла до шестерень.

Зміна профілю шестерень: модифіковано профіль зубців для зменшення пульсацій тиску.

Після реалізації змін було виконано повторне моделювання, яке показало покращення:

зниження коливань тиску на 12%;

стабілізацію швидкості потоку;

підвищення розрахованого ККД з 68% до 73%.

1.6 Висновки по розділу

У ході даного розділу було проведено комплексне чисельне моделювання роботи масляного насоса із застосуванням програмного забезпечення SolidWorks, зокрема модулів Motion Analysis для кінематичного аналізу та Flow Simulation для дослідження потокових характеристик.

На основі отриманих результатів зроблено такі ключові висновки:

SolidWorks Flow Simulation дозволяє достовірно моделювати внутрішні гідродинамічні процеси, виявляючи критичні зони втрат тиску, застоїв та турбулентності.

Результати симуляції виявили конструктивні недоліки, які знижували ефективність насоса, зокрема:

нерівномірний розподіл швидкості потоку;

коливання вихідного тиску;

локальні перевантаження шестерень.

Було запропоновано низку конструктивних змін, реалізація яких дозволила зменшити пульсації тиску, покращити ламінарність потоку та підвищити коефіцієнт корисної дії на 5%.

Проведене чисельне дослідження підтвердило доцільність використання САПР-систем не лише для побудови геометричних моделей, а й для віртуального

					МІ 131.00.1/Б 102/с 010 00-ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

випробування та оптимізації роботи складних механізмів без потреби в натурному експерименті.

Загалом, результати даного етапу роботи створюють підґрунтя для подальшої оптимізації конструкцій насосів та інтеграції цифрового інженерного аналізу в процес проектування.

					МІ 131.00.1/Б 102/с 010 00-ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2 ТЕХНОЛОГІЧНА ПІДГОТОВКА

2.1 Вибір способів виробництва деталей масляного насоса

При серійному виробництві основним критерієм вибору способів виготовлення є забезпечення високої точності при мінімальній собівартості, використання типових технологічних процесів та високопродуктивного обладнання.

1. Корпус насоса

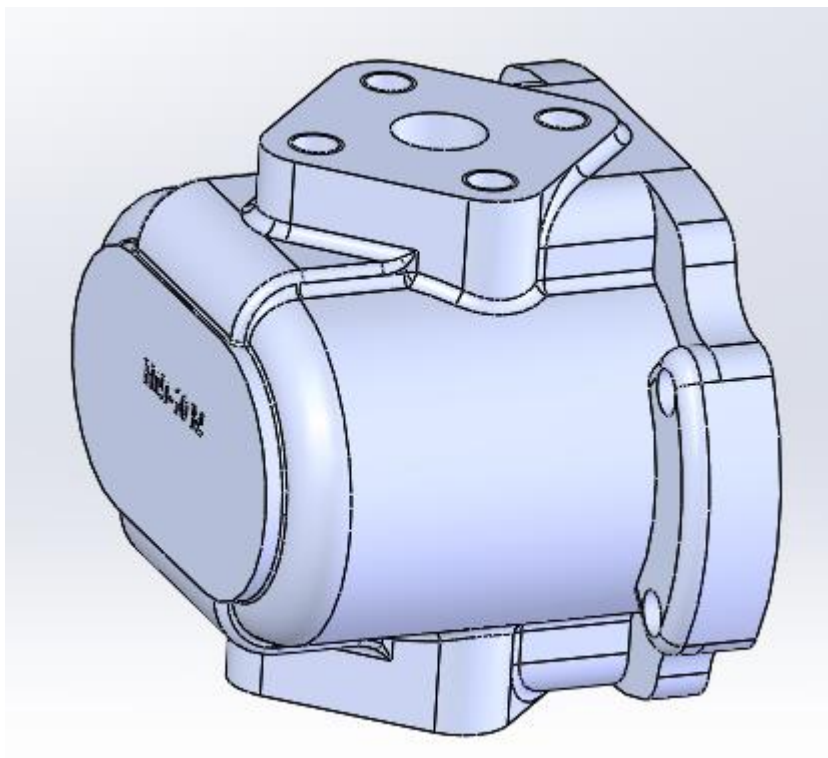


Рисунок 2.1 – Корпус насоса

Матеріал: алюмінієвий сплав АК 7 ДСТУ 2839-94

Спосіб виготовлення: відливка.

Обробка на оброблювальних центрах (CNC).

Операції: розточування, фрезерування.

Обладнання: токарно-фрезерний центр з ЧПК.

2. Ведучий вузол (вал шестерня)

					МІ 131.00.1/Б 102/с 010 00-ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

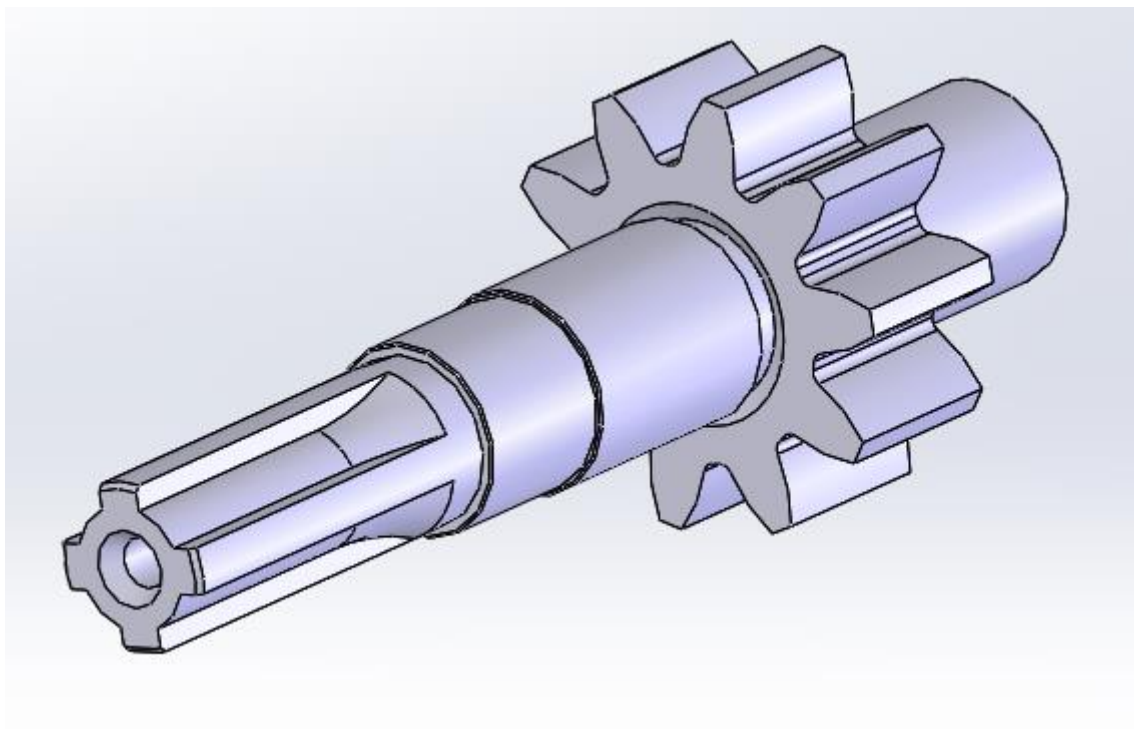


Рисунок 2.2 – Ведуча вал-шестерня

Матеріал: сталь 40Х ДСТУ 7806:2015

Заготівка: штампування заготовки.

Обробка:

Токарна з ЧПК;

Зубофрезерна;

Гартування СВЧ;

Шліфування шийок і зубів.

3. Ведена шестерня

Матеріал: сталь 40Х ДСТУ 7806:2015

Спосіб виготовлення:

Штампування заготовки;

Токарна з ЧПК,

Зубофрезерна;

					МІ 131.00.1/Б 102/с 010 00-ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

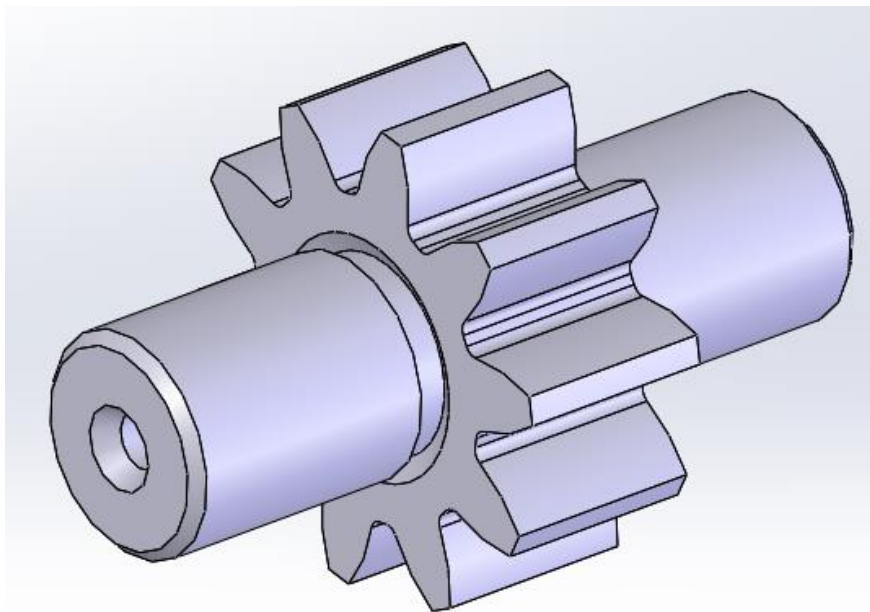


Рисунок 2.3 – Ведена вал-шестерня

Термічна обробка СВЧ;

Шліфувальна.

4. Кришка насоса

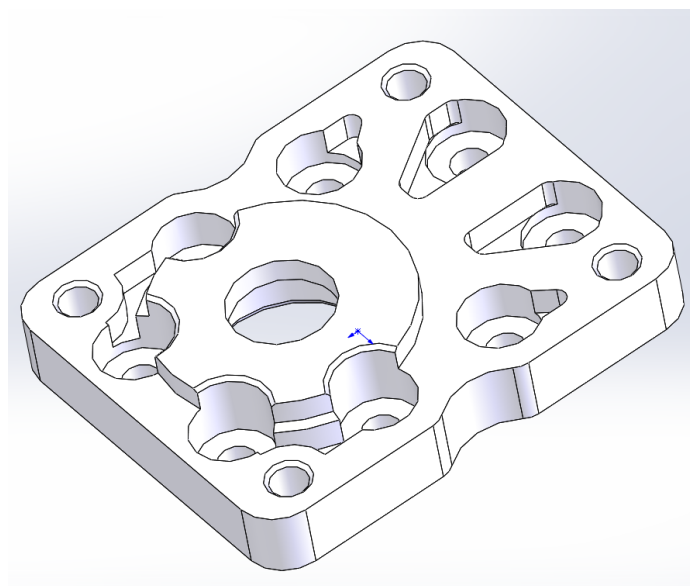


Рисунок 2.4 – Кришка

Матеріал: алюмінієвий сплав АК 7 ДСТУ 2839-94

Заготівка: Відливка.

					МІ 131.00.1/Б 102/с 010 00-ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Обробка:

Токарно-фрезерувальний центр з ЧПК.

5. Підшипникова опора

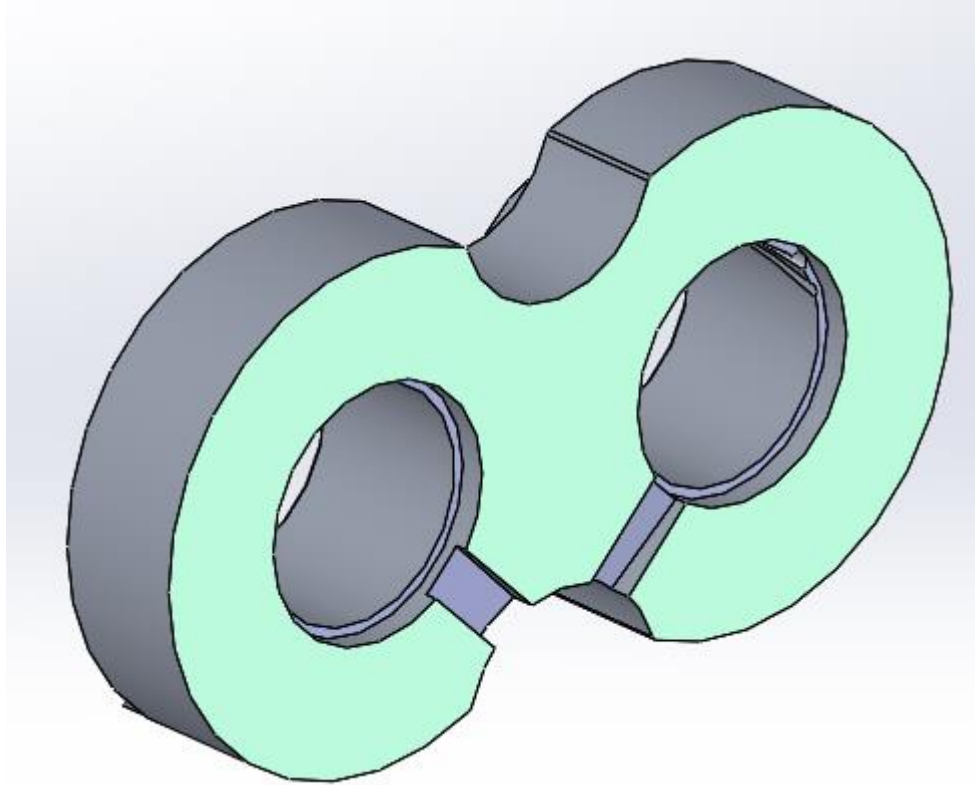


Рисунок 2.5 – Підшипникова опора

Матеріал: Латунь ЛЦ14К3С3 ДСТУ 15527:2005

Заготівка: Відливка.

Обробка на оброблювальних центрах (CNC).

Операції: розточування, фрезерування.

Обладнання: токарно-фрезерний центр з ЧПК.

2.2 Розробка технологічних карт і маршрутів виготовлення

У серійному виробництві важливе значення має чітка розробка технологічних маршрутів, які забезпечують стабільну якість продукції та

					МІ 131.00.1/Б 102/с 010 00-ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ефективне використання ресурсів. Для основних деталей масляного насоса (шестерні, корпус, кришка, підшипникова опора) розроблено типовий маршрут виготовлення, що включає основні, допоміжні та контрольні операції.

2.2.1 Розробка технологічного маршруту виготовлення деталі корпус

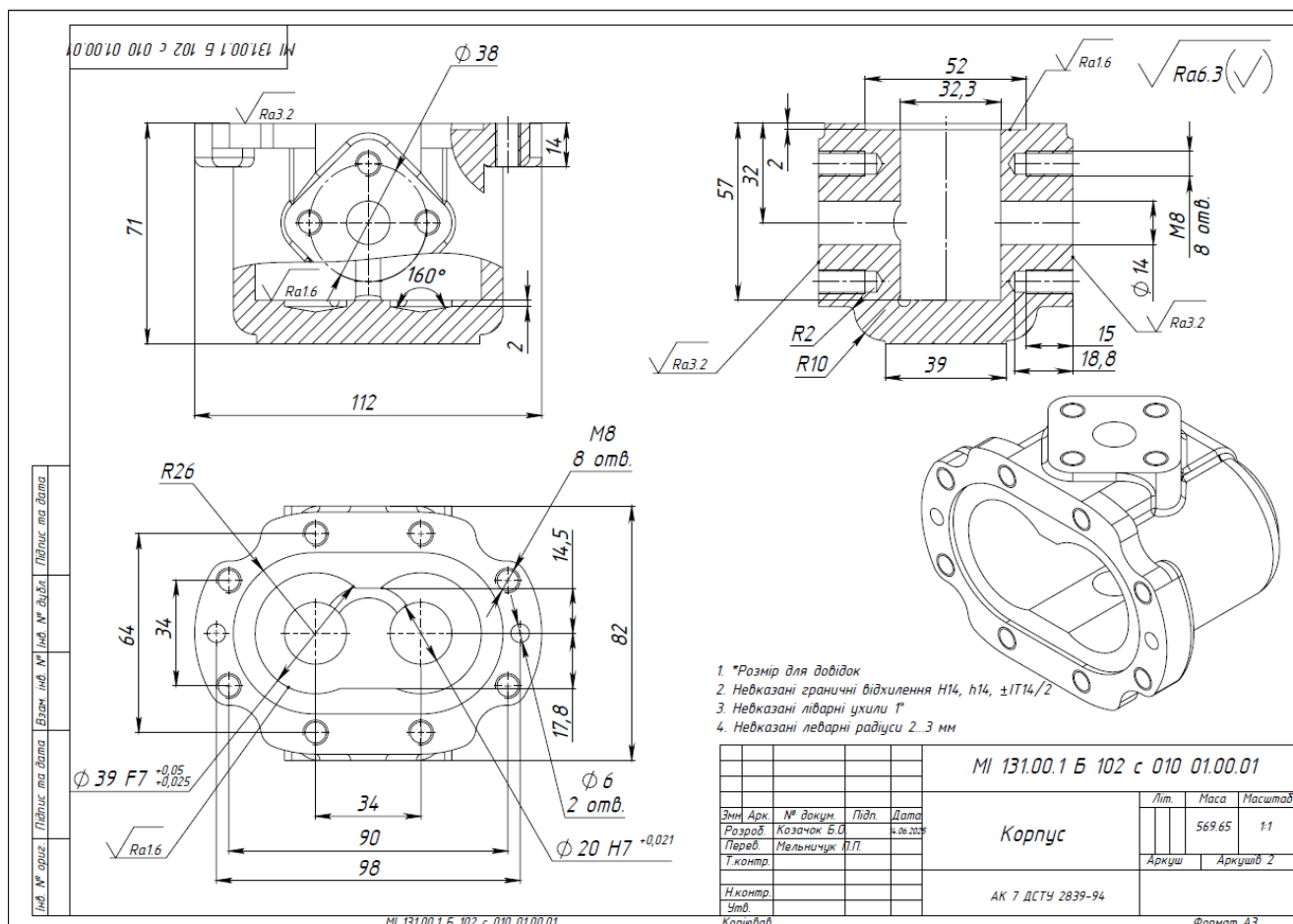
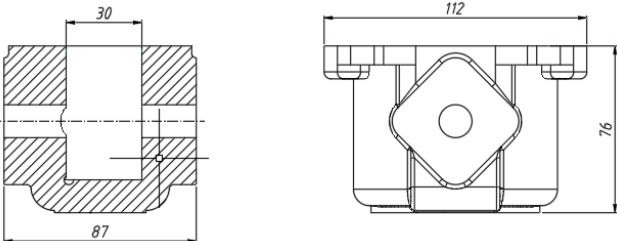
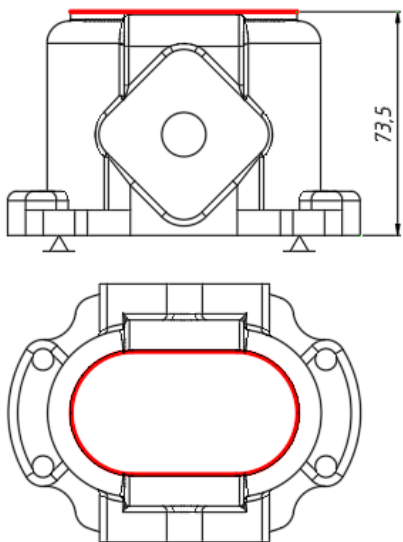


Рисунок 2.6 – Робоче креслення деталі корпус

№ операції	Ескіз операції	Назва та зміст операції	Обладнання	Інструмент
005		Заготівельна	Лиття під тиском	Форма
010		Вертикально-фрезерна 1. Фрезерувати поверхню згідно креслення	Вертикально-фрезерний верстат Haas VF-1	Торцева фреза RA245-051R19-12Mf з пластинами і з твердого сплаву R245-12 T3 E-AL H10

№ операції	Ескіз операції	Назва та зміст операції	Обладнання	Інструмент
025		Вертикально-фрезерна - Фрезерувати поверхню - Свердлити 4 отв. діаметром 7 на глибину 18,75 - Нарізати різьбу 4 отв. M8 на глибину 15 мм - Свердлити отв. діаметром 14 наскрізь	Вертикально-фрезерний верстат Haas VF-1	Торцева фреза RA245-051R19-12Mf Свердло 860.1-1400-112A1-NM H10F Свердло 860.1-0700-021A1-NM H10F Різьбонаріз на фрезу R217.14C0 60125AK17 N 1630
030		Вертикально-фрезерна - Фрезерувати поверхню - Свердлити 4 отв. діаметром 7 на глибину 18,75 - Нарізати різьбу 4 отв. M8 на глибину 15 мм	Вертикально-фрезерний верстат Haas VF-1	Торцева фреза RA245-051R19-12Mf Свердло 860.1-1400-112A1-NM H10F Свердло 860.1-0700-021A1-NM H10F Різьбонаріз на фрезу R217.14C0 60125AK17 N 1630
035		Контрольна	Вимірювальні прилади	Штангенциркуль ШЦ-I-250-0,02, калібр пробка різьбова, нутромір

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

МІ 131.00.1/Б 102/с 010 00-ПЗ

Арк.

2.2.2 Розробка технологічного маршруту виготовлення деталі ведучої вал-шестерні

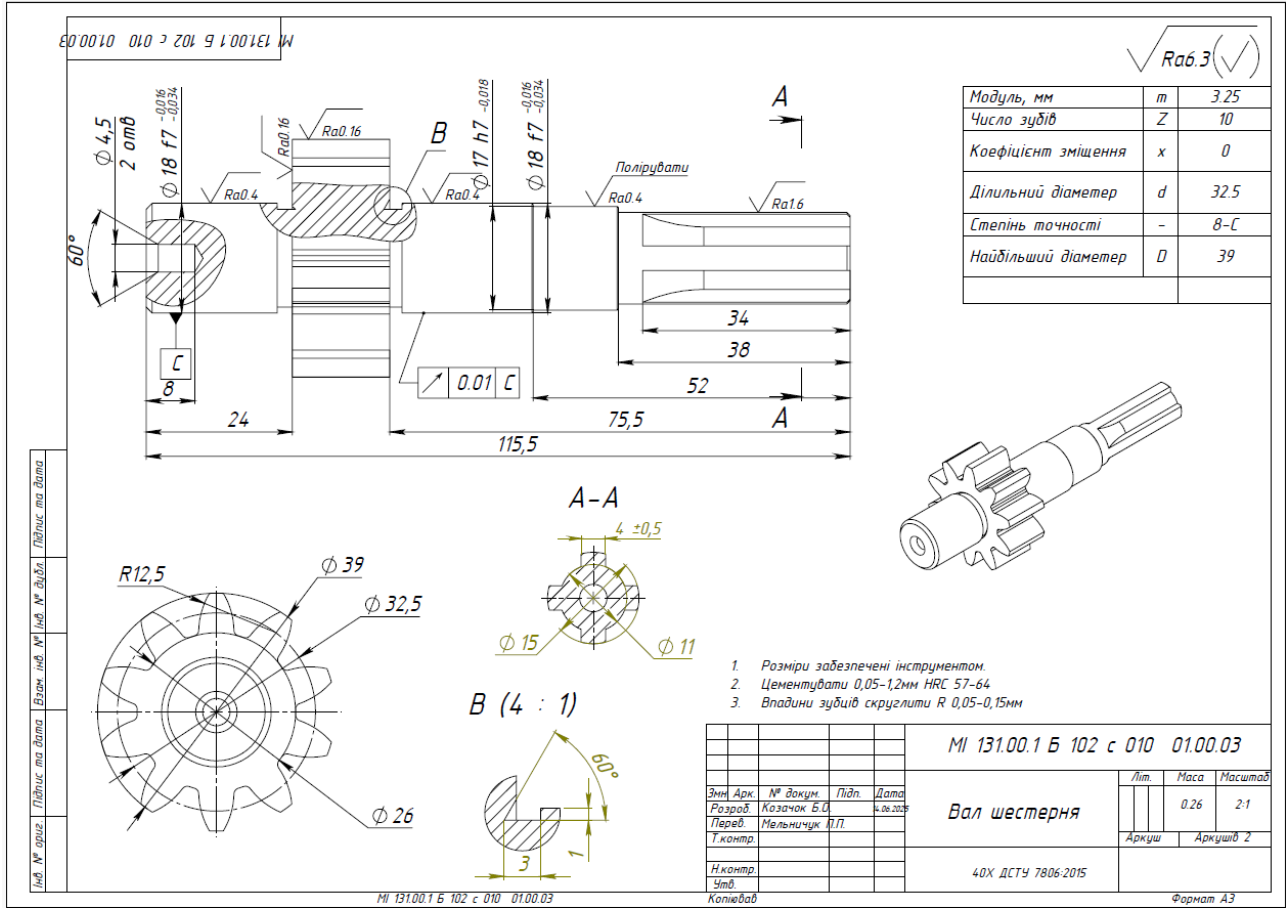
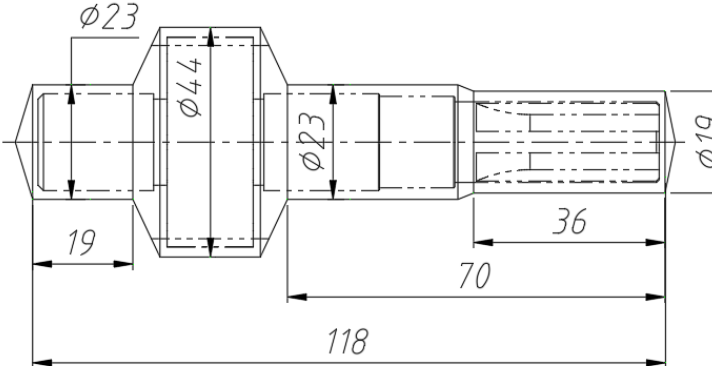
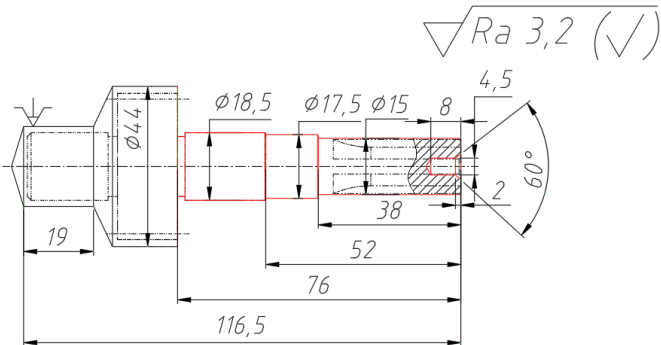
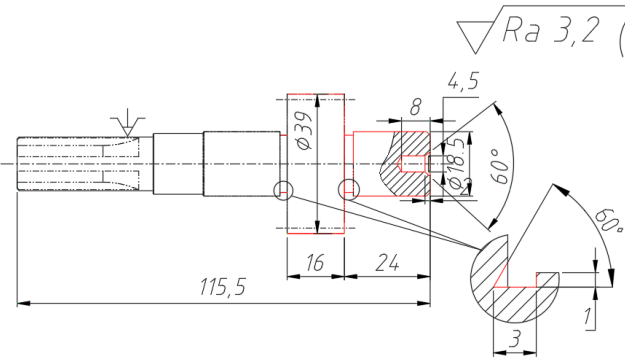
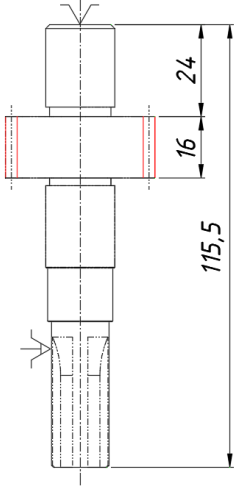
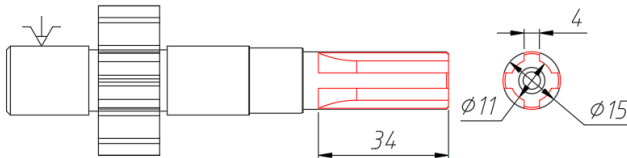
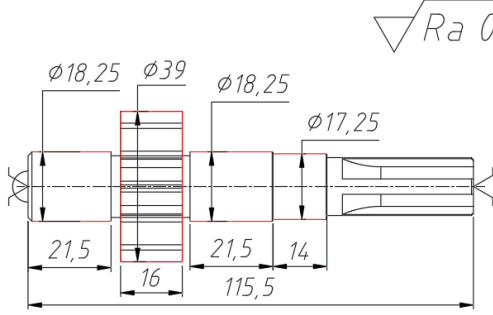
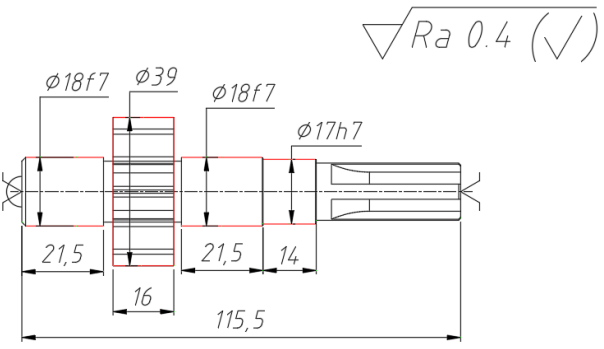
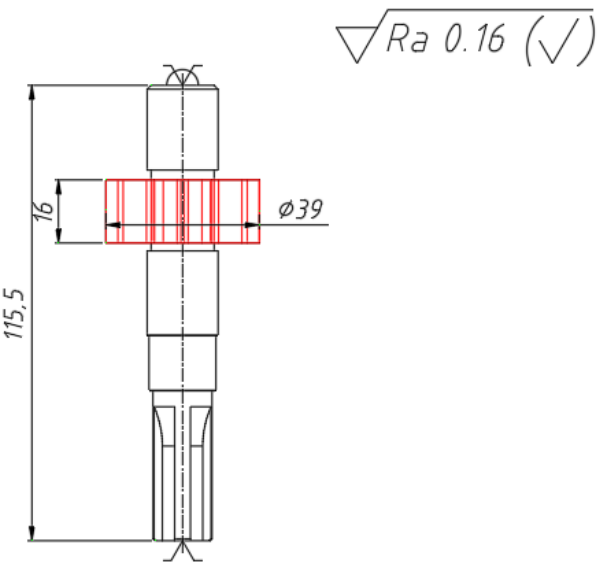


Рисунок 2.7 – Робоче креслення деталі вал-шестерня

Таблиця 2.2 – Маршрутний технологічний процес механічної обробки деталі вал-шестерня

№ операції	Ескіз операції	Назва та зміст операції	Обладнання	Інструмент
005		Заготівельна	Відрізний верстат Штампувальний прес	
010		Токарна з ЧПК 1. Підрізати торець 2. Свердлити центрувальний отвір ф4,5 на глибину 8 мм 3. Точити циліндричні поверхні згідно креслення	Токарний верстат Haas ST-15	Різець прохідний SCLCR 2020K 12 Свердло центровочне тип А ф 4,5
015		Токарна з ЧПК 1. Підрізати торець 2. Свердлити центрувальний отвір ф4,5 на глибину 8 мм 3. Точити циліндричні поверхні згідно креслення	Токарний верстат Haas ST-15	Різець прохідний SCLCR 2020K 12 Свердло центровочне тип А ф 4,5

№ операції	Ескіз операції	Назва та зміст операції	Обладнання	Інструмент																		
020	<table><tr><td>Модуль, мм</td><td><i>m</i></td><td>3.25</td></tr><tr><td>Число зубів</td><td><i>Z</i></td><td>10</td></tr><tr><td>Коефіцієнт зміщення</td><td><i>x</i></td><td>0</td></tr><tr><td>Ділильний діаметер</td><td><i>d</i></td><td>32.5</td></tr><tr><td>Степінь точності</td><td>-</td><td>8-С</td></tr><tr><td>Найбільший діаметер</td><td><i>D</i></td><td>39</td></tr></table>	Модуль, мм	<i>m</i>	3.25	Число зубів	<i>Z</i>	10	Коефіцієнт зміщення	<i>x</i>	0	Ділильний діаметер	<i>d</i>	32.5	Степінь точності	-	8-С	Найбільший діаметер	<i>D</i>	39	Зубофрезерна 1. Нарізати 10 зубців модулем 3,25 мм	Зубофрезерний вертикальний верстат 5К30 1П	Фреза червячна модульна М3,25 клас (А) 20° 90х80х32 Р6М5
Модуль, мм	<i>m</i>	3.25																				
Число зубів	<i>Z</i>	10																				
Коефіцієнт зміщення	<i>x</i>	0																				
Ділильний діаметер	<i>d</i>	32.5																				
Степінь точності	-	8-С																				
Найбільший діаметер	<i>D</i>	39																				
025		Шліцефрезерна 1. Фрезерувати 4 шліца	Вертикальний фрезерний верстат Haas VF-1	Фреза шліцева Д 6х13х16																		
030		Термічна	Піч термічна																			
035		Шліфувальна чорнова 1. Шліфувати опорні поверхні та торці шестерні згідно креслення	Круглошліфувальний верстат 3У12 АF11	Круг шліфувальний 25 А 400 Х 40 Х 127 F46СМ																		

№ операції	Ескіз операції	Назва та зміст операції	Обладнання	Інструмент
040		Шліфувальна чистова 1. Шліфувати опорні поверхні та торці шестерні згідно креслення	Кругл ошлі фува льний верст ат 3U12 AF11	Круг шліфу вальний 25 А 400 X 40 X 127 F100 CM
045		Зубошліфувальна 1. Шліфувати зуби шестерні згідно креслення	Зубо шліф уваль ний верст ат YW7 232C NC	Hofler Helix 400 4 -- 400x50 x127 мм 3SG60/ 80GH1 2V80P 45m/s
050		Контрольна	Вимірювальні прилади	Штангенциркуль ШЦ-I-250-0,02, калібр пробка різьбового, внутрішнього

2.2.3 Розробка технологічного маршруту виготовлення деталі веденої вал-шестерні

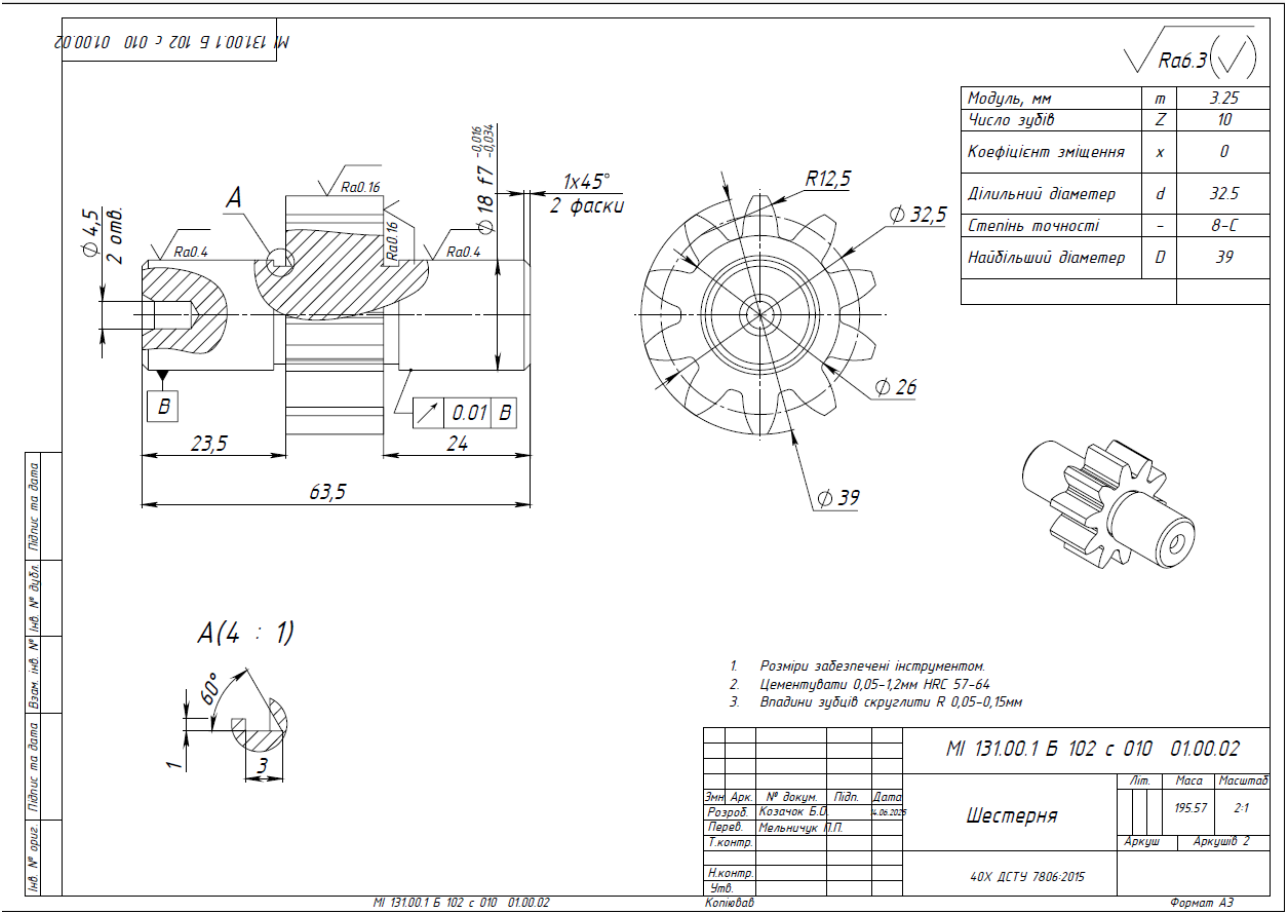
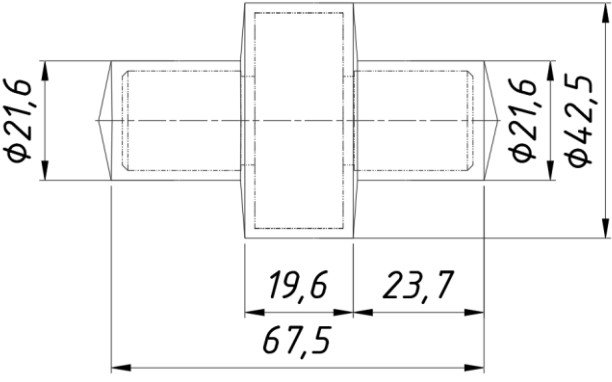
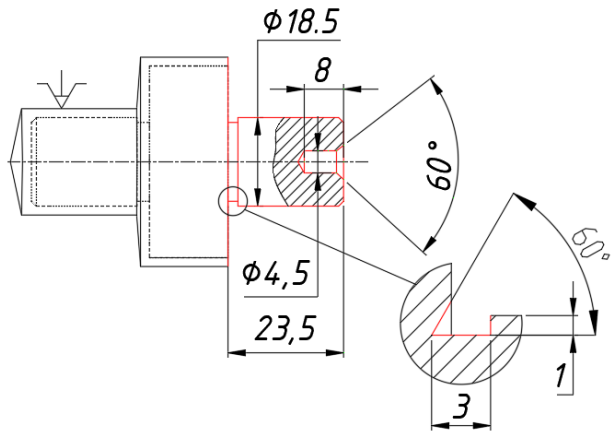
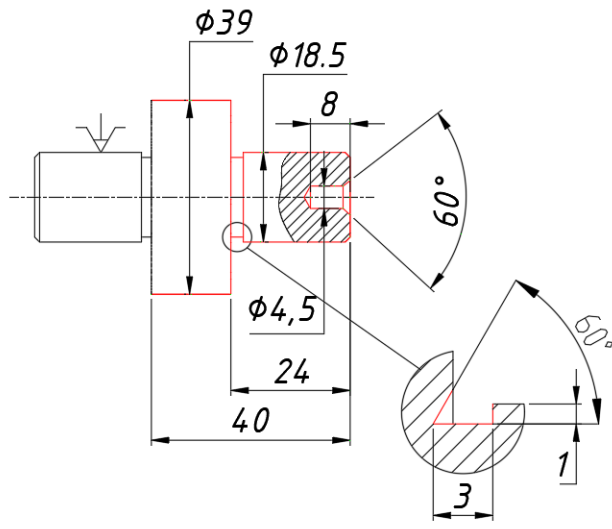
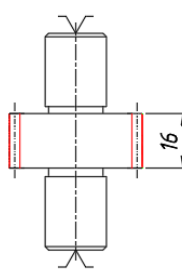
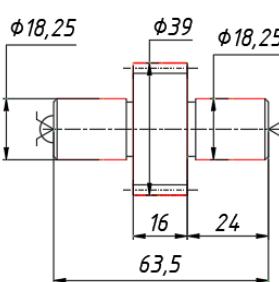
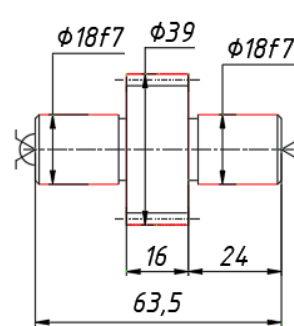
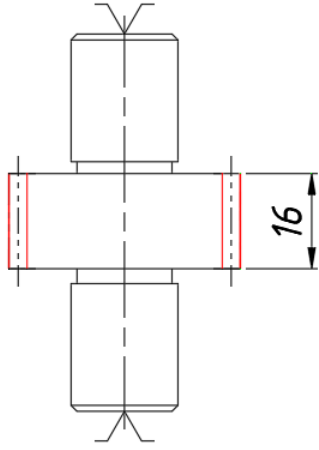


Рисунок 2.8 – Робоче креслення деталі вал-шестерня

Таблиця 2.3 – Маршрутний технологічний процес механічної обробки деталі вал-шестерня

№ операції	Ескіз операції	Назва та зміст операції	Обладнання	Інструмент
005		Заготівельна	Відрізний верстат Штампувальний прес	
010		Токарна з ЧПК 1. Підрізати торець 2. Свердлити центрувальний отвір ф4,5 на глибину 8 мм 3. Точити циліндричні поверхні згідно креслення	Токарний верстат ST-15	Різець прохідний SCLCR 2020K 12 Свердло центровочне тип А ф 4,5
015		Токарна з ЧПК 1. Підрізати торець 2. Свердлити центрувальний отвір ф4,5 на глибину 8 мм 3. Точити циліндричні поверхні згідно креслення	Токарний верстат ST-15	Різець прохідний SCLCR 2020K 12 Свердло центровочне тип А ф 4,5

№ операції	Ескіз операції	Назва та зміст операції	Обладн ання	Інстру мент																		
020	 <table><tr><td>Модуль, мм</td><td><i>m</i></td><td>3.25</td></tr><tr><td>Число зубів</td><td><i>Z</i></td><td>10</td></tr><tr><td>Коефіцієнт зміщення</td><td><i>x</i></td><td>0</td></tr><tr><td>Ділильний діаметер</td><td><i>d</i></td><td>32.5</td></tr><tr><td>Степінь точності</td><td>–</td><td>8–С</td></tr><tr><td>Найдільший діаметер</td><td><i>D</i></td><td>39</td></tr></table>	Модуль, мм	<i>m</i>	3.25	Число зубів	<i>Z</i>	10	Коефіцієнт зміщення	<i>x</i>	0	Ділильний діаметер	<i>d</i>	32.5	Степінь точності	–	8–С	Найдільший діаметер	<i>D</i>	39	Зубофрезерна 1. Нарізати 10 зубців модулем 3,25 мм	Зубофрезерний вертикальний верстат 5К301 П	Фреза червячна модульна М3,25 клас (А) 20° 90х80х32 Р6М5
Модуль, мм	<i>m</i>	3.25																				
Число зубів	<i>Z</i>	10																				
Коефіцієнт зміщення	<i>x</i>	0																				
Ділильний діаметер	<i>d</i>	32.5																				
Степінь точності	–	8–С																				
Найдільший діаметер	<i>D</i>	39																				
025		Термічна																				
030		Шліфувальна чорнова 1. Шліфувати опорні поверхні та торці шестерні згідно креслення	Круглошліфувальний верстат 3У12А F11	Круг шліфувальний 25 А 400 Х 40 Х 127 F46СМ																		
035		Шліфувальна чистова 1. Шліфувати опорні поверхні та торці шестерні згідно креслення	Круглошліфувальний верстат 3У12А F11	Круг шліфувальний 25 А 400 Х 40 Х 127 F100 СМ																		

№ операції	Ескіз операції	Назва та зміст операції	Обладнання	Інструмент
040		Зубошліфувальна 1. Шліфувати зуби шестерні	Зубошліфувальний верстат YW723 2CNC	Hofler Helix 400 4 -- 400x50 x127 мм 3SG60/ 80GH1 2V80P 45m/s
045		Контрольна	Вимірювальні прилади	Штангенциркуль ШЦ-I-250- 0,02, калібр пробка різьбова, нутром ір

2.2.4 Розробка технологічного маршруту виготовлення деталі кришка

					МІ 131.00.1/Б 102/с 010 00-ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

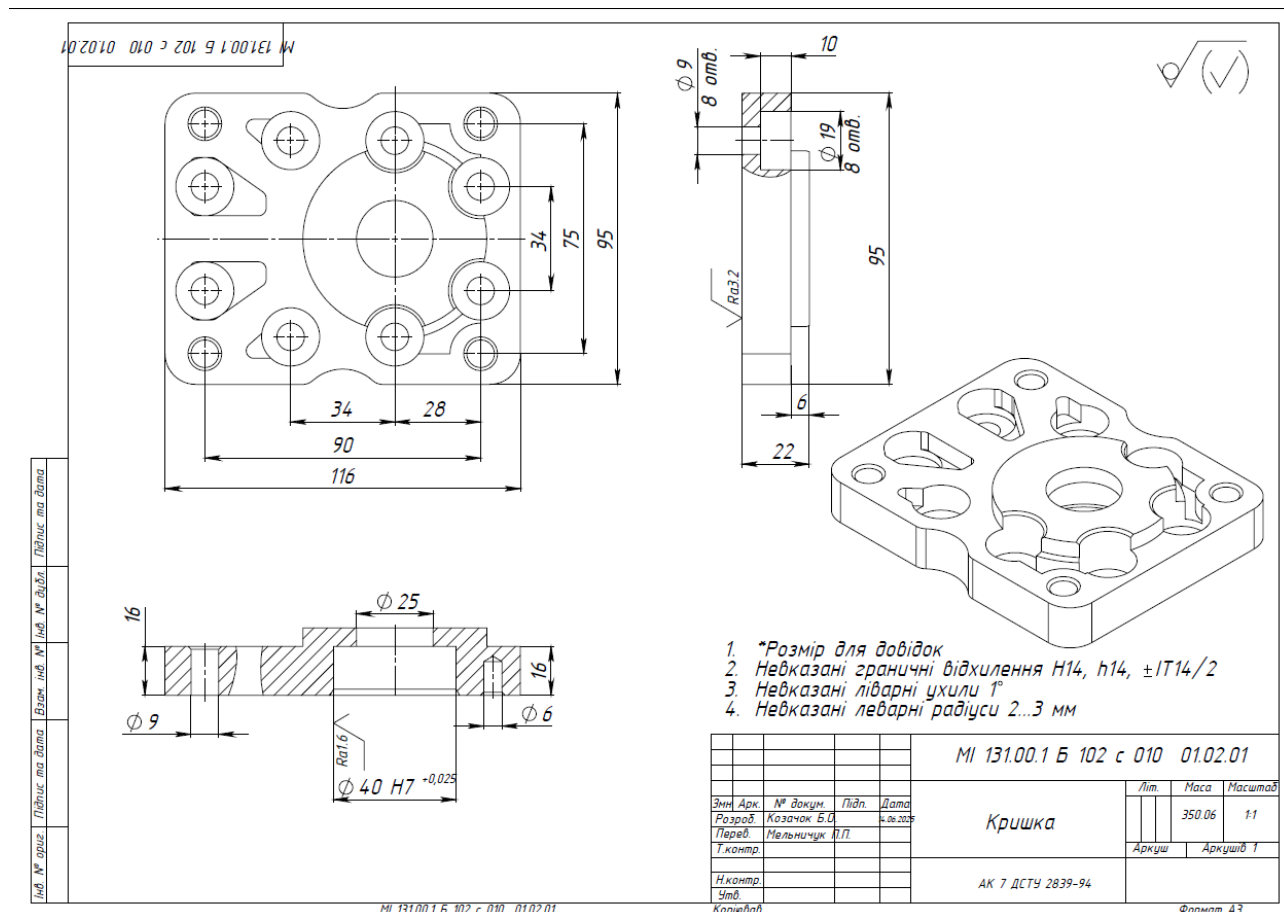
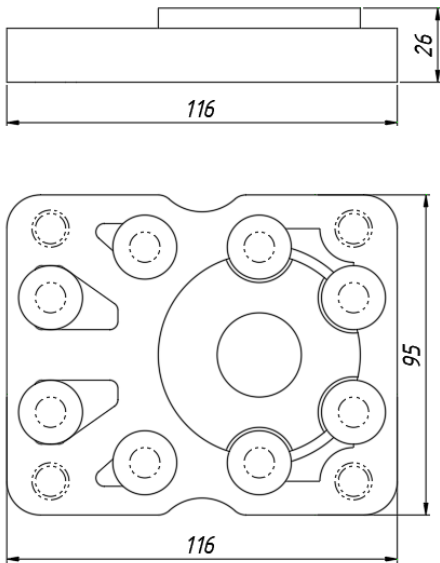
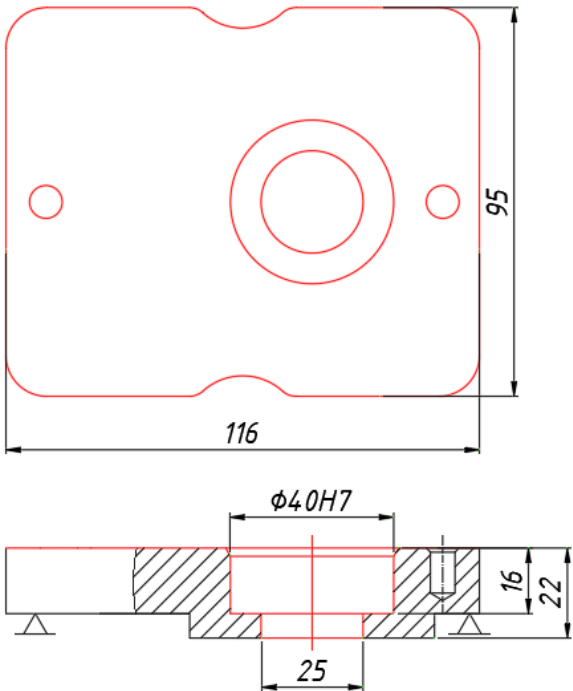
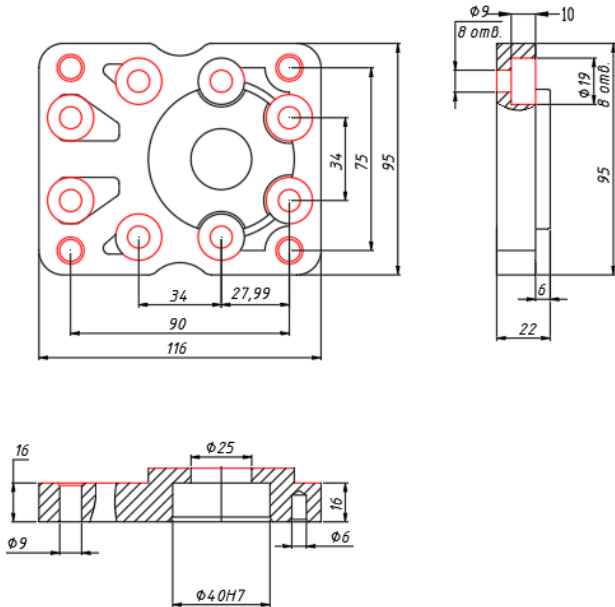


Рисунок 2.9 – Робоче креслення деталі кришка

Таблиця 2.4 – Маршрутний технологічний процес механічної обробки деталі кришка

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	МІ 131.00.1/Б 102/с 010 00-ПЗ	Арк.

№ операції	Ескіз операції	Назва та зміст операції	Обладнання	Інструмент
005		Заготівельна	Лиття під тиском	
010		Вертикально-фрезерна 1. Фрезерувати поверхню 2. Розсверлити отвір ф25 на прохід 3. Розсверлити отвір ф40 на глибину 16 мм	Вертикально-фрезерний верстат VF-1	Торцева фреза RA245-051R19-12Mf Свердло 880-D2500L 25-02 Сверло 880-D2500L 25-02

015		Вертикально-фрезерна 1. Фрезерувати поверхню 2. Сверлити отвір ф8 на прохід 3. Розсверлити отвір ф19 на глибину 10 мм 4. Сверлити отвір ф6,8 5. Фрезерувати різбу М8	Вертик ально- фрезер ний верстат VF-1	Торцева фреза RA245- 051R19- 12Mf Свердло 860.1- 1400- 112A1- NM Н10F Свердло 880- D1900L 25-03 Свердло 860.1- 0700- 021A1- NM Н10F Різьбова різна фреза R217.14 C060125 AK17N 1630
020		Контрольна	Вимір ювальн і прилад и	Штанге нциркул ь ШЦ-I- 250- 0,02, калібр пробка різьбова , нутромі р

2.2.5 Розробка технологічного маршруту виготовлення деталі підшипникова опора

					МІ 131.00.1/Б 102/с 010 00-ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

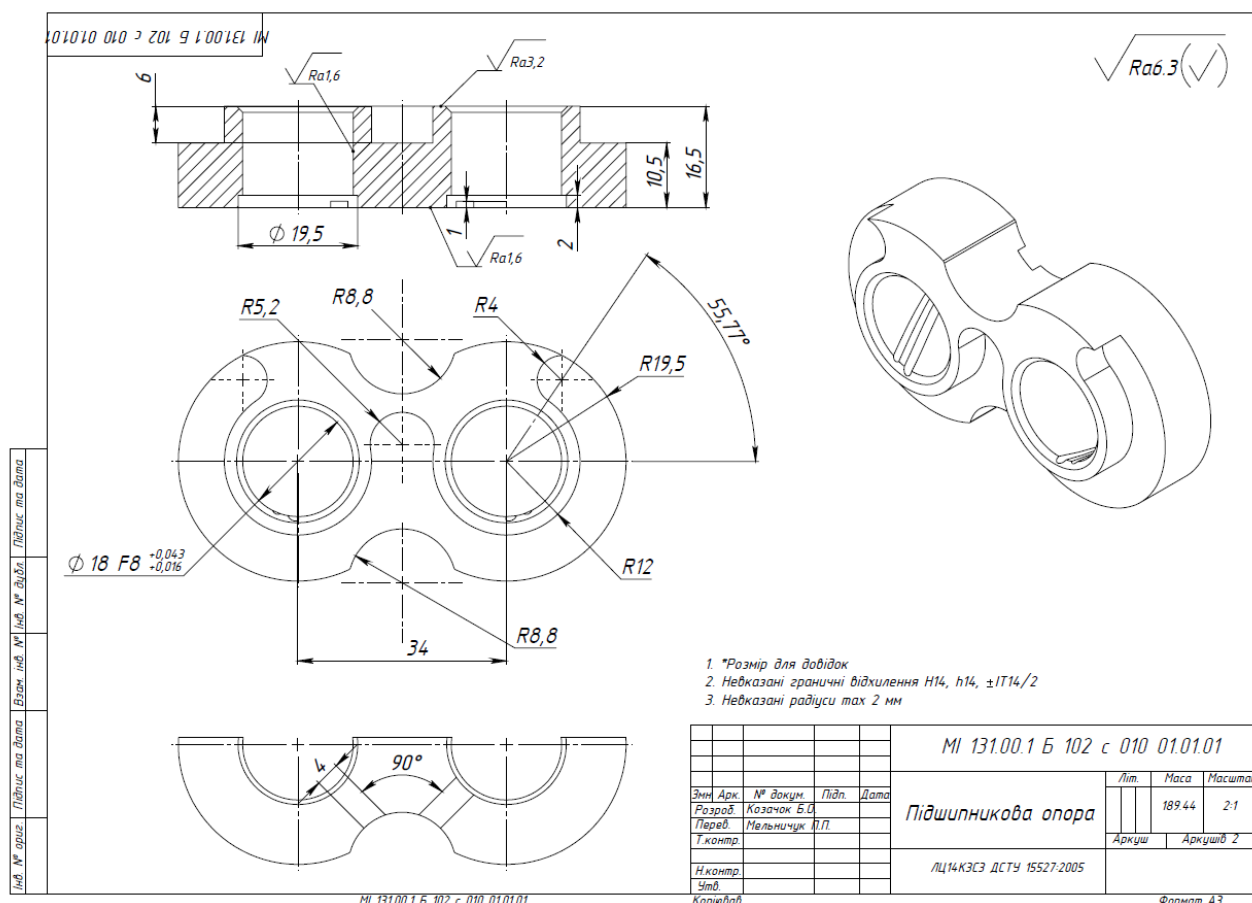
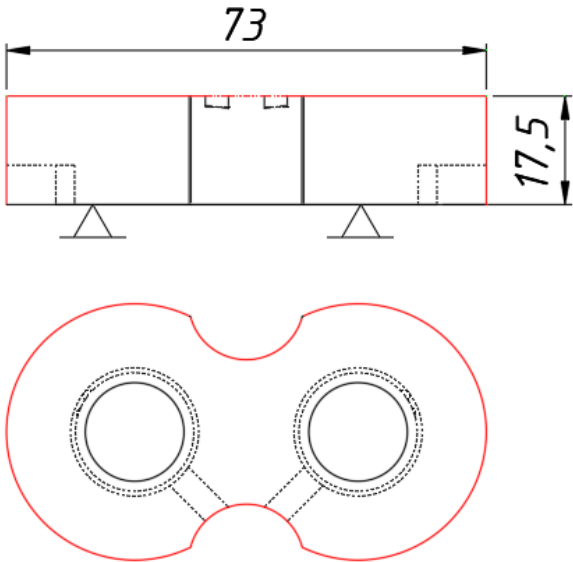
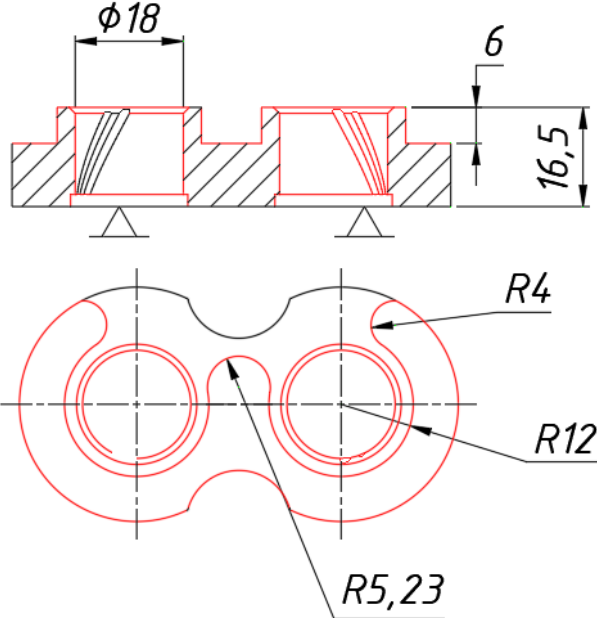


Рисунок 2.10 – Робоче креслення деталі підшипникова опора

Таблиця 2.5 – Маршрутний технологічний процес механічної обробки деталі підшипникова опора

№ операції	Ескіз операції	Назва та зміст операції	Обладнання	Інструмент
005		Заготівельна	Лиття під тиском	

010		Вертикально-фрезерна 1. Фрезерувати торцеву поверхню. 2. Фрезерувати бічні поверхні	Вертикально-фрезерний верстат VF-1	Торцева фреза RA245 - 051R19-12Mf Фреза пальчикова 1K223-2500-NB H10F
015		Вертикально-фрезерна 1. Фрезерувати торцеву поверхню. 2. Фрезерувати отвори 3. Фрезерувати канавку	Вертикально-фрезерний верстат VF-1	Торцева фреза RA245 - 051R19-12Mf Фреза пальчикова 1K223-2500-NB H10F Розточувальна фреза 825-45TC09-C3
020		Контрольна	Вимірні прилади	Штангенциркуль ШЦ-I-250-0,02, калібр пробка, нутром ір

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата
------	------	----------	--------	------

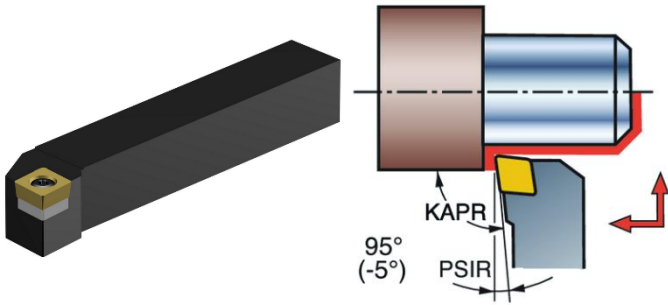
МІ 131.00.1/Б 102/с 010 00-ПЗ

Арк.

2.3 Визначення обладнання, інструментів та оснащення

Таблиця 2.6 – Інструмент [15]

Інструмент що використовується	
Торцева фреза 	Package quantity: 1 ISO: RA245-051R19-12M Material Id: 5738688 EAN: 80008080 ANSI: RA245-051R19-12M
Пальчикова фреза 	1K223-2500-NB H10F
Розточувальна фреза 	Package quantity: 1 ISO: 825-45TC09-C3 Material Id: 6352210 EAN: 26352210 ANSI: 825-45TC09-C3
Свердло 	Свердло 860.1-0700-021A1-NM H10F
Різьбова фреза 	Різьбонарізна фреза R217.14C060125AK17N 1630

Інструмент що використовується	
Свердло 	Свердло 860.1-1400-112A1-NM H10F
Гідравлічний патрон 210 мм, А2-6 	
Різець прохідний 	ISO: SCLCR 2020K 12 Material Id: 5748714 EAN: 10135602 ANSI: SCLCR 2020K 12
Центрувальне свердло 	Свердло центровочне тип А ф 4,5
Червячна фреза 	Фреза червячная модульная №2510-4025 М3,25 класс (А) 20° 90x80x32 P6M5

					МІ 131.00.1/Б 102/с 010 00-ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Інструмент що використовується	
Свердло	 ISO: 880-D1900L25-03 Material Id: 5765341 EAN: 11802291 ANSI: 880-D1900L25-03



Рисунок 2.11 – Токарний верстат ST-15 [12]

Таблиця 2.7 – Технічні характеристики токарного верстата ST-15 [12]

Розмір патрона	210 mm
Макс. коливання деталей	419 mm
Максимальний діаметр різання (з револьверною головкою BOT)	305 mm
Max Cutting Diameter (with BMT45 turret)	279 mm
Max Cutting Diameter (with VDI turret)	173 mm
Максимальна довжина різання (залежить від тримача заготовок)	406 mm
Найбільший діаметр прутка, що обробляється	64 mm
Вісь X	200 mm
Вісь Z	406 mm
Швидкі рухи на X	30.5 m/min
Швидкі рухи на Z	30.5 m/min
Максимальна тяга X	14679 N
Максимальна тяга Z	14679 N
Торець шпинделя	A2-6
Максимальна потужність	14.9 kW
Максимальна швидкість	4000 rpm

					МІ 131.00.1/Б 102/с 010 00-ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Максимальний крутний момент	203.0 Nm
Ø отвору шпинделя	88.9 mm
Розмір патрона	135 mm
Торець шпинделя	A2-5
Максимальна швидкість	6000 rpm
Конус	MT3
Робочий хід гідравлічної пінолі	95 mm
Позиціювання корпусу вручну	508 mm
Потужність шпинделя	14.9 kW
Вхідна напруга змінного струму (3 фази) — низька	220 VAC
Ампер повного завантаження (3 фази) — низький	40 A
Input AC Voltage (3 Phase) - High*	440 VAC



Рисунок 2.12 – Вертикально-фрезерний верстат VF-1[12]

Таблиця 2.8 – Технічні характеристики вертикально-фрезерного верстата VF-1 [12]

Вісь X	508 mm
Вісь Y	406 mm
Вісь Z	508 mm
Від торця шпинделя до столу (~ макс.)	610 mm
Від торця шпинделя до столу (~ мін.)	102 mm
Максимальна потужність	22.4 kW
Максимальна швидкість	8100 rpm
Максимальний крутний момент	122.0 Nm
Макс. крутний момент з опціональною коробкою передач	339 Nm
Система приводу	Inline Direct-Drive
Конус	CT40 BT40 HSK-A63
Змащення підшипників	Air / Oil Injection
Охолодження	Liquid Cooled
Довжина	660 mm
Ширина	356 mm

					MI 131.00.1/Б 102/с 010 00-ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Ширина Т-подібного паза	15.90 mm
Відстань від центру до Т-подібного паза	125 mm
Кількість стандартних Т-подібних пазів	3
Максимальна вага на столі (рівномірно розподілена)	1361 kg
Швидкість обертання шпинделя	8100 rpm
Система приводу	Inline Direct-Drive
Потужність шпинделя	22.4 kW
Вхідна напруга змінного струму (3 фази) — низька	220 VAC
Ампер повного завантаження (3 фази) — низький	70 A
Input AC Voltage (3 Phase) - High*	440 VAC
Full Load Amps (3 Phase) - High*	35 A

Напівавтомат 5К301П призначений для обробки циліндричних прямозубих та косозубих коліс та черв'ячних коліс зі сталей, кольорових металів та легких сплавів в умовах серійного та дрібносерійного виробництва.

Обробка ведеться методом безперервної обкатки черв'ячної фрези та оброблюваної заготовки.

На напівавтоматі 5К301П передбачена можливість для чистової та напівчистової обробки зубчастих коліс під подальше шевінгування на підвищених режимах обробки.

При чистових режимах забезпечується 6 ступінь точності обробки шестерень за ДСТУ 1643-72 [13].



Рисунок 2.13 – Верстат зубофрезерний вертикальний для циліндричних коліс 5К301П [13]

					МІ 131.00.1/Б 102/с 010 00-ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 2.9 – Технічні характеристики зубофрезерного верстата 5К301П [13]

Параметр	Значення
Найменший зовнішній діаметр оброблюваного зубчастого колеса, мм	10
Найбільший зовнішній діаметр оброблюваного зубчастого колеса, мм	125
Найбільший нарізуваний модуль, мм	2,5
Найбільший кут нахилу зубців, град	± 45
Кількість нарізуваних зубців	8 - 240
Найбільша довжина зуба нарізуваних зубчастих коліс, мм	
- прямозубі	100
- косозубі, $\beta = 50^\circ$	100
- косозубі, $\beta = 45^\circ$	80
Відстань від торця стола до осі інструмента, мм	100 - 250
Відстань від осі інструмента до осі стола, мм	20 - 135
Діаметр отвору у передньому кінці шпинделя виробу, мм	50
Глибина отвору $\varnothing 50k_1$ у передньому кінці шпинделя виробу, мм	12
Конус у передньому кінці шпинделя виробу	Морзе 4 (ГОСТ 2847-67)
Конус у передньому кінці шпинделя інструмента	Морзе 4 (ГОСТ 2847-67)
Найбільша відстань від нижньої основи верстата до верхнього базового торця виробу у положенні завантаження, мм	1020
Найбільший діаметр установлюваних черв'ячних фрез, мм	100
Найбільша довжина установлюваних черв'ячних фрез, мм	90
Найбільша відстань від осі виробу до правого боку верстата, мм	420
Відстань від осі виробу до передньої стінки станини, мм	230
Число обертів інструмента за хвилину	100 – 500
Межі осьових подач, мм/хв	0,935 – 45
Межі радіальних подач, мм/хв	0,4 – 60
Межі періодичної подачі інструмента вздовж осі, мм	0,1 – 0,39
Величина переміщення інструмента вздовж осі, мм	40
Межі тангенціальних подач, мм/хв	0,18 – 16
Максимальна кількість обертів шпинделя виробу за хвилину	45
Швидкість пришвидшеного переміщення стола, м/хв	0,325
Швидкість пришвидшеного переміщення фрезерної стійки, м/хв	2

Універсальний круглошліфувальний верстат напівавтомат 3У12АФ11 , 3У12АФ11 призначений для шліфування зовнішніх та внутрішніх циліндричних, конічних та торцевих поверхонь при встановленні деталей у центрах, кулачковому патроні, на планшайбі або цангах в умовах дрібносерійного та серійного виробництва [13].

Обробка виробів на верстаті 3У12АФ11 проводиться поздовжнім або врізним шліфуванням у напівавтоматичному циклі з керуванням від пристрою

					МІ 131.00.1/Б 102/с 010 00-ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

цифрової індикації (УЦІ) або приладу активного контролю (ПАК), що поставляється на замовлення, а також з ручним керуванням [13].

ПАК дозволяє здійснювати шліфування валу з метою забезпечення заданого зазору (натягу) в парі з деталлю, що сполучається.

У напівавтоматичному циклі остаточний розмір забезпечується УЦІ або ПАК, а при ручному керуванні жорстким упором або візуальним контролем за табло УЦІ.

Круглошліфувальний верстат 3У12АФ11 має поворотний верхній стіл та поворотну шліфувальну бабку. Це дає можливість шліфувати не тільки циліндричні, а й пологі конічні поверхні. Індикаторний пристрій, полегшує точний відлік кута повороту столу при шліфуванні конусів.

Управління верстатом - однорукояткове. За допомогою рукоятки управління включаються швидке підведення-відведення шліфувальної бабки, врізна подача, включення та вимкнення обертання виробу та подачі СОЖ, включення ходу столу та розвантаження насоса (у перервах між обробкою деталей) [13].

На верстаті 3У12АФ11 можна виконувати такі види обробки:

- поздовжнє та врізне шліфування при ручному управлінні до упору або з приладом активного контролю у напівавтоматичному циклі;
- поздовжнє шліфування до упору з поперечною автоматичною періодичною подачею, що здійснюється при реверсі столу;
- шліфування торцевих поверхонь периферією кола.

					МІ 131.00.1/Б 102/с 010 00-ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Рисунок 2.14 – Верстат круглошліфувальний особливо високої точності
3Y12AF11 [13]

Таблиця 2.10 – Технічні характеристики верстата 3Y12AF11

Найменування параметра	3Y12AF11
Клас точності згідно з ГОСТ 8-82	A
Найбільший діаметр виробу, що обробляється, мм	200
Найбільша довжина виробу, що обробляється (РМЦ), мм	500
Найбільша довжина шліфування, мм	450
Найбільша довжина внутрішнього шліфування, мм	75
Рекомендований діапазон діаметрів отворів, що шліфуються, мм	13..50
Відстань від осі шпинделя передньої бабки до дзеркала столу - висота центрів, мм	125
Відстань від підшви верстата до осі виробу, мм	1095
Точність	
Постійність діаметра в поздовжньому перерізі, мм	0,003
Круглість, мм	0,0006
Стіл верстата	
Найбільше поздовжнє переміщення столу механічне/ручне, мм	500 / 500
Найменший хід столу між упорами, мм	
Ручне уповільнене/прискорене переміщення столу за один оберт маховика, мм	1,2 / 14,27
Швидкість переміщення столу від гідросистеми (регулювання Б/с), м/хв.	0,03..5,0
Найбільший кут повороту верхнього столу за годинниковою / проти годинникової стрілки, град	8,5 ° / 8,5 °
Шліфувальна бабка	
Найбільше переміщення шліфувальної бабки гвинтом подачі, мм	100
Переміщення шліфувальної бабки під час швидкого підведення, мм	55

					МІ 131.00.1/Б 102/с 010 00-ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Час швидкого настановного переміщення (підведення та відведення) шліфувальної бабки, з	3
Точність повторного швидкого настановного підведення шліфувальної бабки, мм	0,001
Кут повороту шліфувальної бабки, град	$\pm 30^\circ$
Кут повороту шліфування, град	90°
Шліфувальне коло за ГОСТ 2424-67	300..400 x 40 x 203
Діаметр кінця шліфувального шпинделя за ГОСТ 2323-67 (конусність 1:5), мм	$\varnothing 65$
Частота обертання шпинделя зовнішнього шліфування, об/хв.	2390, 2000, 1670
Швидкість шліфувального кола (встановлюється змінними шківками) - зношеного/незношеного, м/с	37,5; 31,5; 26,25/50; 42; 35
Привід та електроустаткування верстата	
Кількість електродвигунів на верстаті	11
Електродвигун шпинделя шліфувальної бабки, кВт (об/хв)	4,0
Габаритні розміри та маса верстата	
Габаритні розміри верстата (довжина x ширина x висота), мм	2260 x 1780 x 1680
Маса верстата з електрообладнанням та охолодженням, кг	4200

Зубошліфувальний верстат YW7232CNC складається з 10 осей з 5 координованими осями керований універсальний зубошліфувальний верстат.

Ця машина інтегрована з класичним розташуванням і більшістю передовою технологією шліфування, що забезпечує надвисоку ефективність і точність зубчаста обробка.

Обидва способи генеруючого шліфування та профільного шліфування доступний.

10 осей верстата гнучко керуються ЧПУ система, і кілька дій можуть виконуватися незалежно одночасно. Щоб здійснювати повний автоматичний контроль протягом усього процесу обробки, включають робоче налаштування, правку шліфувального круга, високошвидкісне вирівнювання інструменту, АЕ (акустична емісія) моніторинг процесу подрібнення, поділу маси, помелу та тощо [14].

					МІ 131.00.1/Б 102/с 010 00-ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Рисунок 2.15 – Зубошліфувальний верстат YW7232CNC [14]

Таблиця 2.11 – Технічні характеристики верстата YW7232CNC [14]

Технічні характеристики	одиниця	YW7232CNC
Макс. Діаметр заготовки.	мм	320
Макс. модуль заготовки	мм	6
центр відстань між шліфувальним кругом і робочим столом	мм	30~530
Відстань між віссю шліфувального круга та поверхнею робочого столу	мм	100-700

2.4 Автоматизація виробничих процесів

У серійному виробництві масляних насосів автоматизація технологічних процесів дозволяє досягти високої точності, знизити собівартість продукції та підвищити стабільність якості виготовлення. Основні елементи автоматизації:

Використання оброблювальних центрів з ЧПК (CNC) для точного та повторюваного виконання токарних, фрезерних, свердлильних і шліфувальних операцій.

Автоматизовані засоби подачі та позиціонування заготовок, що дозволяє мінімізувати втручання оператора.

					МІ 131.00.1/Б 102/с 010 00-ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Встановлення сенсорів та систем активного контролю (ПАК), які забезпечують автоматичне вимірювання геометричних параметрів під час обробки.

Інтеграція CAD/CAM-систем для швидкої підготовки програм обробки та гнучкої зміни маршрутів у разі необхідності.

Зокрема, автоматизація реалізована на верстатах:

ST-15 — токарні операції з гідравлічним патроном.

VF-1 — вертикально-фрезерні операції.

5K301П — зубофрезерна обробка з ЧПК.

3У12АФ11 — напівавтоматичне шліфування з використанням ПАК.

2.4.1 Розрахунок режимів різання

Для розпахунку режимів різання будемо використовувати калькулятор sandvik [15].

Режими різання при фрезеруванні торцевої поверхні корпуса масляного насоса

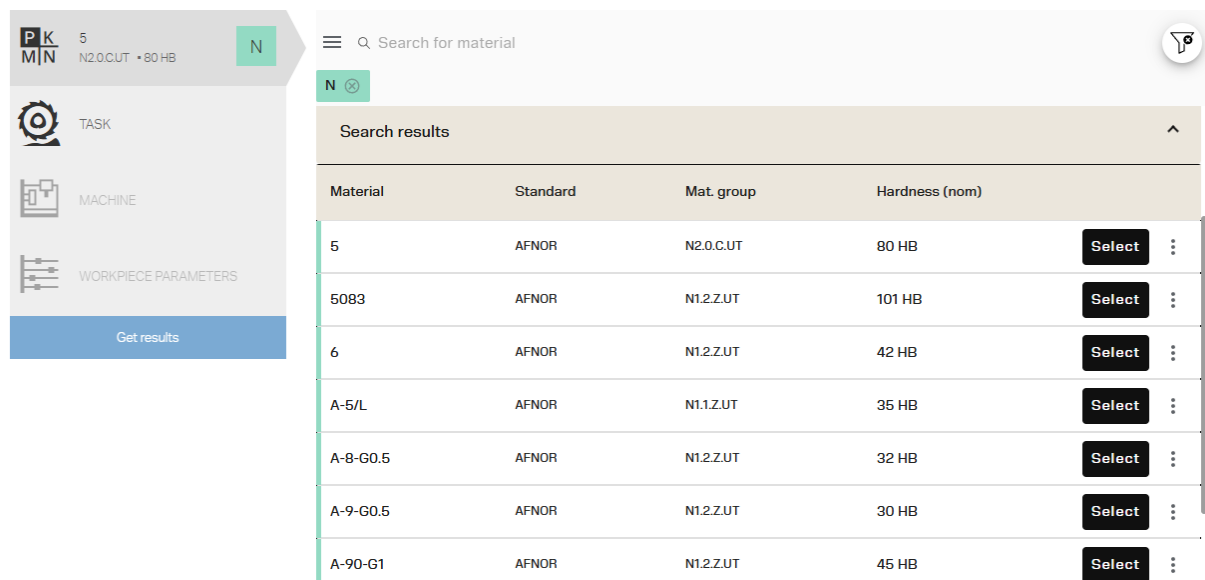


Рисунок 2.16 – Вибір матеріалу деталі

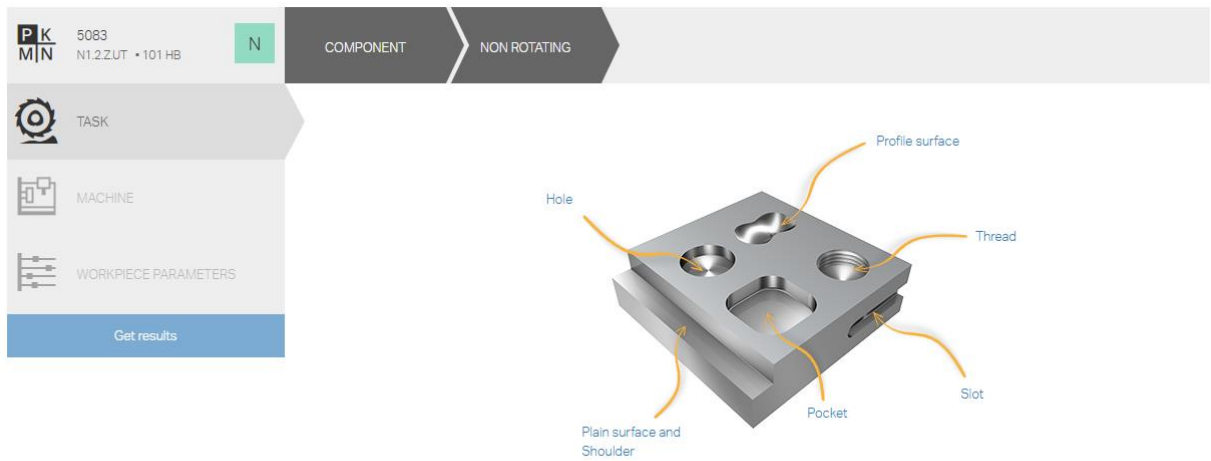


Рисунок 2.16 – Вибір поверхні обробки

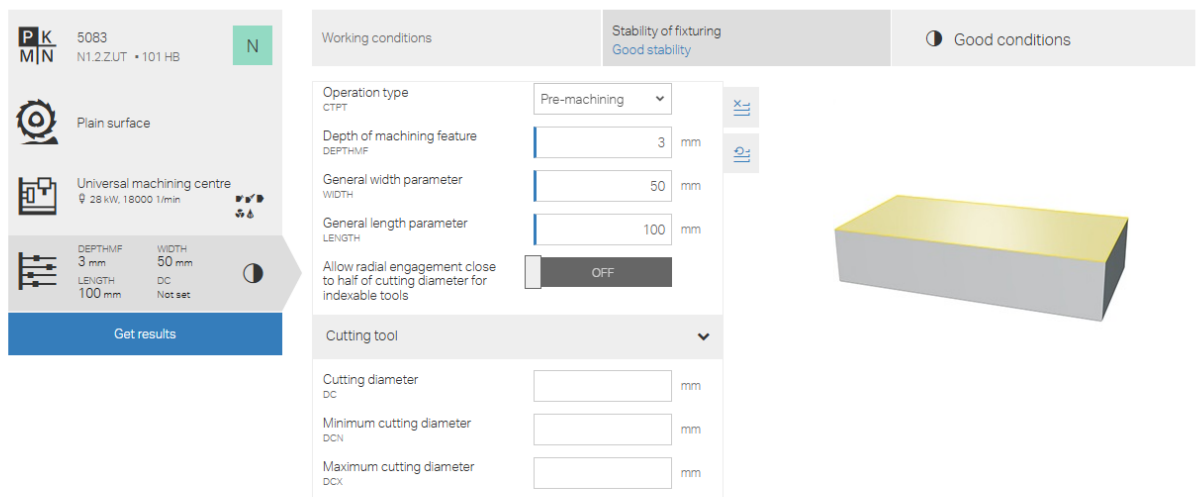


Рисунок 2.17 – Задання розмірів заготовки та глибини обробки

					МІ 131.00.1/Б 102/с 010 00-ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

PLAIN SURFACE

Universal machining centre
28 kW, 18000 1/min

Pre-machining

Depth of machining feature DEPTH/MF: 3 mm

General width parameter WIDTH: 50 mm

General length parameter LENGTH: 100 mm

More ...

FACE MILLING / INDEXABLE

CoroMill 245

R245-063Q22-12H Tool

R245-12 T3 E-AL H10 Insert Face (6x)

Maximum cutting diameter DCX: 75.5 mm

Depth of cut maximum APMX: 6 mm

Tool life count TLIFEC: 1380 Features

Machining time TMF: 00:01.308 min:s

Save for later

Build tool assembly

CUTTING DATA

STEPS: 1

PREMACHINING

Cutting speed VC: 921 m/min

Feed per tooth FZ: 0.237 mm

CO₂ EMISSIONS

Carbon dioxide emission per component CPC: 3.38 g

Work per component WPC: 0.00846 kWh

Show detail

Knowledge

RESULTS

1 - 8 of 3458

CoroMill Dura 1K325-2000-KB 1730 100% 00:01.050

CoroMill Dura 1K324-2000-KB 1730 121% 00:01.284

CoroMill Dura 1K335-2000-050-XD 1730 123% 00:01.128

CoroMill Dura 1K335-2000-100-XD 1730 123% 00:01.128

CoroMill 245 R245-063Q22-12H R245-12 T3 E-AL H10 (6x) 123% 00:01.308

CoroMill 245 RA245-063R19-12H R245-12 T3 E-AL H10 (6x) 124% 00:01.314

CoroMill 200 R200-050Q27-16H RCKT 16 06 MO-WM H10F (5x) 126% 00:01.500

Рисунок 2.18 – Вибір інструменту

FACE MILLING / INDEXABLE

LEGEND

1 Premachining

CoroMill 245

R245-063Q22-12H Tool

R245-12 T3 E-AL H10 Insert Face (6x)

coupling Arbor -ISO 6462 -A (hexagon socket he...

cooling External Compressed Air

Plain surface

N 5083 101 HB

Universal machining centre 28 kW, 18000 1/min

COST EFFICIENCY DATA CUTTING DATA CHANGE CUTTING DATA NOP CHANGE CO₂ EMISSIONS NEW

VC [m/min] CUTTING SPEED: 921

FZ [mm] FEED PER TOOTH: 0.237

N [1/min] SPINDLE SPEED: 4250

VFM [mm/min] FEED SPEED AT MACHINED DIAMETER: 6040

AE [mm] WORKING ENGAGEMENT: 50

AP [mm] DEPTH OF CUT: 3

NOPAE NUMBER OF PASSES IN AE DIRECTION: 1

NOPAP NUMBER OF PASSES IN AP DIRECTION: 1

PPC [kW] CUTTING POWER: 13.1

MMC [Nm] CUTTING TORQUE: 29.3

HEX [mm] MAXIMUM CHIP THICKNESS: 0.168

QQ [cm³/min] MATERIAL REMOVAL RATE: 906

LEGEND

1 Premachining

Рисунок 2.19 – Режими різання

Для інших деталей проводимо аналогічні розрахунки режимів різання. Наведемо ще декілька прикладів розрахунків для токарної обробки шестерні.

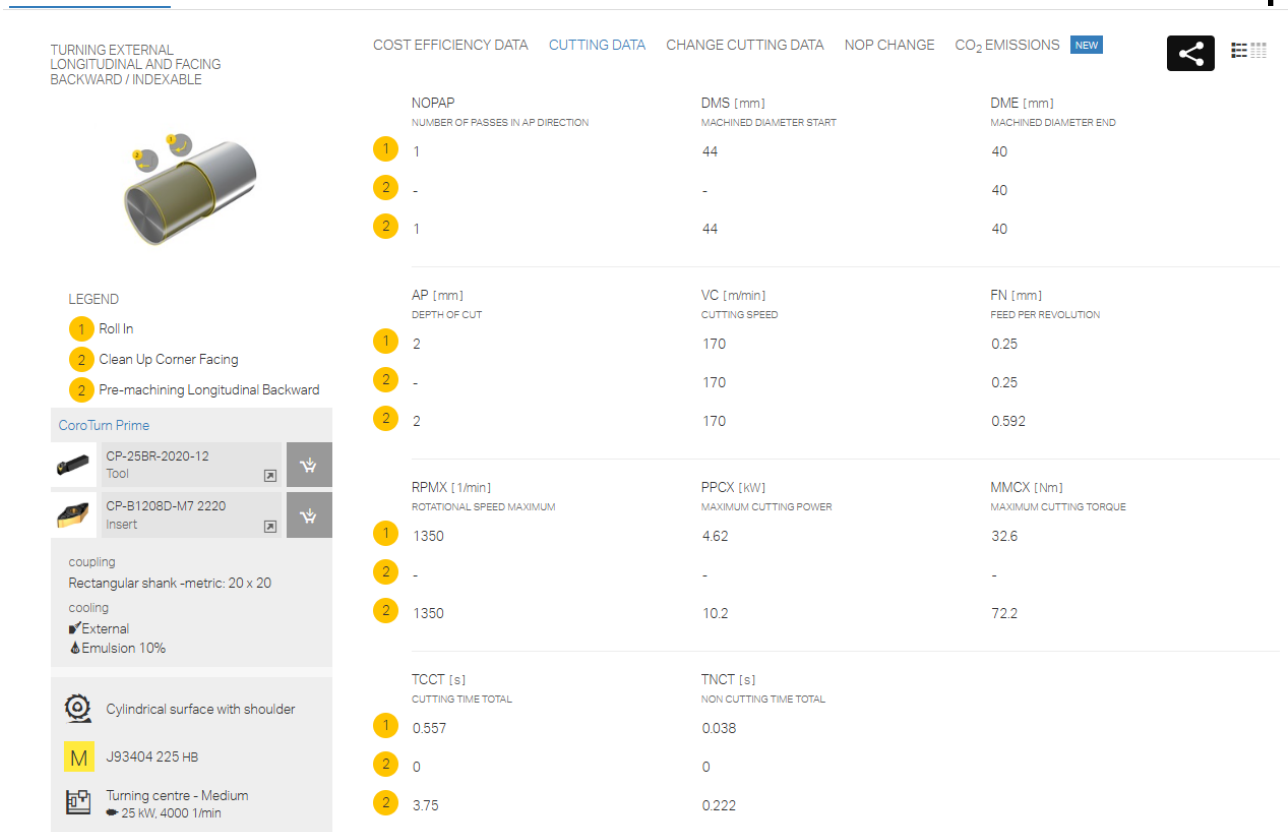


Рисунок 2.20 – Режими різання операція токарна з ЧПК

2.4.2 Універсально-збірний пристрій для фрезерної обробки корпусу масляного насоса

Для проведення обробки корпусу масляного насоса (зокрема торцевого фрезерування, розточування або свердління посадкових поверхонь) доцільно застосувати верстатне пристосування на основі системи збірно-розбірних пристосувань (ЗРП). Такий підхід дозволяє скоротити витрати на виготовлення пристрою, забезпечити гнучкість у переналагодженні, а також використати уніфіковані елементи повторно.

Склад УЗП для обробки корпусу насоса може включати:

Корпусна база та плити установки — виготовлені з чавуну, не потребують обробки або потребують мінімальної обробки.

Затискні вузли — стандартизовані за ГОСТ, що забезпечують надійну фіксацію заготовки.

Опорні та установчі елементи — змінні, функціонально взаємозамінні компоненти, які підлаштовуються під розміри конкретного корпусу.

Базувальні пальці, призми та упори, які забезпечують точне позиціонування деталі під час обробки.

Переваги використання ЗРП:

Уніфікація та багаторазове використання елементів, що дозволяє знизити собівартість виготовлення технологічного обладнання.

Механізовані затискачі прискорюють встановлення/зняття заготовки та підвищують безпеку обслуговування.

Гнучкість конструкції дозволяє легко адаптувати пристосування під різні модифікації корпусів насосів без розробки нових пристроїв.

Економія часу на проектування і виготовлення, що особливо актуально у серійному та масовому виробництві.

Згідно з практичним досвідом використання УЗП на машинобудівних підприємствах, знос контактних поверхонь за 10 років експлуатації становить менше 0,01 мм, що підтверджує їх довговічність і ефективність. При наявності стандартного комплексу елементів пристосування, виготовлення нового пристрою зводиться переважно до його збирання за заданою схемою.

					МІ 131.00.1/Б 102/с 010 00-ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

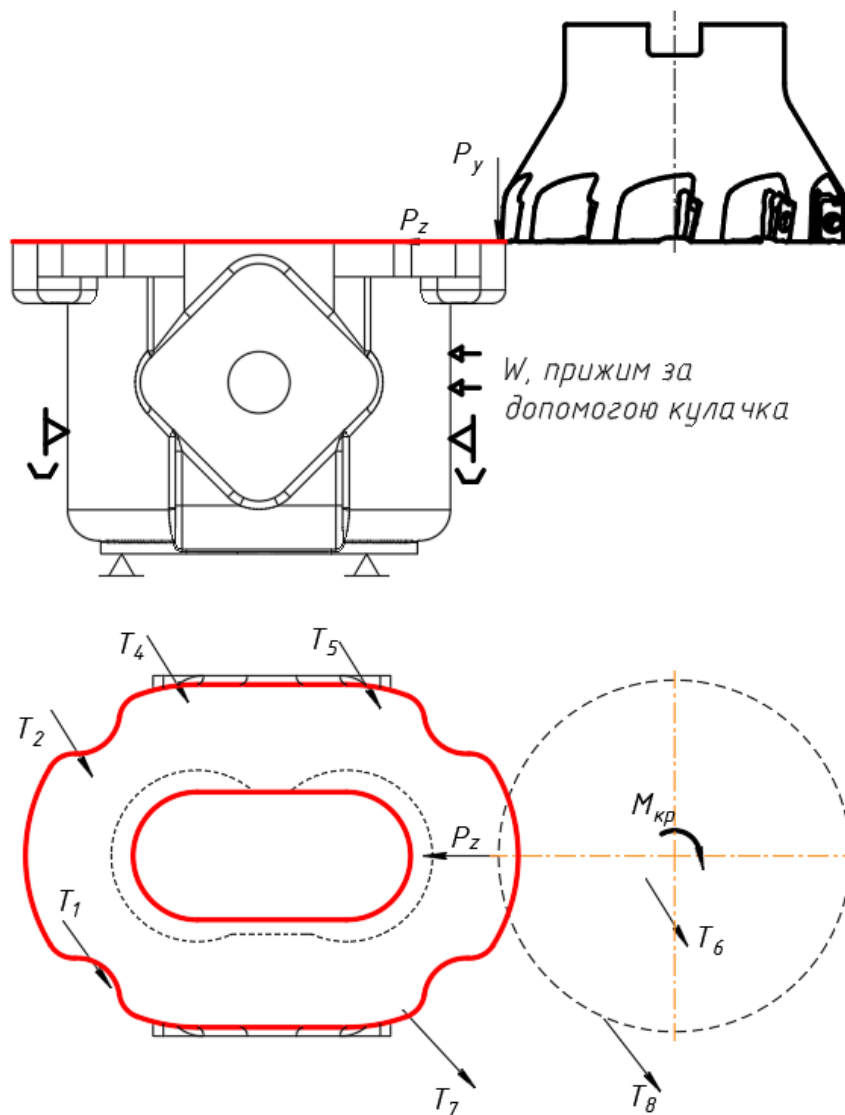


Рисунок 2.21 – Схема базування заготовки

Силовий розрахунок пристрою виконаємо при фрезеруванні поверхні (рис. 2.16) так як при цьому виді обробки діють найбільші сили різання. Сили різання при фрезеруванні:

$$P_z = \frac{M_{кр} \cdot 2 \cdot 100}{D} = \frac{26,8 \cdot 2 \cdot 100}{80} = 67 \text{ Н.}$$

$M_{кр}$ – крутний момент визначаємо за допомогою калькулятора представленого в [23]

Складаємо розрахункову схему (рис. 4.1), при цьому на схемі показуємо базування заготівки, діючі сили різання P_z і P_y сили тертя а також точки застосування сили затиску Q.

					МІ 131.00.1/Б 102/с 010 00-ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Зміщення заготівлі під дією сил P_z і P_y запобігається силою затиску Q та силами тертя $T_1, T_2, T_3, T_4, T_5, T_6, T_7, T_8$.

Умови рівноваги заготівці:

$$P < T_1 + T_2 + T_3 + T_4 + T_5 + T_6 + T_7 + T_8,$$

де $P = \sqrt{P_z^2 + P_y^2}$,

P_z – дотична складова сили різання;

P_y -радіальна складова сили різання,

$$P_y = 0,4 \dots 0,6 \cdot P_z = 0,4 \cdot 67 = 26,8\text{Н},$$

звідси

$$P = \sqrt{67^2 + 26,8^2} = 72,2\text{ Н};$$

$$T_1 = T_2 = T_3 = T_4 = T_5 = T_6 = \frac{2Q}{6} f_1,$$

$$T_7 = T_8 = \frac{2Q}{2} f_2,$$

де f_1 -коефіцієнт тертя між поверхнями заготівлі та настановних елементів пристосування, $f_1 = 0,16$ [13];

f_2 -коефіцієнт тертя між поверхнями заготівлі та затискними елементами, $f_2 = 0,2 \dots 0,5, f_2 = 0,225$ [13].

Ввівши коефіцієнт запасу K і підставивши значення сил тертя, отримаємо:

$$K \cdot \sqrt{P_z^2 + P_y^2} = 6 \cdot \left(\frac{2 \cdot Q}{6} f_1 \right) + 2 \cdot \left(\frac{2 \cdot Q}{2} f_2 \right);$$

$$K \cdot \sqrt{P_z^2 + P_y^2} = 2 \cdot Q \cdot f_1 + 2 \cdot Q \cdot f_2.$$

$$K \cdot \sqrt{P_z^2 + P_y^2} = 2 \cdot Q \cdot (f_1 + f_2).$$

Коефіцієнт запасу До розраховали за такою формулою [13]:

$$K = K_0 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_6,$$

де K_0 - гарантований коефіцієнт запасу, $K_0 = 1,5$;

K_1 - коефіцієнт, що враховує наявність випадкових нерівностей на заготівлі; при остаточній обробці $K_1 = 1,0$;

					МІ 131.00.1/Б 102/с 010 00-ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

K_2 – коефіцієнт, що враховує збільшення сил різання внаслідок затуплення ріжучого інструменту залежно від методу обробки, $K_2 = 1,2 \dots 1,4$, $K_2 = 1,3$;

K_3 - коефіцієнт, що враховує збільшення сил різання при переривчастій обробці, $K_3 = 1,2$;

K_4 - коефіцієнт, що враховує мінливість зусилля затиску; для ручних затискних пристроїв $K_4 = 1,3$;

K_5 - коефіцієнт, що характеризує ергономіку ручних затискних пристроїв; при незручному розташуванні рукояток управління $K_5 = 1,2$;

K_6 - коефіцієнт, що враховує наявність моменту, що прагне повернути заготовку на опорах; при встановленні заготовки на опорні пластини

$$K_6 = 1,5. K = 1 \cdot 1,2 \cdot 1,3 \cdot 1,2 \cdot 1,3 \cdot 1,2 \cdot 1,5 = 4,38.$$

Таким чином, сила затиску при фрезеруванні:

$$Q = \frac{K \cdot \sqrt{P_z^2 + P_y^2}}{2(f_1 + f_2)} = \frac{4,38 \cdot 72,2}{2(0,16 + 0,225)} = 410,7 \text{ Н.}$$

Розрахувавши значення сили затиску Q , визначимо зусилля на ключі P , яке необхідно докласти для її реалізації.

Знайдемо мінімально допустиме значення розрахункового діаметра гвинта:

$$d = c \cdot \sqrt{\frac{Q}{[\sigma_p]}} = 1,41 \cdot \sqrt{\frac{410,7}{180}} = 2,13 \text{ мм.}$$

де c - Коефіцієнт для основних метричних різьблень, $c = 1,41$;

$[\sigma_p]$ - допустима напруга при розтягуванні для сталі 40, $[\sigma_p] = 180$ МПа.

Приймаємо із конструктивних міркувань зовнішній діаметр гвинта рівним 8 мм (різьба М8).

$$P = \frac{Q \cdot \left[r_{cp} \cdot \operatorname{tg}(\alpha + \phi_{пр}) + \frac{1}{3} \cdot f \cdot \left(\frac{D_H^3 - D_B^3}{d_H^2 - d_B^2} \right) \right]}{l},$$

Зусилля на рукоятці ключа:

де r_{cp} - середній радіус різьблення, $r_{cp} = 3,594$ мм;

α – кут підйому витка різьблення, $\alpha = 2^\circ 30'$;

$\phi_{пр}$ - наведений кут тертя в різьбовій парі, $\phi_{пр} = 6^\circ 30'$;

					МІ 131.00.1/Б 102/с 010 00-ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

f - Коефіцієнт тертя, $f = 0,2$; l - Довжина рукоятки ключа, $l = 150$ мм.

Підставивши всі значення, отримаємо:

$$P = \frac{410,7 \cdot \left[3,594 \cdot 0,158 + \frac{1}{3} \cdot 0,2 \cdot \left(\frac{8^3 - 6,647^3}{8^2 - 6,647^2} \right) \right]}{150} = 11,6 \text{ Н}$$

Допустима сила на рукоятці ключа становить 150 Н, отже, отримане значення сили $P = 11,6$ Н допустимо.

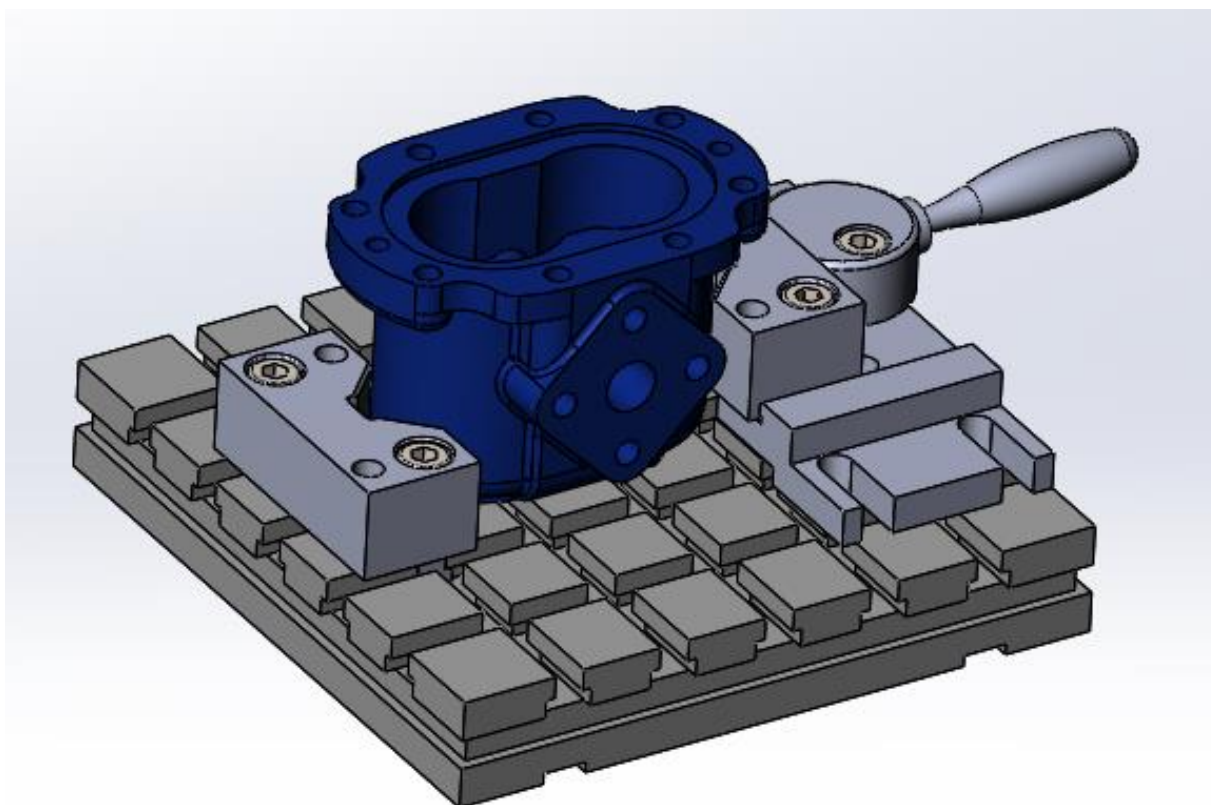


Рисунок 2.22 – 3D модель затискного пристрою

2.5 Контроль якості на етапах виготовлення

Контроль якості є важливою складовою серійного виробництва, що дозволяє уникнути браку та знизити витрати на переробку. Основні етапи контролю:

Вхідний контроль сировини та заготовок (алюмінієві сплави, сталі 40Х, латунь).

					МІ 131.00.1/Б 102/с 010 00-ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Проміжний контроль після ключових операцій: розточування, зубофрезерування, термообробки та шліфування.

Остаточний контроль після всіх операцій перед передачею на склад готової продукції.

Контроль виконується за допомогою:

Калібрів та мікрометрів;

3D-координатно-вимірювальних машин;

Шаблонів та штангенінструменту;

Візуального контролю шорсткості, оброблених поверхонь і точності форм.

2.6 Висновки по розділу

У розділі було розглянуто технологічну підготовку виробництва основних деталей масляного насоса. Запропоновано технологічні маршрути для кожної деталі, визначено необхідне обладнання та інструмент, а також розроблено заходи автоматизації виробництва.

Впровадження автоматизованого обладнання з ЧПК та застосування сучасних методів контролю якості забезпечує високу точність, зменшення браку і підвищення продуктивності виробництва в умовах серійного випуску.

					МІ 131.00.1/Б 102/с 010 00-ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3 СКЛАДАННЯ

3.1 Підготовка компонентів до складання

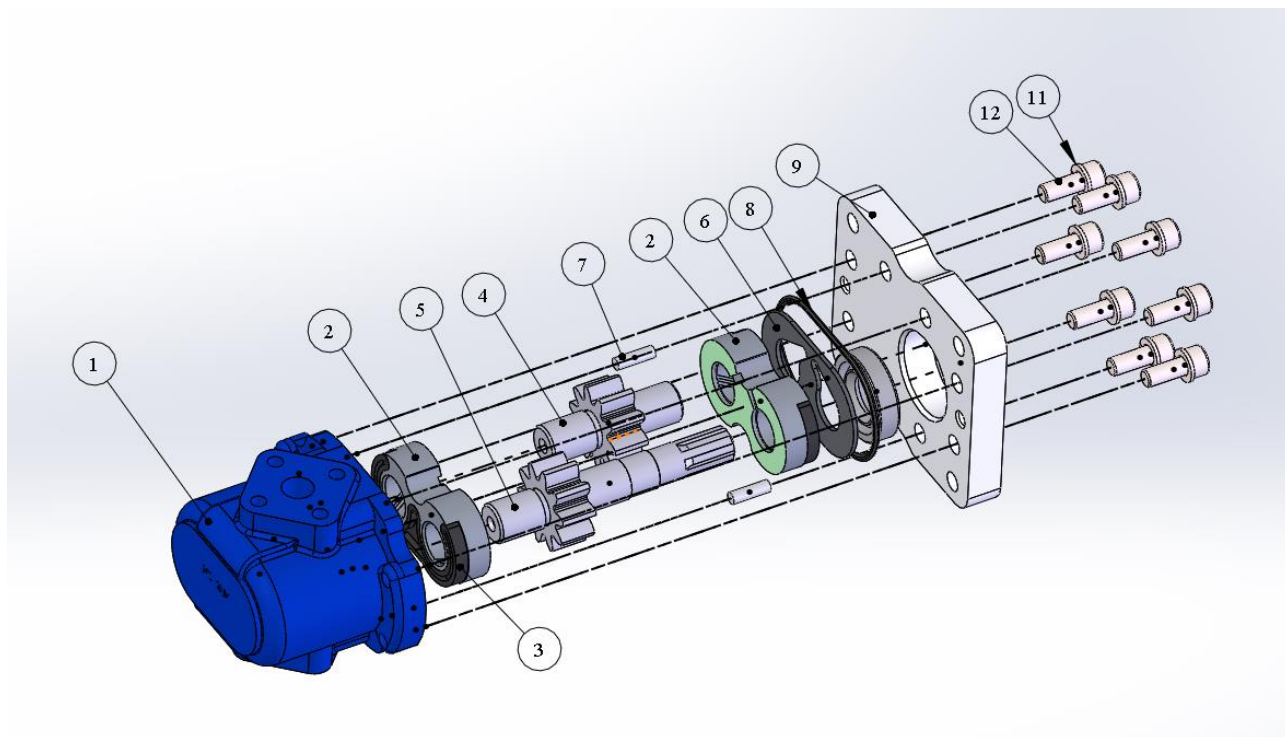


Рисунок 3.1 – Рознесений вигляд 3D моделі масляного насоса

3.2 Технологічні процеси складання масляних насосів

Складання масляного насоса є заключним етапом виробничого процесу, що забезпечує готовність виробу до експлуатації. Якість складання безпосередньо впливає на ефективність роботи насоса, герметичність, безшумність та надійність вузлів. Процес виконується на спеціалізованому складаному посту, що обладнаний стандартним монтажним інструментом, пристроями та контрольно-вимірювальними засобами.

					МІ 131.00.1/Б 102/с 010 00-ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 3.1 – Основні етапи складання масляного насоса

№	Операція	Інструмент / оснащення	Примітка
1	Очищення деталей від пилу та стружки	Повітряна магістраль, ганчір'я	Обов'язковий етап перед складанням
2	Перевірка співвісності отворів	Центрувальна оправка	Згідно креслення
3	Встановити підшипникову опору в корпус	Монтажна оправка	
4	Встановлення ведучої вал-шестерні	Монтажна оправка	Через підшипник у корпус
5	Встановлення веденої вал-шестерні	Вставка вручну або оправкою	Забезпечення зазору
6	Встановити підшипникову опору в корпус	Монтажна оправка	
7	Монтаж ущільнювальних прокладок	Пінцет, змазування	Прокладки встановлюються без перекосів
8	Установка кришки насоса	Електровикрутка або ручна	Рівномірне затягування болтів
9	Затягування з'єднувальних болтів	Динамометричний ключ	Момент згідно техвимог
10	Перевірка легкості обертання вала	Ручна прокрутка	Не повинно бути заїдань
11	Контроль герметичності (продування)	Повітря під тиском + ванна	Виявлення витоків масла
12	Маркування та пакування готового виробу	Штамп, бирка, упаковка	За нормативною документацією

Технічні умови на складання

Зазори між шестернями — згідно з технічним кресленням.

Герметичність перевіряється під тиском 0,2–0,3 МПа.

Болтові з'єднання — момент затягування 6–8 Н·м.

Вісь обертання вала повинна бути паралельна осі веденої шестерні з допуском не більше 0,05 мм.

Контроль якості на етапі складання

Вхідний контроль деталей (відповідність розмірам, термообробці).

					МІ 131.00.1/Б 102/с 010 00-ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Міжопераційний контроль: зазори, співвісність, монтаж прокладок.

Фінальний контроль: герметичність, легкість обертання, зовнішній вигляд.

Перевірка герметичності та продуктивності

Після завершення складання масляного насоса необхідно здійснити контрольні випробування, що дозволяють оцінити герметичність вузлів, відсутність витоків та функціональну продуктивність. Ці перевірки проводяться на спеціалізованому стенді або випробувальному посту.

1. Перевірка герметичності

Мета: виявлення протікань у зонах з'єднань корпусу, прокладок, ущільнень та вала.

Методика:

Насос встановлюється на стенд і герметизується.

До вхідного патрубку подається повітря або масло під тиском (0.2–0.3 МПа).

Виріб занурюється у ванну з водою (якщо застосовується повітря) або обстежується візуально на витіки (при подачі масла).

Тривалість випробування – 1 хвилина.

Умови вважати задовільними – відсутність бульбашок або витікання робочої рідини.

Обладнання:

Повітряний компресор з регулятором тиску

Ванна з водою / камера огляду

Манометр, таймер

2. Перевірка продуктивності

Мета: визначити подачу насоса в л/хв за заданих умов експлуатації.

Методика:

Насос з'єднується з електроприводом (наприклад, двигун 3000 об/хв).

Подається масло (SAE 30) з контрольного резервуару.

На виході встановлюється витратомір або вимірювальний бак з мірною шкалою.

Вимірюється об'єм, поданий за 1 хвилину.

					МІ 131.00.1/Б 102/с 010 00-ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Нормативні значення (приклад):

Продуктивність: не менше 7 л/хв

Тиск на виході: 0.8–1.0 МПа

Витрати: стабільні протягом 60 секунд

Контроль параметрів:

Температура масла — не нижче 40 °С

В'язкість — згідно з паспортом рідини

Вібрація та шум — візуальна та акустична оцінка

Оформлення результатів

Результати випробувань вносяться у протокол перевірки, який включає:

серійний номер насоса;

дату, час перевірки;

показники: тиск, витрати, герметичність;

підпис відповідального за випробування.

3.3 Налаштування та тестування кінцевого виробу

Після успішного складання та перевірки герметичності, масляний насос піддається остаточному тестуванню та налаштуванню, що має на меті забезпечення його готовності до експлуатації.

Процедура налаштування включає:

Перевірка обертання вала вручну – без заїдань, плавно, з рівномірним опором.

Попереднє змащування – внутрішніх порожнин та контактних поверхонь шестерень.

Підключення до приводу та запуск без навантаження – перевірка відсутності сторонніх шумів та вібрацій.

Тестовий запуск з навантаженням – оцінка продуктивності під реальними умовами (імітація роботи в системі).

					МІ 131.00.1/Б 102/с 010 00-ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Регулювання обмежувальних клапанів (за наявності) – під належний тиск і витрату.

Результати тестування заносяться у журнал технічного контролю.

3.4 Пакування та підготовка до транспортування

Завершений виріб проходить етап маркування, захисту від пошкоджень і підготовки до транспортування. Умови пакування залежать від типу поставки: одинична (ремонтна) або серійна (на конвеєр).

Основні операції:

Очищення від залишків мастила, видалення робочої рідини (для сухої упаковки).

Нанесення інвентаризаційного коду або штрих-коду.

Укладання в тару (коробка з вкладками, індивідуальний пінополіуретан).

Додавання супровідної документації: паспорт виробу, інструкція, гарантійний талон.

Герметизація пакування: клейка стрічка, пломби, маркування напрямку транспортування («верх», «крихке», тощо).

Групове пакування на палети (для серійної відправки).

Пакувальний процес виконується згідно з технічними умовами ТУ У 29.1-XXX:XXXX та супроводжується передаточним актом.

3.5 Висновки по розділу

У результаті аналізу та опису технологічних етапів збирання масляного насоса, включно з перевіркою та пакуванням, було встановлено:

Процес складання включає ретельно регламентовану послідовність операцій, що забезпечують надійність і герметичність виробу.

Контрольні випробування дозволяють своєчасно виявити дефекти ущільнень, порушення співвісності або втрати продуктивності.

					МІ 131.00.1/Б 102/с 010 00-ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Результати тестування підтверджують відповідність виробу вимогам нормативної документації.

Завдяки використанню стандартного інструменту та методик - досягається стабільна якість у серійному виробництві.

Грамотно організоване пакування захищає виріб на всіх етапах логістики та забезпечує безпечну доставку до споживача.

					МІ 131.00.1/Б 102/с 010 00-ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4 МАРКЕТИНГ

Розділ присвячений практичним аспектам впровадження масляного насоса у виробництво та виведення його на ринок, включаючи питання збуту, сертифікації, логістики та гарантійного обслуговування.

4.1 Вибір каналів збуту та маркетингова стратегія

Основні канали збуту:

Оптові постачання для автосервісів та виробників техніки (через дистриб'юторів).

Онлайн-продаж через маркетплейси (Rozetka, Prom.ua, Epicentr).

Прямі договори з підприємствами-споживачами (у сфері сільгосптехніки, промислових насосних установок).

Маркетингова стратегія:

Позиціонування: надійний вітчизняний виріб середнього цінового сегменту.

Цільова аудиторія: СТО, виробники тракторів, механічні цехи.

Інструменти просування:

SEO-сайт із каталогом (наприклад: такий як мій сайт)

Виставки та презентації в B2B-секторі

Сертифікати якості, як доказ надійності

4.2 Сертифікація та відповідність стандартам

Для реалізації продукції на території України та країн ЄС необхідно дотримання:

ДСТУ EN ISO 9001:2015 — система менеджменту якості.

ДСТУ 2297-93 (насоси зубчасті, технічні вимоги).

Сертифікат відповідності УкрСЕПРО / CE (залежно від ринку збуту).

Паспорт виробу з технічними характеристиками та умовами експлуатації.

					МІ 131.00.1/Б 102/с 010 00-ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Етапи сертифікації:

Подача технічної документації.

Проведення лабораторних випробувань.

Отримання сертифіката на партію або серійне виробництво.

Маркування: № партії, дата, знак відповідності.

4.3 Логістика та постачання

Ефективна логістика передбачає:

Зберігання на складі готової продукції до 30 днів;

Пакування згідно ТУ: індивідуальне, із захистом від вологи;

Доставка:

Новою Поштою (роздріб)

Автотранспортом (оптові замовлення)

Контроль партій за серійним номером у базі.

Також налагоджується зворотна логістика - для обміну або гарантійного повернення.

4.4 Обслуговування та гарантійна підтримка

Гарантія:

Термін: 12 місяців з дати продажу.

Умови:

Дотримання інструкції

Відсутність механічних пошкоджень

Проведення монтажу сертифікованим СТО

Післяпродажне обслуговування:

Сервісні партнери у великих містах

Онлайн-підтримка (запит через сайт або телеграм-бот)

Постачання запасних частин — за замовленням

					МІ 131.00.1/Б 102/с 010 00-ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4.5 Висновки по розділу

У розділі проаналізовано шляхи комерціалізації та реалізації виробу:

Визначено оптимальні канали збуту і сформована стратегія просування на ринок;

Встановлено перелік нормативних вимог і сертифікаційних процедур;

Описано логістичну схему постачання, маркування та контролю партій;

Розроблено модель гарантійної підтримки і системи зворотного зв'язку з клієнтом.

Це забезпечує комплексне впровадження масляного насоса в практику та формує основу для подальшого масштабування виробництва.

					МІ 131.00.1/Б 102/с 010 00-ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВИСНОВКИ

У бакалаврській кваліфікаційній роботі виконано комплексне дослідження та розробку технічної підготовки серійного виробництва масляних насосів середньої потужності, що використовуються в колісних сільськогосподарських машинах. В рамках проєкту було досягнуто наступних результатів:

Обґрунтовано актуальність і технічну доцільність виробництва масляних насосів середньої потужності з урахуванням сучасних вимог до надійності, ефективності та технологічності;

Розроблено конструкцію насоса та його основних складових, виконано моделювання роботи пристрою в середовищі SolidWorks, що дозволило виявити та усунути потенційні недоліки;

Розроблено та оптимізовано технологічні маршрути виготовлення ключових деталей (корпусу, шестерень, кришки, опори), з урахуванням сучасного високопродуктивного обладнання з ЧПК;

Визначено доцільне обладнання, інструменти та оснащення, що забезпечують необхідну точність і якість обробки;

Впроваджено елементи автоматизації та цифрового моделювання для підвищення ефективності виробничих процесів;

Забезпечено розробку маршрутних і операційних технологій механічної обробки, а також технології складання виробу;

Проведено технічне нормування та оформлено комплект технологічної документації.

Загалом виконана робота підтверджує доцільність і ефективність запропонованих технічних рішень для організації серійного виробництва масляних насосів середньої потужності, які відповідають вимогам сучасного сільськогосподарського машинобудування. Отримані результати можуть бути використані як основа для впровадження інновацій у сфері виробництва гідравлічних компонентів та подальшого вдосконалення процесів технічної підготовки виробництва.

					МІ 131.00.1/Б 102/с 010 00-ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Сисолін, П. В., Сало, В. М., Кропівний, В. М. Сільськогосподарські машини: теоретичні основи, конструкція, проектування. Кн. 1. - Київ: Вища освіта, 2001. – 400 с.
2. Насос шестеренний НШ-32 (правого обертання) / PromHydraulic. - [Електронний ресурс]. - Режим доступу: <https://promhydraulic.com.ua/ua/p1724641092-nasos-shesterennyj-nsh.html> - Назва з екрана. - Дата звернення: 02.04.2025.
3. Бенедикт О.Й. Основи гідравліки та пневматики: навч. посіб. — К.: Кондор, 2011. — 378 с.
4. Гончаренко В.А. Технологія матеріалів: підручник для вищих навчальних закладів. — К.: Либідь, 2009. — 432 с.
5. Промислова гідравліка. Насос шестеренний НШ-10М-3 Гідросила лівий/правий [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <https://promhydraulic.com.ua/ua/p1724641092-nasos-shesterennyj-nsh.html> (дата звернення: 6.04.2025).
6. Бойко І.В. Проектування гідравлічних систем: навч. посіб. — Харків: ХНУ, 2014. — 280 с.
7. Липовий В.І. Матеріалознавство та технічні матеріали: підручник. — Львів: ЛНУ, 2012. — 360 с.
8. Технічний довідник по ущільненнях: Сучасні герметизуючі матеріали. — Київ: Вища школа, 2016. — 240 с.
9. Абрамчук Ф.І., Рязанцев М.К., Шеховцов А.Ф. Двигуни внутрішнього згорання: Серія підручників у 6 томах. Том.6. Надійність ДВЗ
10. Temperature Relations of Selected Engine Oils Dynamic Viscosity [Електронний ресурс] // Advances in Science and Technology Research Journal. – 2014. – Т. 8, № 22. – С. 38–43. – Режим доступу: <https://sciendo.com/article/10.2478/ata-2014-0024>.

					МІ 131.00.1/Б 102/с 010 00-ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

11. Siling A., Stetter C., Nitsche R. Models for Flow Rate Simulation in Gear Pumps: A Review [Електронний ресурс] // Energies. – 2017. – Т. 10, № 9. – 1261. – DOI: 10.3390/en10091261 – Режим доступу: <https://www.mdpi.com/1996-1073/10/9/1261>.

12. Haas Automation Inc. Haas Automation Inc. Офіційний сайт. URL: <https://www.haascnc.com/uk.html> (дата звернення: 5.05.2025).

13. Metalinstryment.com [Електронний ресурс] // Metalinstryment.com. – Режим доступу: <https://www.metalinstryment.com>.

14. Зубошліфувальний верстат YW7232CNC [Електронний ресурс] // ЕТУМ. – Режим доступу: <https://www.etum.in.ua/product/zuboshlifivalnyj-verstat-yw7232cnc/> (дата звернення: 5.05.2025).

15. Sandvik Coromant [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.sandvik.coromant.com/> (дата звернення: 5.05.2025).

					МІ 131.00.1/Б 102/с 010 00-ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ДОДАТКИ

Додаток А Технологічні карти на виготовлення деталі корпус масляного насосу НШ-

					МІ 131.00.1/Б 102/с 010 00-ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

[illegible]

[illegible]

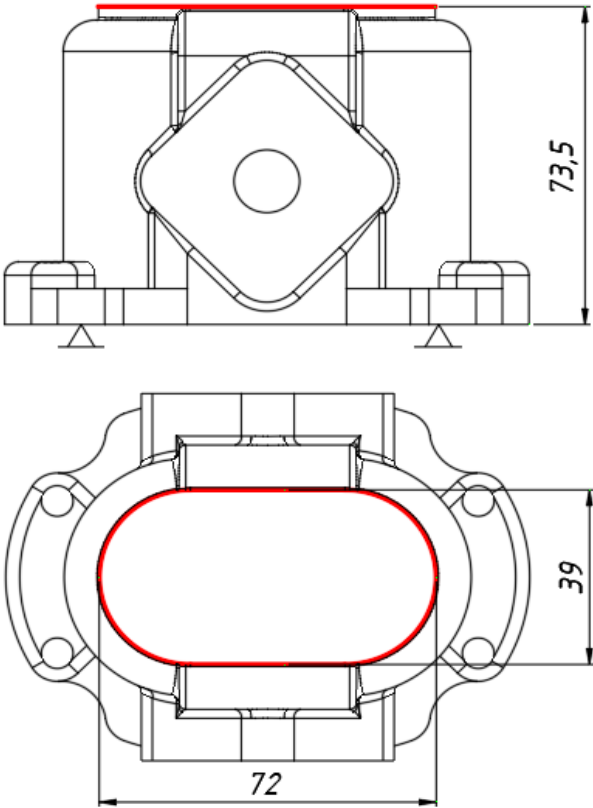
[illegible]

										ГОСТ 3.1404-86				Форма 3	
Взам.															
Підл.															
Розроб.		Козачок Б.О.						МІ 131.00.1/Б 102/с 010 05							
Пров.		Мельничук П.П.													
Н. контр.								Корпус		КП			015		
найменування операції				Матеріал			Твердість		ЄВ	МД	Профіль та розміри			МОЗ	Коїд
Вертикально фрезерна				АК 7 ДСТУ 2839-94			260 ... 280НВ		кг	0.56	112×76×82			0.8	
Обладнання, пристрій ЧПУ				Позначення програми			То	Тв	Тп.з.	Тшт.	СОЖ				
Haas VF-1											емульсія				
Р				ПІ	D або B		L		t	i	S	n	V		
01					мм		мм		мм	-	мм/хв	про/хв	м/хв		
002	1. Встановити та закріпити заготовку														
Т03	Лещата машинні														
04															
005	2. Обробити деталь згідно ескізу														
Т06	Торцева фреза RA245-051R19-12Mf														
07	Штангенциркуль ШЦ – І – 125 – 0,1 ГОСТ 166–89.														
008					78		112		2.5		0.8	3000	200		
Т09															
10															
011															
Т12															
ОК															

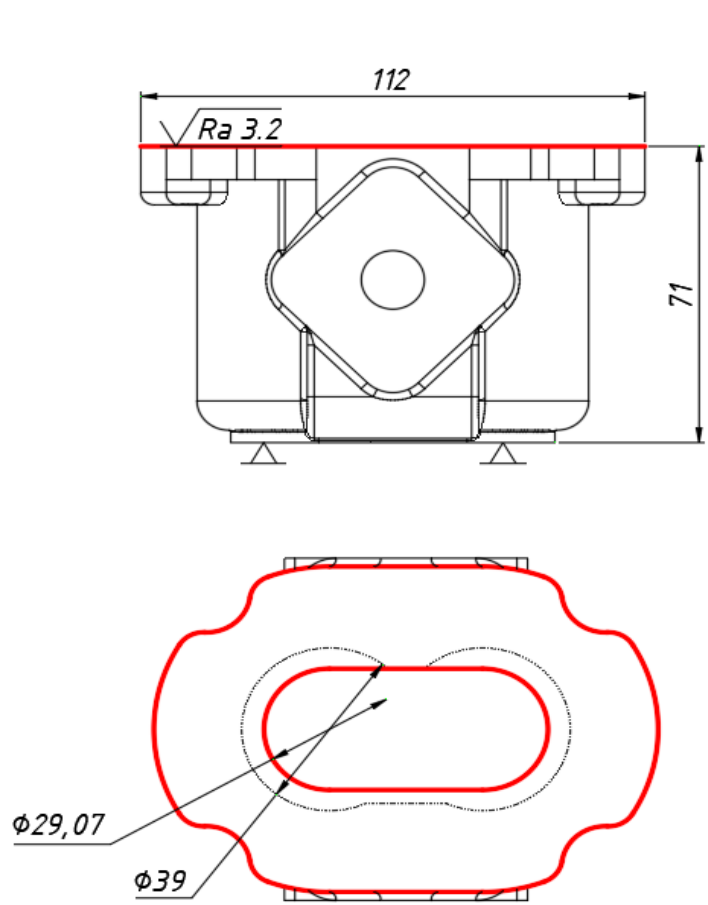
[illegible]

					ГОСТ 3.1105-84					Форма ф7					
Дубл.															
Взам.															
Подл.															
					Зм.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата	Зм.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата	
Розроб	Козачок Б.О.			Корпус	МІ 131.00.1/Б 102/с 010 05										
Перевір	Мельничук П.П.														
												1	1	1	010
Н. контр.															

▽ Ra 6.3 (✓)



				ГОСТ 3.1105-84					Форма ф7						
Дубл.															
Взам.															
Подл.				Зм.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата	Зм.	Арк	№ Докум.				
Розроб	Козачок Б.О.			Корпус		МІ 131.00.1/Б 102/с 010 05									
Перевір	Мельничук П.П.														
											1	1	1	015	
Н. контр.															

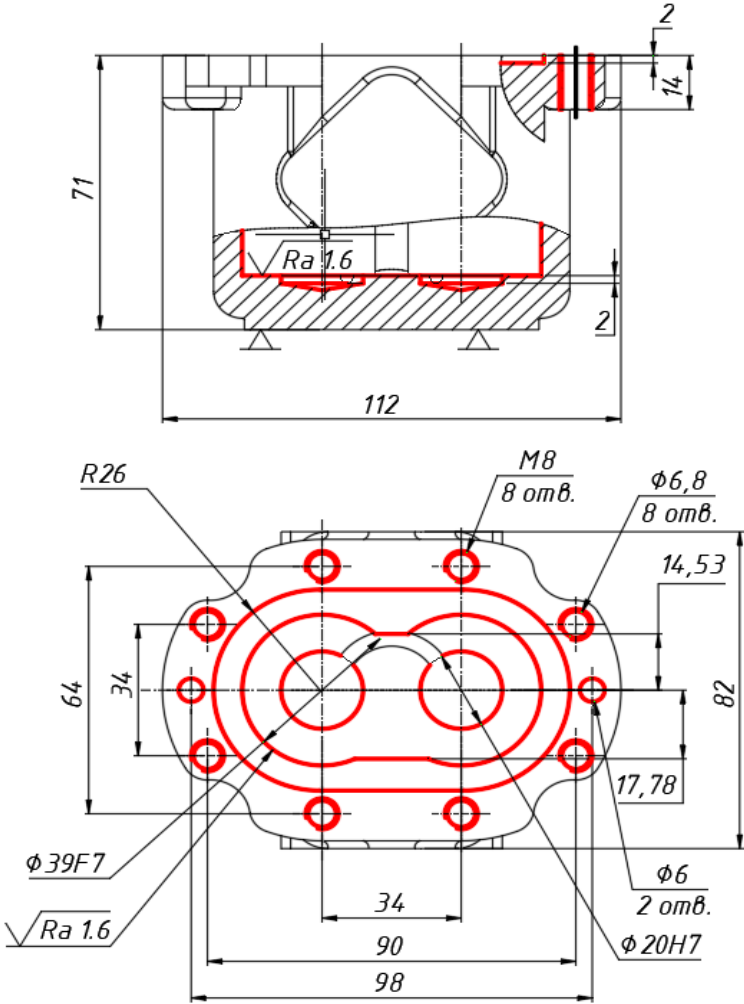


$\sqrt{Ra\ 6.3}$ (✓)

Дубл.			
Взам.			
Подл.			

Зм.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата	Зм.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата
-----	------	----------	--------	------	-----	------	----------	--------	------

Розроб	Козачок Б.О.			Корпус	МІ 131.00.1/Б 102/с 010 05					
Перевір	Мельничук П.П.									
Н. контр.										
							1	1	1	020

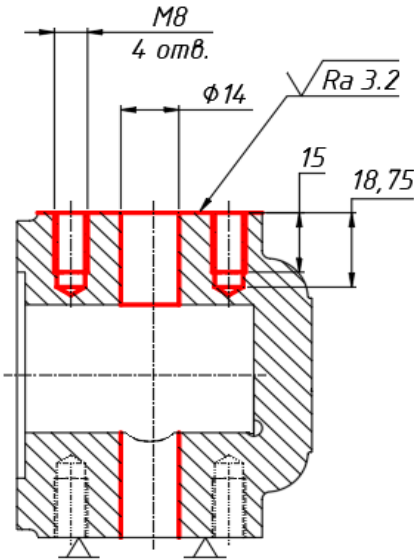


Дубл.			
Взам.			
Подл.			

Зм.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата	Зм.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата
-----	------	----------	--------	------	-----	------	----------	--------	------

Розроб	Козачок Б.О.			Корпус						
Перевір	Мельничук П.П.									
Н. контр.										

▽Ra 6.3 (✓)



Додаток Б Технологічні карти на виготовлення деталі ведучої вал-шестерні
масляного насосу НШ-10

					МІ 131.00.1/Б 102/с 010 00-ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

[illegible]

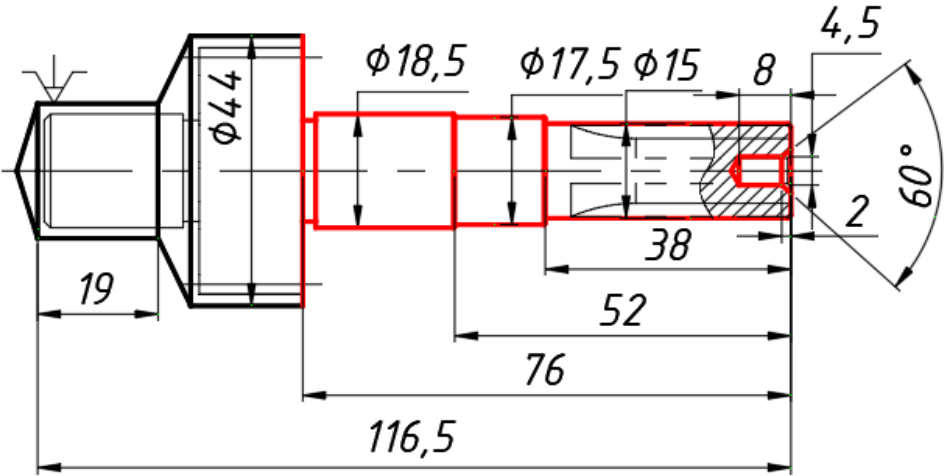
Дубл.																	
Взам.																	
Підл.																	
Розроб.	Козачок Б.О.																
Пров.	Мельничук П.П.																
					Вал-шестерня							КП		015			
Н. контр.																	
найменування операції				Матеріал			Твердість		ЄВ	МД	Профіль та розміри			МОЗ		Коїд	
Токарна				Сталь 40Х ДСТУ 7806:2015			260 ... 280НВ		кг	0,26	Ø42,5x118			0,46			
Обладнання, пристрій ЧПУ				Позначення програми			То	Тв		Тп.з.		Тшт.	СОЖ				
Haas ST-15													емульсія				
Р				III	D або B		L		t	i	S		n	V			
01					мм		мм		мм	-	мм/хв		про/хв	м/хв			
O02	3. Встановити та закріпити заготовку																
T03	Гідравлічний патрон 210 мм, А2-6																
04																	
O05	4. Обробити деталь згідно ескізу																
T06	Різець прохідний SCLCR 2020K 12; Свердло центровочне тип А ф 4,5																
07	Штангенциркуль ШЦ – І – 125 – 0,1 ГОСТ 166–89.																
O08				Ø18.5		24		2		0,8		1600		140			
T09				Ø4.5		8		2,25		0,8		1600		140			
10				Ø39		16		2		0,8		1600		140			
O11																	
T12																	
OK																	

[illegible]

[illegible]

					ГОСТ 3.1105-84					Форма ф7					
Дубл.															
Взам.															
Подл.					Зм.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата	Зм.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата	
Розроб	Козачок Б.О.			Вал-шестерня											
Перевір	Мельничук П.П.														
												1	1	1	010
Н. контр.															

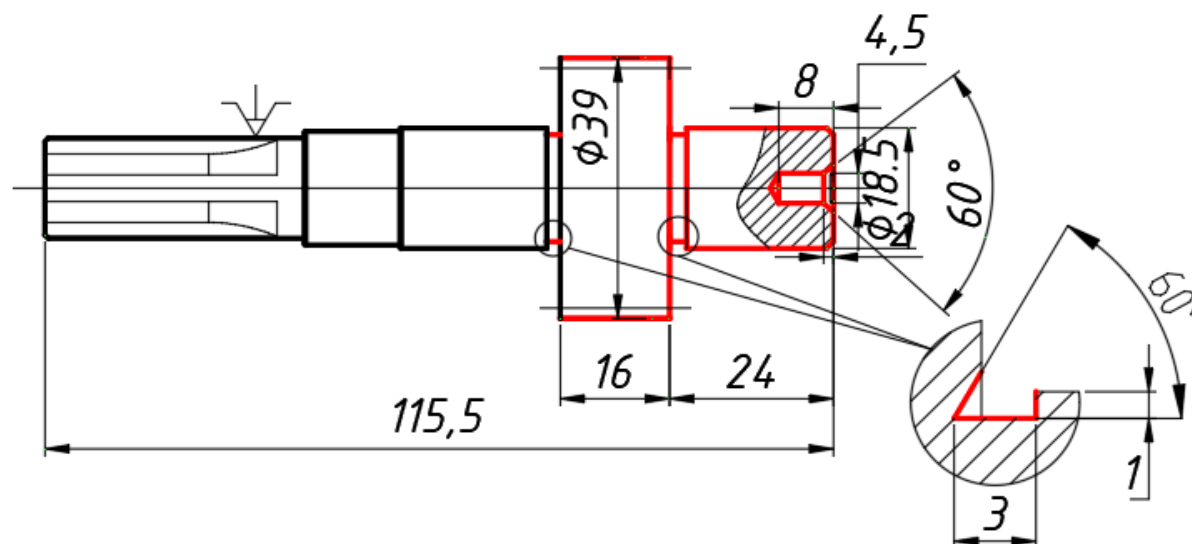
▽Ra 6.3 (✓)



Зм.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата	Зм.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата

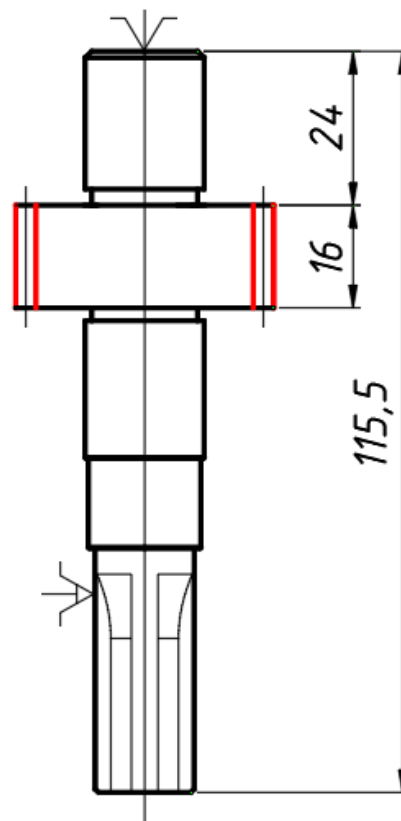
Розроб	Козачок Б.О.			Вал-шестерня						
Перевір	Мельничук П.П.									
Н. контр.					1 1 1 015					

▽ *Ra 6.3* (✓)



Зм.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата	Зм.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата

Розроб	Козачок Б.О.			Вал-шестерня						
Перевір	Мельничук П.П.									
Н. контр.							1	1	1	020

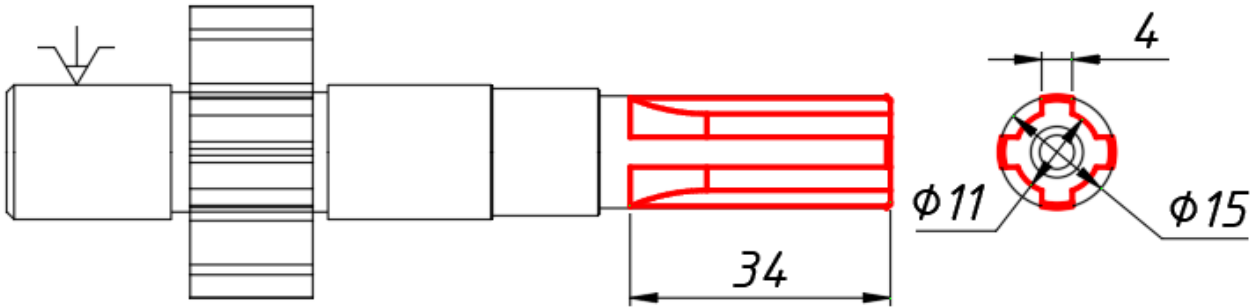


▽ *Ra 6.3* (✓)

Модуль, мм	m	3.25
Число зубів	Z	10
Коефіцієнт зміщення	x	0
Ділильний діаметер	d	32.5
Степінь точності	-	8-С
Найбільший діаметер	D	39

Дубл.														
Взам.														
Подл.														
										Зм.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата
										Зм.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата
Розроб	Козачок Б.О.			Вал-шестерня										
Перевір	Мельничук П.П.													
Н. контр.											1	1	1	025

$\sqrt{Ra\ 6.3}$ (✓)



Додаток В Технологічні карти на виготовлення деталі веденої вал-шестерні
масляного насосу НШ-10

					МІ 131.00.1/Б 102/с 010 00-ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

[illegible]

[illegible]

[illegible]

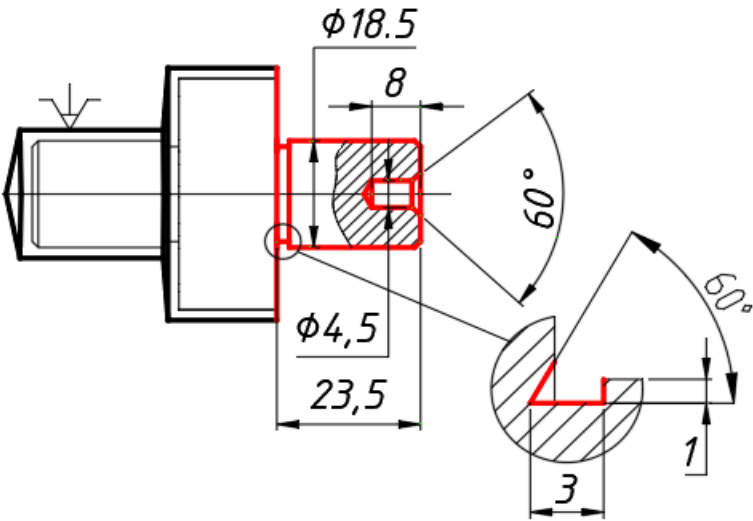
[illegible]

[illegible]

[illegible]

Дубл.															
Взам.															
Подл.															
				Зм.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата	Зм.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата		
Розроб	Козачок Б.О.			Вал-шестерня											
Перевір	Мельничук П.П.														
												1	1	1	010
Н. контр.															

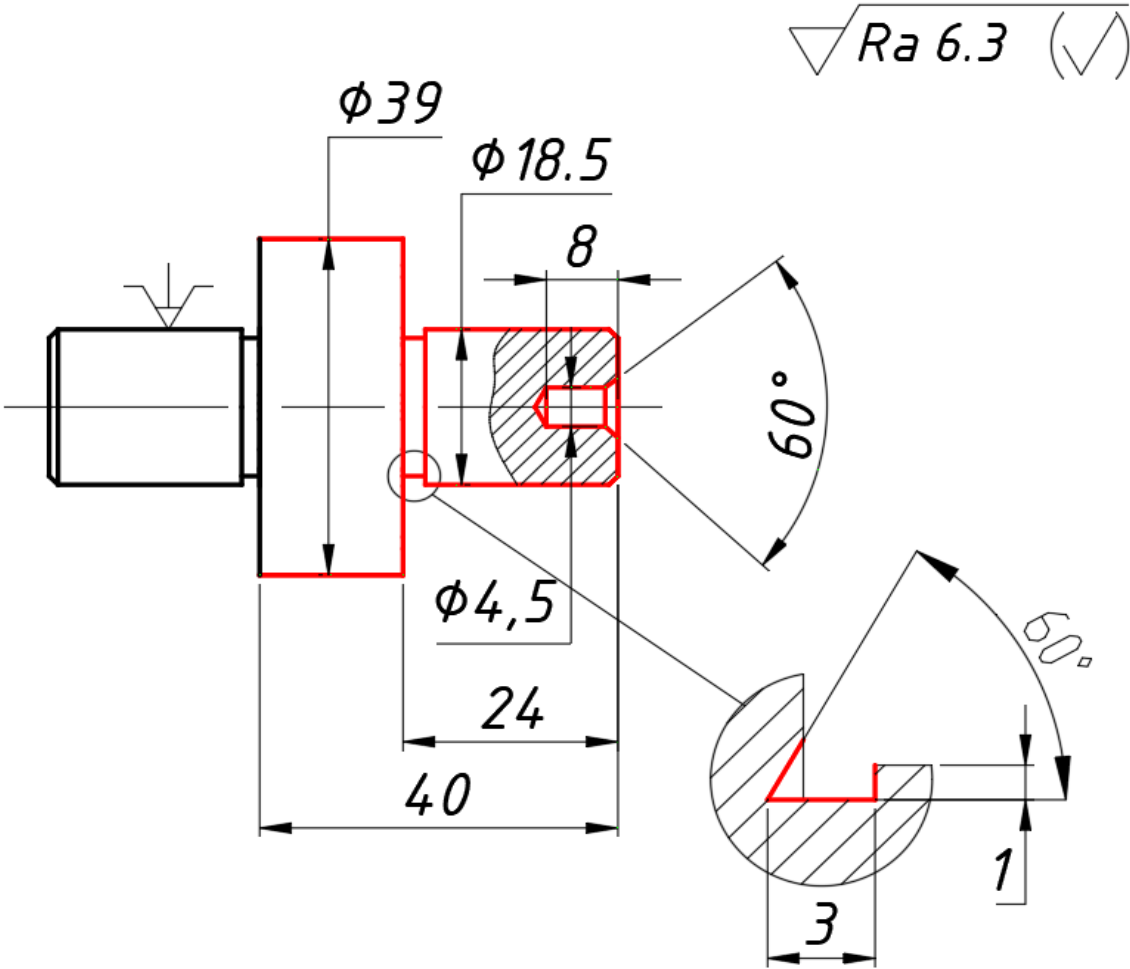
▽Ra 6.3 (✓)



Дубл.			
Взам.			
Подл.			

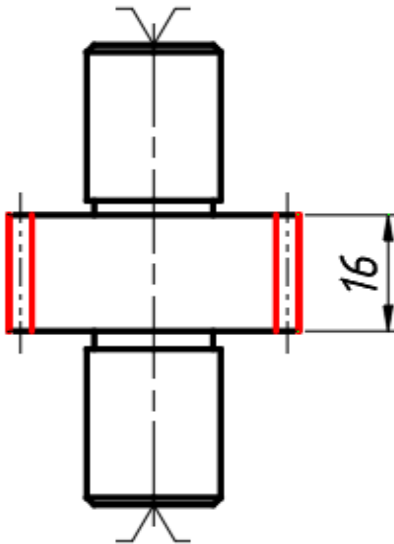
Зм.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата	Зм.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата	

Розроб	Козачок Б.О.			Вал-шестерня									
Перевір	Мельничук П.П.												
Н. контр.										1	1	1	015



Дубл.															
Взам.															
Подл.															
Розроб	Козачок Б.О.			Вал-шестерня											
Перевір	Мельничук П.П.														
Н. контр.												1	1	1	020

▽Ra 6.3 (✓)



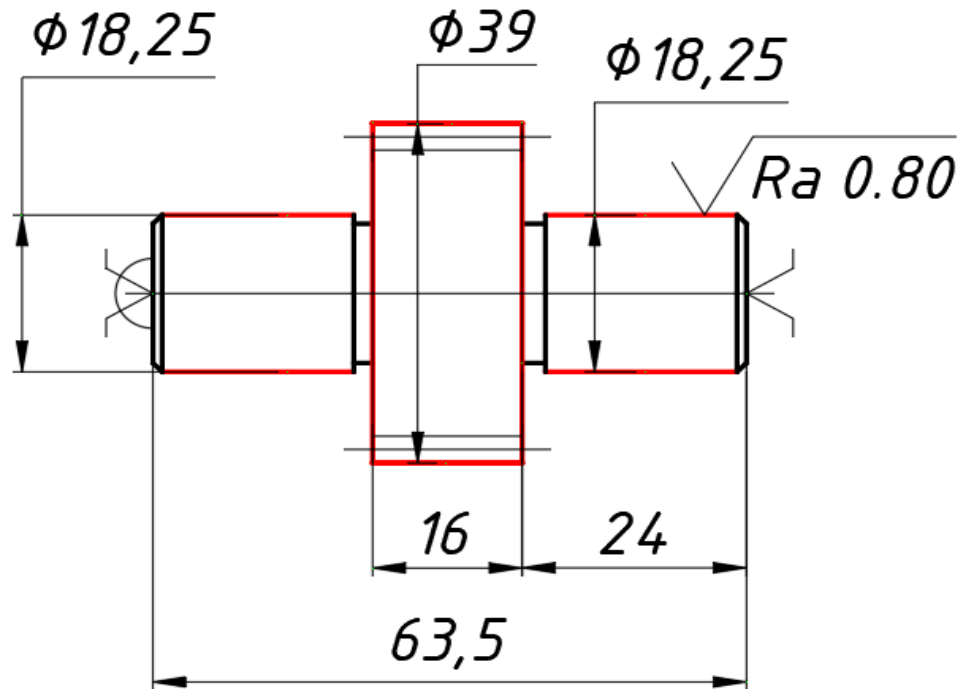
Модуль, мм	<i>m</i>	3.25
Число зубів	<i>Z</i>	10
Коефіцієнт зміщення	<i>x</i>	0
Дільний діаметер	<i>d</i>	32.5
Степінь точності	-	8- <i>C</i>
Найбільший діаметер	<i>D</i>	39

Дубл.			
Взам.			
Подл.			

Зм.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата	Зм.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата	

Розроб	Козачок Б.О.			Вал-шестерня						
Перевір	Мельничук П.П.									
							1	1	1	030
Н. контр.										

✓ Ra 6.3 (✓)



Додаток Г Технологічні карти на виготовлення деталі кришка масляного насосу
НШ-10

					МІ 131.00.1/Б 102/с 010 00-ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

[illegible]

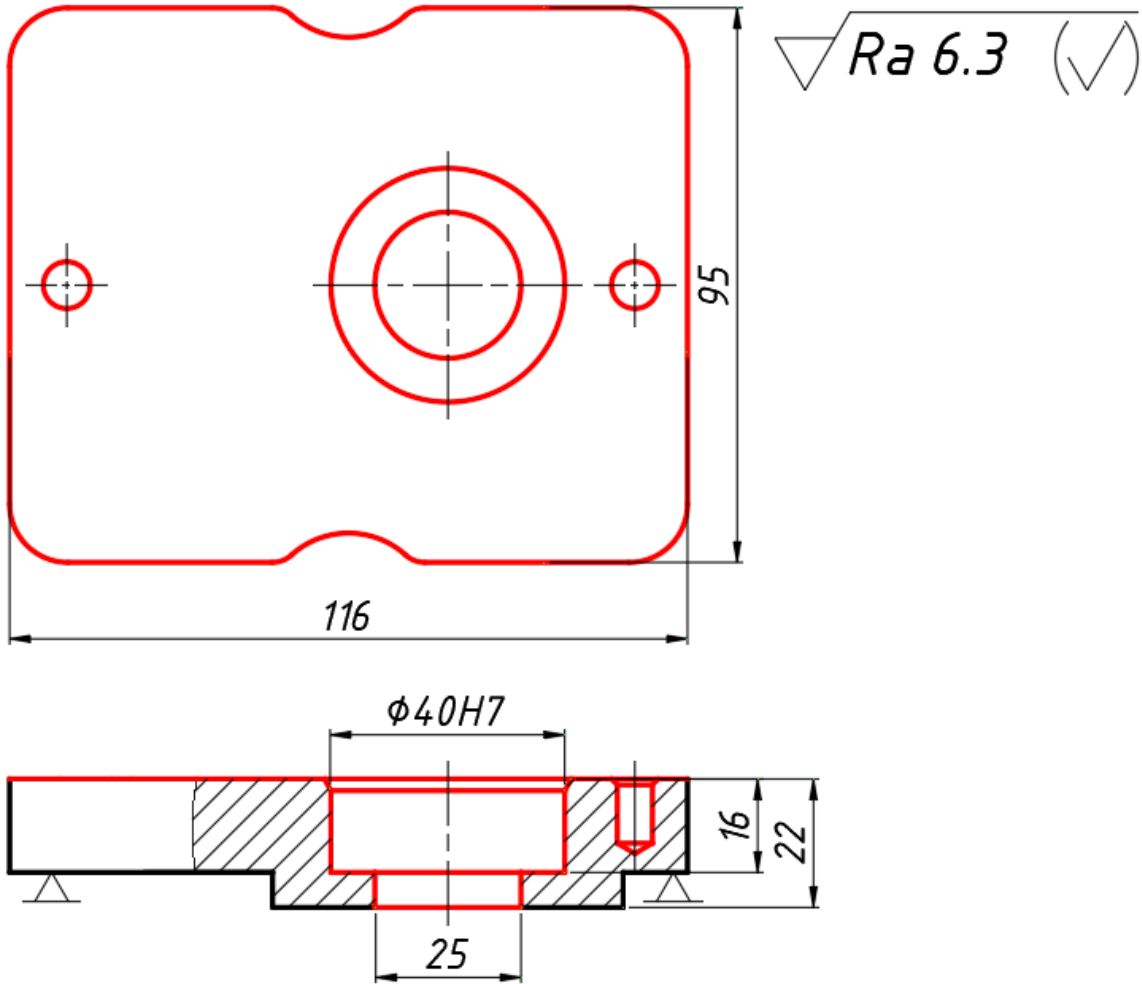
Дубл.																
Взам.																
Підл.																
Розроб.		Козачок Б.О.														
Пров.		Мельничук П.П.														
								Кришка				КП		010		
найменування операції				Матеріал				Твердість		ЄВ	МД	Профіль та розміри			МОЗ	Коїд
Вертикально фрезерна				АК 7 ДСТУ 2839-94				260 ... 280НВ		кг	0.56	116×95×26			0.8	
Обладнання, пристрій ЧПУ				Позначення програми				То	Тв	Тп.з.	Тшт.	СОЖ				
Haas VF-1												емульсія				
Р				ПІ	D або B		L		t	i	S		n	V		
01				мм		мм		мм	-	мм/хв		про/хв		м/хв		
002	7. Встановити та закріпити заготовку															
T03	Лещата машинні															
04																
005	8. Обробити деталь згідно ескізу															
T06	Торцева фреза RA245-051R19-12Mf Свердло 880-D2500L25-02 Сверло 880-D2500L25-02															
07	Штангенциркуль ШЦ – І – 125 – 0,1 ГОСТ 166–89.															
008				116		95		2,5		0,8		2500		150		
T09																
10				Ø25		22		12,5		0,25		1000		120		
011				Ø40		16		20		0,25		1000		120		
T12																
OK																

[illegible]

Дубл.			
Взам.			
Подл.			

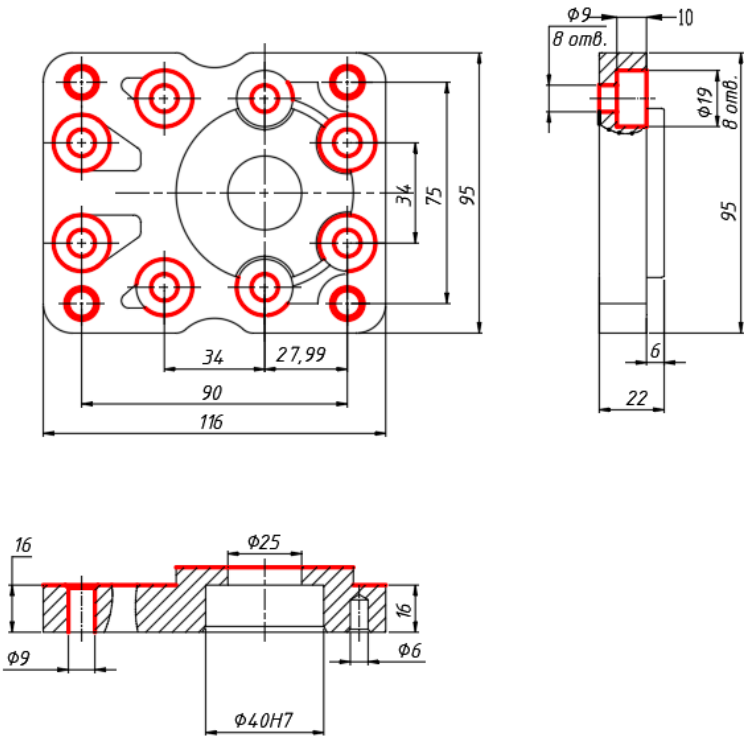
Зм.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата	Зм.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата
-----	------	----------	--------	------	-----	------	----------	--------	------

Розроб	Козачок Б.О.			Кришка						
Перевір	Мельничук П.П.									
Н. контр.								1	1	010



Дубл.															
Взам.															
Подл.															
				Зм.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата	Зм.	Арк	№ Докум.	Підпис	Дата		
Розроб	Козачок Б.О.			Кришка											
Перевір	Мельничук П.П.														
												1	1	1	015
Н. контр.															

$\sqrt{Ra\ 6.3}$ (✓)



Додаток Д Технологічні карти на виготовлення деталі підшипникової опори
масляного насосу НШ-10

					МІ 131.00.1/Б 102/с 010 00-ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

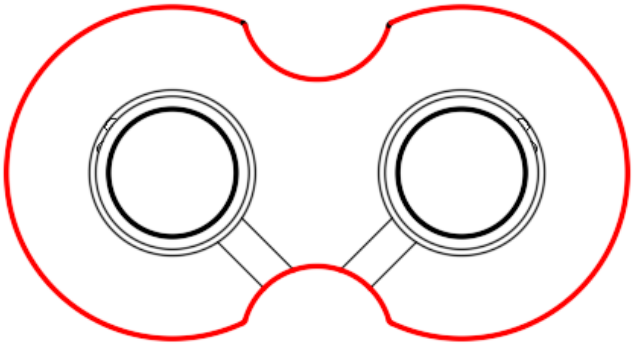
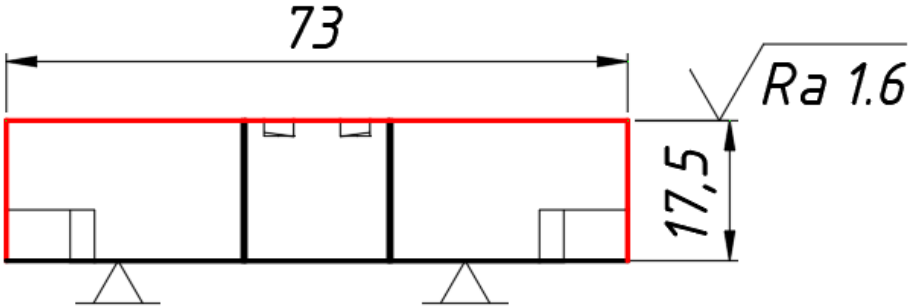
[illegible]

Дубл.																									
Взам.																									
Підл.																									
Розроб.				Козачок Б.О.																					
Пров.				Мельничук П.П.																					
Н. контр.												Підшипникова опора				КП				010					
найменування операції						Матеріал						Твердість		ЄВ		МД		Профіль та розміри				МОЗ		Коїд	
Вертикально фрезерна						ЛЦ14КЗСЗ ДСТУ 15527:2005						160 ... 180HB		кг		0.19		116×95×26				0.27			
Обладнання, пристрій ЧПУ						Позначення програми						То		Тв		Тп.з.		Тшт.		СОЖ					
Haas VF-1																				емульсія					
Р								ПІ		D або B		L		t		i		S		n		V			
01										мм		мм		мм		-		мм/хв		про/хв		м/хв			
002		9. Встановити та закріпити заготовку																							
T03		Лещата машинні																							
04																									
005		10. Обробити деталь згідно ескізу																							
T06		Торцева фреза RA245-051R19-12Mf Фреза пальчикова 1K223-2500-NB H10F																							
07		Штангенциркуль ШЦ – I – 125 – 0,1 ГОСТ 166–89.																							
008								73		40		2				0,8		2500		150					
T09																									
10																									
O11																									
T12																									
OK																									

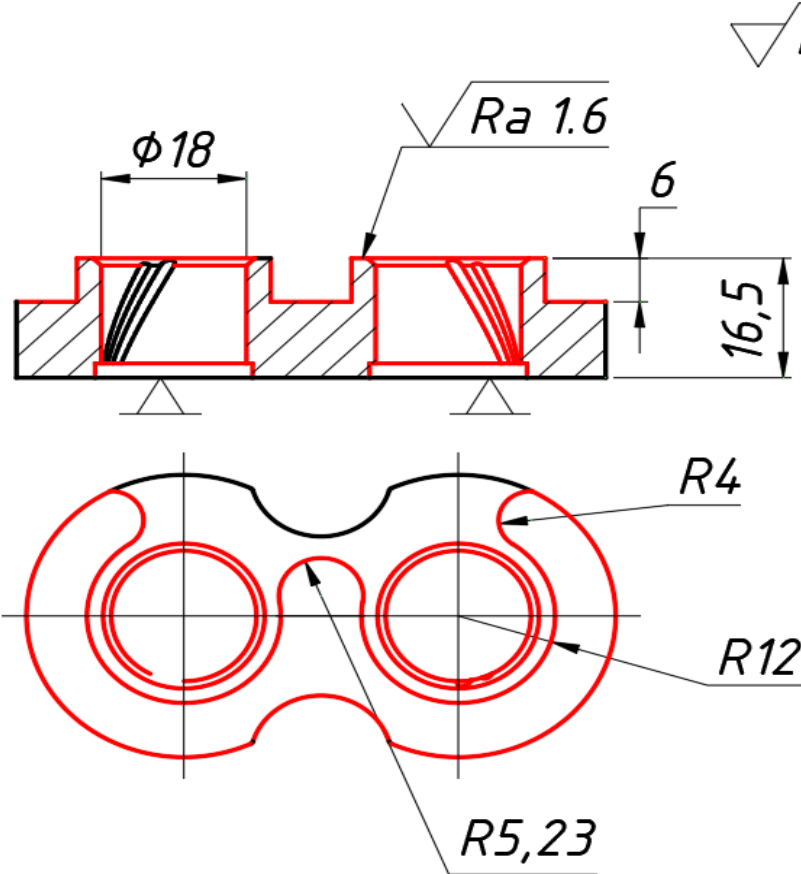
Дубл.																			
Взам.																			
Підл.																			
Розроб.	Козачок Б.О.																		
Пров.	Мельничук П.П.																		
					Підшипникова опора										КП		015		
Н. контр.																			
найменування операції				Матеріал				Твердість		ЄВ	МД	Профіль та розміри				МОЗ		Коїд	
Вертикально фрезерна				ЛЦ14К3С3 ДСТУ 15527:2005				160 ... 180НВ		кг	0.19	40×74×18				0.27			
Обладнання, пристрій ЧПУ				Позначення програми				То	Тв		Тп.з.		Тшт.		СОЖ				
Haas VF-1															емульсія				
Р					ПІ		D або B		L		t	i	S	n	V				
01							мм		мм		мм	-	мм/хв	про/хв	м/хв				
002	9. Встановити та закріпити заготовку																		
T03	Лещата машинні																		
04																			
005	10. Обробити деталь згідно ескізу																		
T06	Торцева фреза RA245-051R19-12Mf; Фреза пальчикова 1K223-2500-NB H10F; Розточувальна фреза 825-45TC09-C3																		
07	Штангенциркуль ШЦ – I – 125 – 0,1 ГОСТ 166–89.																		
008					78		112		2,5		0,8		3000		200				
T09																			
10					Ø8		73		4		0,25		1000		120				
O11					Ø18		16.5		9		0,25		1000		120				
T12																			
OK																			

				ГОСТ 3.1105-84					Форма ф7			
Дубл.												
Взам.												
Подл.				Зм.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата	Зм.	Арк.		
Розроб	Козачок Б.О.			Підшипникова								
Перевір	Мельничук П.П.											
									1	1	1	010
Н. контр.												

▽ Ra 6.3 (✓)



Дубл.															
Взам.															
Подл.				Зм.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата	Зм.	Арк	№ Докум.	Підпис	Дата		
Розроб	Козачок Б.О.			Підшипникова											
Перевір	Мельничук П.П.														
												1	1	1	015
Н. контр.															



Додаток Е Маршрутна карта складання масляного насосу НШ-10

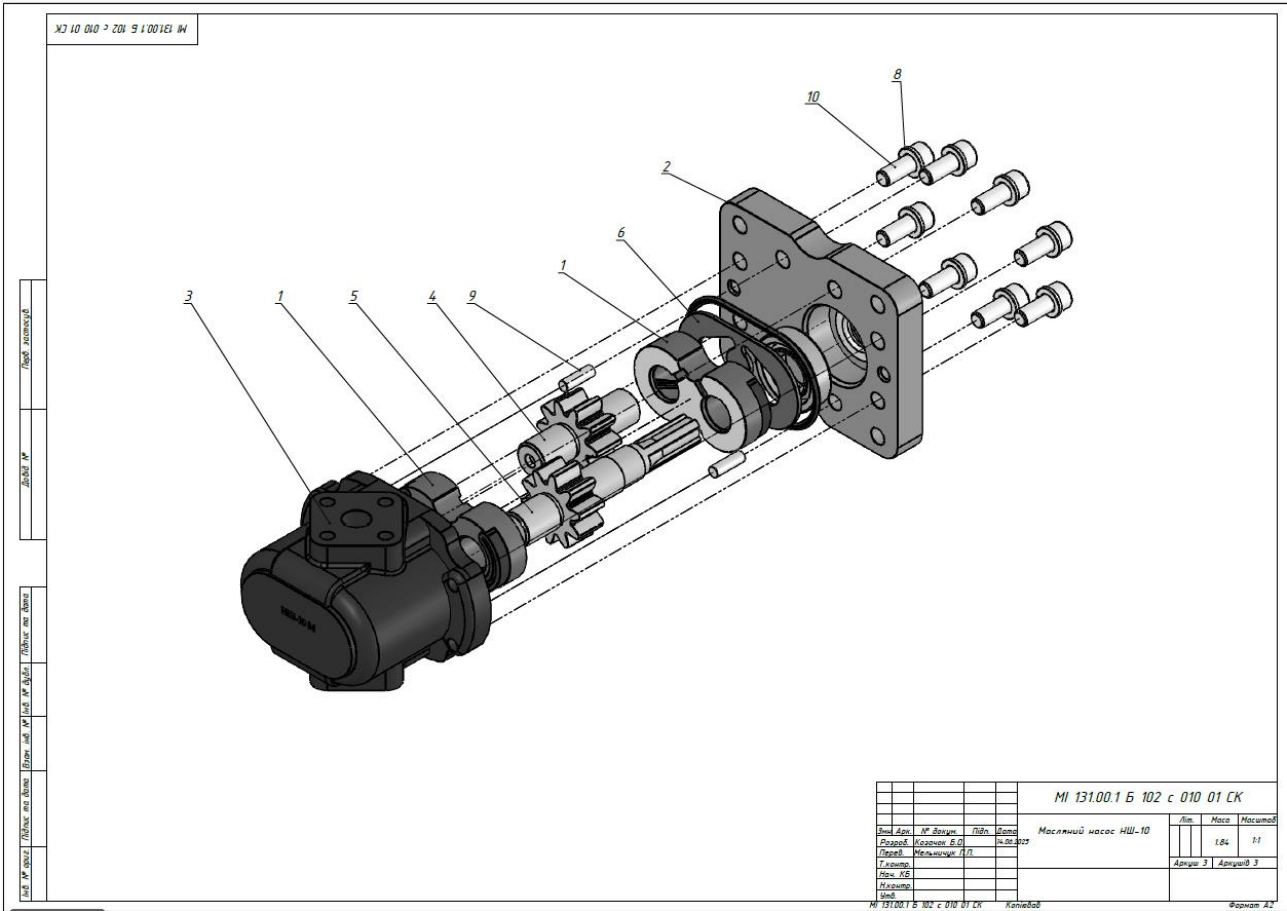
					МІ 131.00.1/Б 102/с 010 00-ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Дубл.															
Взам.															
Подл.															
Разраб.	Козачок Б.О.			4.5.1.1.1.1				МІ 131.00.1/Б 102/с 010 09							
Провер.	Мельничук П.П.														
				4.5.1.2 Масляний насос НШ-10											
Н.контр															
М 01															
М 02	Код	ЕВ	МД	ЕН	Н. Расх.	КИМ	Код загот.	Профіль і розміри				КД	МЗ		
А	Цех	УЧ	РМ	Опер	Код. Найменування операції				Позначення документа						
Б	Код. Найменування обладнання				СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	К шт.	Тп. з.	Т шт.
А 01	4.5.1.2.1 005 Слюсарно – Складальна														
Б 02	4.6	Стіл слюсарно-складальний СРПС													
0 03	Вкласти манжету 3 в підшипникову опору 2														
0 04	Встановити складену підшипникову опору корпус 1 масляного насоса														
0 05	Встановлення ведучої вал-шестерні 5 попередньо змастити мастилом шийки підшипників														
А 06	Встановлення веденої вал-шестерні 4 попередньо змастити мастилом шийки підшипників														
Б 07	Встановити складену підшипникову опору 2														
0 08	Встановити пластину 6														
0 09	010 Слюсарно – Складальна														

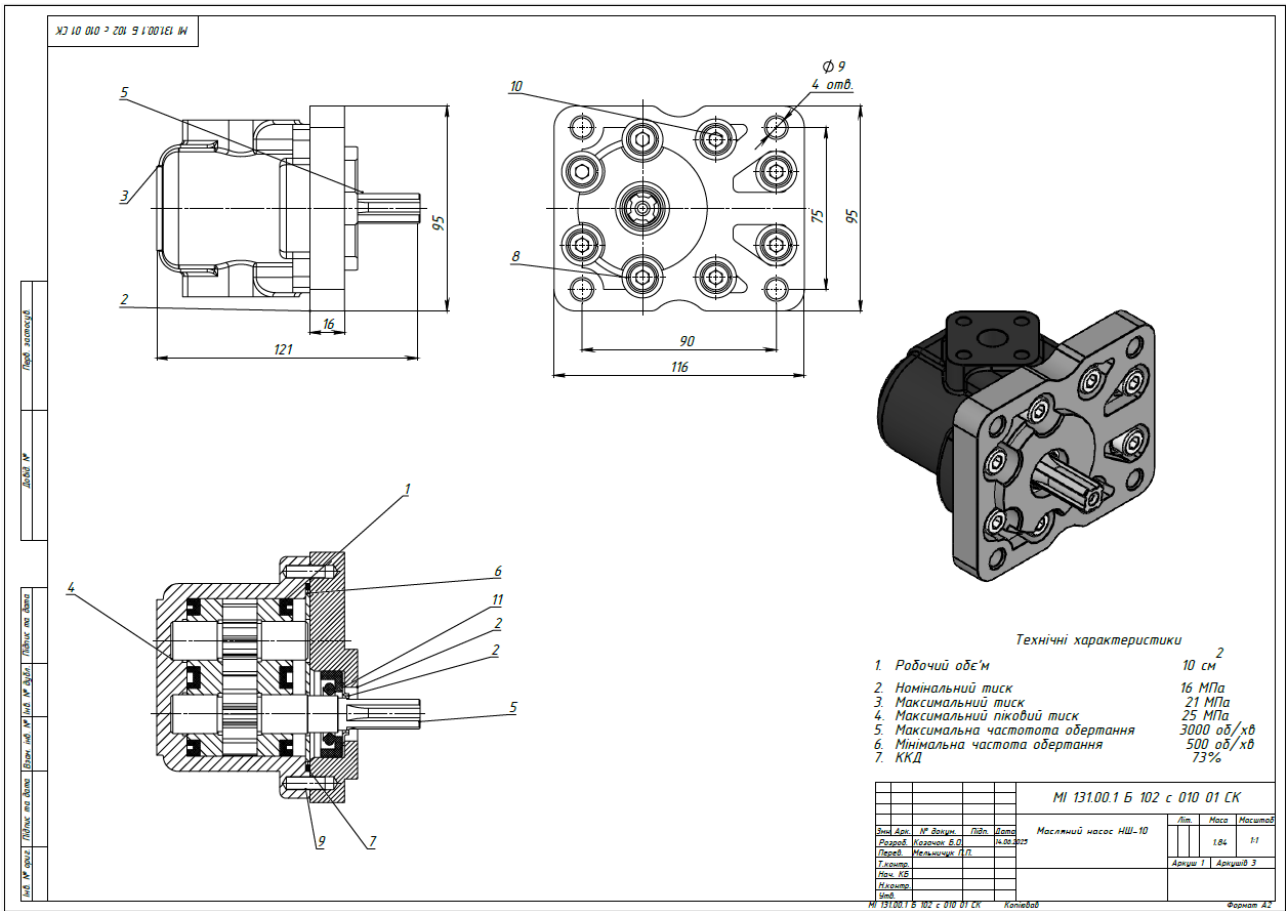
0 10	Провести складання кришки 9, монтувати в неї захисну шайбу та манжету	
0 11	015 Слюсарно – Складальна	
0 12	Установка кришки насоса 9	
0 13	Затягування з'єднувальних болтів 12, Динамометричний ключ	
0 14		
МК	Маршрутна карта	

0 22	
0 23	
0 24	
0 25	
0 26	
0 27	
0 28	
0 29	
0 30	
0 31	
МК	Маршрутна карта

Додаток Е Рознесена 3D модель масляного насосу НШ-10



Додаток Є Складальне креслення масляного насосу НШ-10



Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

МІ 131.00.1/Б 102/с 010 00-ПЗ

Арк.

Додаток Ж Специфікація масляного насоса

[illegible]

Κοπυροβία

Формат А4

					МІ 131.00.1/Б 102/с 010 00-ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		