

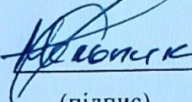
Міністерство освіти і науки України
Державний університет “Житомирська політехніка”
Кафедра механічної інженерії

“На правах рукопису”

УДК 621.9

“До захисту допущено”

Завідувач кафедри
механічної інженерії


(підпис)

Мельник О.Л.

(прізвище, ініціали)

БАКАЛАВРСЬКА
КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

зі спеціальності 133 “Прикладна механіка” (ОПП “Високотехнологічний
комп'ютерний інжиніринг”)

на тему: “**Конструкторсько-технологічна підготовка виготовлення
черв'яків черв'ячних редукторів в умовах серійного виробництва**”.

МІ 131.00.1/Б 90/с 011 00-ПЗ

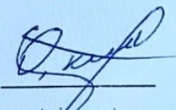
Студент групи

ПМ-141

шифр групи

Кошовий Олег Олегович

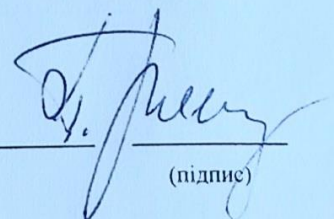
(прізвище, ім'я, по батькові)


(підпис)

Керівник

д.т.н., проф. Мельничук П.П.

(науковий ступінь та вчене звання, прізвище, ініціали)

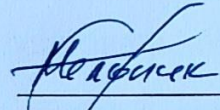

(підпис)

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

Кошовому Олегу Олеговичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: «Конструкторсько-технологічна підготовка виготовлення черв'яків черв'ячних редукторів в умовах серійного виробництва».

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

Затверджена наказом по університету від «4» березня 2024 р.
№ 90/с.

2. Строк подання студентом роботи на кафедру – «21» червня 2024 року.

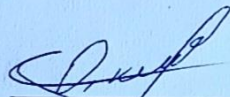
3. Вихідні дані до роботи: креслення черв'яка черв'ячного редуктора для розробки технологічного процесу, науково-технічна література по існуючим технологіям виготовлення черв'яків, технічна інформація про сучасні черв'ячні редуктори, література з технології машинобудування,

4. Перелік завдань, які потрібно вирішити: проаналізувати експлуатаційні умови роботи та службове призначення черв'яків черв'ячних редукторів, проаналізувати методи їх виготовлення, вивчити існуючі методи та їх характеристики, порівняти їх за точністю, продуктивністю та економічністю; розробити детальний технологічний процес з усіма операціями, обладнанням, інструментами та матеріалами; розробити конструкцію пристосувань для підвищення точності та продуктивності процесу виготовлення.

5. Орієнтовний перелік графічного матеріалу: 1. Загальний вигляд черв'ячного редуктора – 1 арк. презентації; 2. Загальний вигляд вал-черв'яка - 1 арк. презентації; 3. Короткий огляд вмісту пояснювальної записки - 4 арк. презентації; 4. Короткий огляд маршруту обробки - 3 арк. презентації; 5. Кресленики фрезерного пристосування - 2 арк. презентації.

6. Дата видачі завдання – «28» лютого 2024 року.

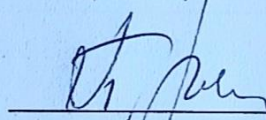
Студент


(підпис)

Кошовий О.О.

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи


(підпис)

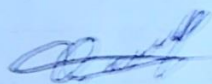
Мельничук П.П.

(прізвище та ініціали)

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН ВИКОНАННЯ РОБОТИ

№ з/п	Назва етапів бакалаврської роботи	Термін виконання	Примітка
1.	Виконання розділу "Загально-технічний розділ"	22.03.2024	виконано
2.	Виконання розділу "Технологічний"	26.04.2024	виконано
3.	Виконання розділу "Конструкторський"	31.05.2024	виконано
4.	Кінцеве оформлення зм'єсту, висновків, графічної частини бакалаврської роботи	10.06.2024	виконано
5.	Підготовка доповіді, ілюстративного матеріалу та презентації	14.06.2024	виконано
6.	Передзахист кваліфікаційної роботи	згідно графіка	виконано
7.	Подання бакалаврської роботи на кафедру	21.06.2024	виконано
8.	Захист кваліфікаційної роботи в ЕК	згідно графіка	виконано

Студент

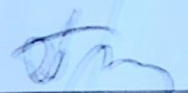


(підпис)

Кошовий О.О.

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи



(підпис)

Мельничук П.П.

(прізвище та ініціали)

Форм.	Зона	Поз.	Позначення	Найменування	К-сть	Примітки
			<u>Документація</u>			
A4		1	Мі 131.00.1/Б 90/с 011 00-ПЗ	Пояснювальна записка	1	
			<u>Конструкторська документація</u>			
A3		2	Мі 131.00.1/Б 90/с 011 01-СК	Вузол	1	
A3		3	Мі 131.00.1/Б 90/с 011 01-ЗД	Вузол ЗД	1	
A4		4	Мі 131.00.1/Б 90/с 011 01-СК	Специфікація	1	
A3		5	Мі 131.00.1/Б 90/с 011 02-КД	Деталь	1	
A3		6	Мі 131.00.1/Б 90/с 011 02-ЗД	Деталь ЗД	1	
A3		7	Мі 131.00.1/Б 90/с 011 03-КЗ	Заготовка	1	
A3		8	Мі 131.00.1/Б 90/с 011 03-ЗД	Заготовка ЗД	1	
A3		9	Мі 131.00.1/Б 90/с 011 04-СК	Пристрій спеціальний	1	
A3		10	Мі 131.00.1/Б 90/с 011 04-ЗД	Пристрій спеціальний ЗД	1	
A4		11	Мі 131.00.1/Б 90/с 011 04-СК	Специфікація	1	
			<u>Технологічна документація</u>			
A4		12	Мі 131.00.1/Б 90/с 011 05-МК	Маршрутна карта	1	
A4		13	Мі 131.00.1/Б 90/с 011 06-ОК	Операційна карта 020	1	
A4		14	Мі 131.00.1/Б 90/с 011 07-ОК	Операційна карта 025	1	
A4		15	Мі 131.00.1/Б 90/с 011 08-ОК	Операційна карта 050	1	
A4		16	Мі 131.00.1/Б 90/с 011 06-КЕ	Карта ескізів 020	1	
A4		17	Мі 131.00.1/Б 90/с 011 07-КЕ	Карта ескізів 025	1	
A4		18	Мі 131.00.1/Б 90/с 011 08-КЕ	Карта ескізів 050	1	
A4		19	Мі 131.00.1/Б 90/с 011 09-КЕ	Карта ескізів 026	1	

					Мі 131.00.1/Б 90/с 011 00-ВР			
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата	Відомість бакалаврської роботи	Літ.	Арк.	Аркуш.
Розроб		Кошовий О.О.	<i>В.К.</i>				1	1
Перев		Мельничук П.П.	<i>П.М.</i>					
Н. контр								
Затверд		Мельник	<i>Мельник</i>					
						Державний університет «Житомирська політехніка»		

АНОТАЦІЯ

Кошовий О.О.. Конструкторсько-технологічна підготовка виготовлення черв'яків черв'ячних редукторів в умовах серійного виробництва – 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 53 аркушів формату А4 пояснювальної записки, в тому числі 22 рисунки, 18 таблиць та список літератури з 9 джерел.

У бакалаврській кваліфікаційній роботі представлено процес виготовлення деталі «Вал-черв'як», яка взята з редуктора загального призначення. Деталь виготовляється з сталі 18ХГТ, що потребує застосування цементації з наступним гартуванням для підвищення міцності та зносостійкості.

Розглянуто такі аспекти:

- експлуатаційні умови: Розглянуто умови експлуатації черв'яка черв'ячного редуктора зосередившись на навантаженнях, матеріалі та інших факторах, що впливають на його працездатність;
- технологічний маршрут: Описано послідовність операцій, необхідних для виготовлення деталі, включаючи обробку на штампувальних пресах, токарних, фрезерних і шліфувальних верстатах;
- термічна обробка: Детально описано процес цементації в газовому карбюризаторі та гартування з відпуском, що забезпечує необхідні механічні властивості;
- контроль якості: Наведено методи контролю розмірів, параметрів шорсткості та твердості деталі на різних етапах виробництва;

- підвищення продуктивності: Пропонуються заходи щодо вдосконалення технологічного процесу, включаючи застосування стандартних та спеціальних верстатних пристроїв.

Ключові слова: процес виготовлення, конструкторсько-технологічна підготовка, вал-черв'як, редуктор.

ANNOTATION

Koshovyi O.O. Design and technological preparation for the manufacture of worms of worm gearboxes in serial production – Manuscript.

The bachelor's qualification work is submitted for the Bachelor's degree, field of knowledge 13 «Mechanical engineering» of specialty 131 «Applied mechanics» (Educational program "High-tech computer engineering"). - Zhytomyr Polytechnic State University, Zhytomyr, 2024.

The qualification paper contains 53 A4 format pages of explanatory note, including 22 illustrations, 18 tables and reference list of 9 sources.

The bachelor's thesis presents the manufacturing process of a worm-shaft part taken from a general-purpose gearbox. The part is made of 18KhGT steel, which requires the use of cementation followed by hardening to increase strength and wear resistance.

The following aspects are considered:

- Operating conditions: The operating conditions of the worm of the worm gearbox are considered, focusing on loads, material and other factors affecting its performance;
- technological route: Describes the sequence of operations required to manufacture the part, including machining on stamping presses, lathes, milling and grinding machines;
- heat treatment: The gas carburising and quenching and tempering process to ensure the required mechanical properties is described in detail;

- quality control: Methods for controlling the dimensions, roughness and hardness of a part at various stages of production are presented;
- productivity increase: Measures to improve the technological process, including the use of standard and special machine tools, are proposed.

Keywords: manufacturing process, design and technological preparation, worm shaft, gearbox.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	3
1. ЗАГАЛЬНО-ТЕХНІЧНИЙ РОЗДІЛ.....	4
1.1. Літературний огляд функціоналу та експлуатаційних умов черв'яка черв'ячного редуктора	4
1.1.1. Функціональне призначення деталей типу «Вал-черв'як».....	4
1.1.2. Експлуатаційні умови роботи вал-черв'яка	4
1.2. Літературний огляд сучасних підходів до виготовлення черв'яків черв'ячних редукторів	5
1.2.1. Сучасні інженерні рішення в напрямку виготовлення черв'яків черв'ячних редукторів	5
1.2.2. Дослідження експлуатаційних характеристик черв'яків черв'ячних редукторів	6
1.3. Виконання 3D моделі черв'ячного редуктора та 2D документації.....	8
Висновки до загально-технічного розділу	9
2. ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ.....	10
2.1. Аналіз службового призначення та конструкції деталі	10
2.2. Аналіз технологічності конструкції деталі	12
2.3. Аналіз існуючих варіантів технологічних процесів.....	16
2.4. Визначення програми випуску деталей та типу виробництва	17
2.5. Вибір конструкції заготовки та способу її виготовлення	17
2.6. Розробка технологічного маршруту виготовлення деталі.....	19
2.7. Розрахунок загальних та міжопераційних припусків на обробку деталі	21
2.7.1. Розрахунок загальних припусків та розмірів вихідної заготовки за нормативними матеріалами	21
2.7.2. Розрахунок міжопераційних та загальних припусків	22
2.8. Розробка та обґрунтування технологічних операцій технологічного процесу	24
2.9. Вибір технологічного обладнання.....	27
2.10. Вибір засобів технологічного оснащення.....	27
2.11. Розрахунок режимів різання	29

<i>МІ 131.00.1/Б 90/с 011 00-ПЗ</i>				
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата
Розроб.		Кошовий О.О.	<i>[Підпис]</i>	
Перев.		Мельничук П.П.	<i>[Підпис]</i>	
Н. контр.			<i>[Підпис]</i>	
Затверд.		Мельник О.Л.	<i>[Підпис]</i>	

Пояснювальна записка

Літ.	Арк.	Аркуш.
	1	53

Державний університет
«Житомирська політехніка»

2.12. Технічне нормування технологічного процесу.....	33
Висновки до технологічного розділу	38
3. КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ	39
3.1. Проектування пристрою для фрезерування шпонкового пазу	39
3.1.1. Опис пристрою	39
3.1.2. Принцип дії.....	41
3.1.3. Вибір схеми базування	42
3.1.4. Похибки базування	42
3.1.5. Розрахунок сил затиску деталі	43
3.1.6. Аналіз збірки методом скінченних елементів	44
Висновки до конструкторського розділу.....	50
ВИСНОВКИ	51
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	53
ДОДАТКИ.....	1

ВСТУП

Черв'ячні редуктори – це важливі одиниці машинобудування, що використовуються для передачі обертання та крутного моменту між валами, які перетинаються під прямим кутом. Їхні переваги, такі як плавність ходу й самогальмування, роблять їх незамінними в багатьох типах машин і обладнання.

В умовах серійного виробництва виготовлення черв'яків черв'ячних редукторів потребує ретельного планування та організації конструкторсько-технологічної підготовки (КТП). Це пов'язано з необхідністю забезпечення високої точності й зносостійкості деталей, а також мінімізації витрат на їх виготовлення.

У бакалаврській кваліфікаційній роботі розглядається технологія виготовлення деталі «Вал-черв'як». Дана деталь взята з редуктора загального призначення. Редуктор має передавальне число $u=8$, крутний момент на тихохідному валу може досягати $1200 \text{ Н}\cdot\text{м}$.

Матеріал деталі – сталь 18ХГТ. Це означає, що для підвищення міцності і зносостійкості поверхневого шару, необхідно застосовувати цементацію з подальшим гартуванням.

Цементація відбувається в газовому карбюризаторі при температурі $920-950^\circ\text{C}$ на глибину 1 мм.

Потім деталь гартують до 56-63 HRC при температурі $820-860^\circ\text{C}$ з подальшим охолодженням у маслі. Після чого здійснюється відпуск.

Заготовка з прокату обробляється на штампувальних пресах, токарних, фрезерних і шліфувальних верстатах. Під час обробки здійснюється контроль розмірів, параметрів шорсткості та твердості деталі.

Для підвищення продуктивності в процесі виготовлення застосовуються стандартні та спеціальні верстатні пристрої.

Метою роботи є розробка комплексу заходів з КТП виготовлення черв'яка черв'ячного редуктора в умовах серійного виробництва, що забезпечить:

- відповідність заданим технічним характеристикам черв'яка;
- зменшення трудомісткості виготовлення;
- підвищення продуктивності праці;

					<i>MI 131.00.1/Б 90/с 011 00-ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		3

- зниження собівартості продукції.

1. ЗАГАЛЬНО-ТЕХНІЧНИЙ РОЗДІЛ

1.1. Літературний огляд функціоналу та експлуатаційних умов черв'яка черв'ячного редуктора

1.1.1. Функціональне призначення деталей типу «Вал-черв'як»

Вал-черв'як – деталь черв'ячного редуктора, яка безпосередньо бере участь в передачі обертання й крутного моменту.

Черв'ячний редуктор – це механічний пристрій, що використовується для передачі обертання й крутного моменту між двома валами, що перетинаються під прямим кутом. Він складається з черв'яка (гвинтового валу) та черв'ячного колеса (зубчастого колеса з гвинтовими зубами).

Класифікація черв'яків черв'ячних редукторів:

1. За формою початкової поверхні: циліндричні та глобоїдні.

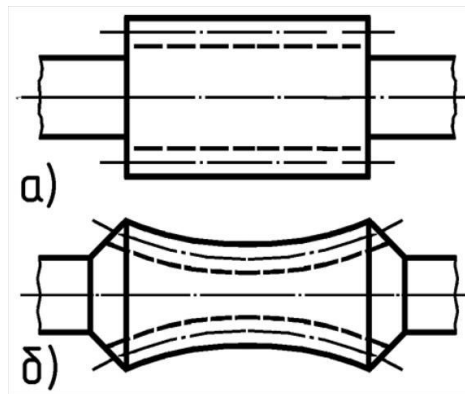


Рис. 1.1. Вал-черв'як: а – циліндричний, б – глобоїдний [1]

2. За формою профілю витків черв'яка у торцевій площині: архімедовий черв'як ZA, конволютний черв'як ZN, евольвентний черв'як ZI.

1.1.2. Експлуатаційні умови роботи вал-черв'яка

Деталь “Вал-черв'як”, що розглядається в бакалаврській роботі застосовується в черв'ячному редукторі загального призначення. Матеріал

					МІ 131.00.1/Б 90/с 011 00-ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		4

черв'яка: 18ХГТ (Цементация та гартування 56 ... 63 HRC). Матеріал зубчастого вінця колеса – БрОЦС5-5-5.

Основні параметри редуктора наступні:

- передавальне число $i=8$;
- крутний момент черв'ячного колеса – близько 1200 Н·м;
- частота обертання колеса – 184 хв^{-1} ;
- строк служби передачі – 20000 год;
- тип передачі – нереверсивна;
- змащення редуктора – картерне (індустріальне масло).

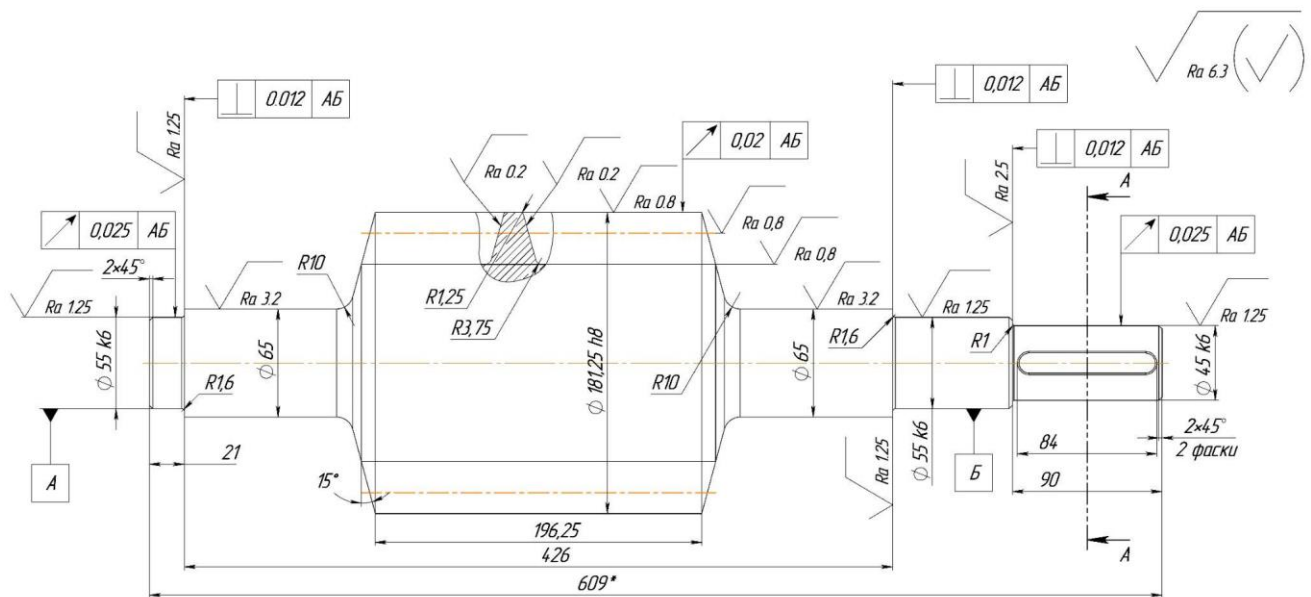


Рис. 1.2. Ескіз вал-черв'яка, який розглядається в бакалаврській роботі

1.2. Літературний огляд сучасних підходів до виготовлення черв'яків черв'ячних редукторів

1.2.1. Сучасні інженерні рішення в напрямку виготовлення черв'яків черв'ячних редукторів

Сучасні інженерні рішення в галузі виготовлення черв'ячних редукторів є важливими для покращення продуктивності, збільшення надійності, ефективного ремонту, відповідності стандартам та зменшення впливу на навколишнє середовище. Ці рішення допомагають зберегти редуктори від впливу негативних

Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата

MI 131.00.1/Б 90/с 011 00-ПЗ

Арк.

5

факторів, виключити передчасне зношування деталей та забезпечити їхню надійну роботу в різних сферах застосування.

Такими рішеннями є:

- використання високоякісних матеріалів (Використання правильно підібраних матеріалів допомагає збільшити міцність та зносостійкість черв'яків.);
- точне обчислення геометрії черв'ячних зачеплень (Комп'ютерне моделювання для точного розрахунку геометрії черв'ячних зачеплень дозволяє визначити оптимальні параметри, такі як кут нахилу черв'яка, кількість зубів і профіль зачеплення.);
- технології обробки поверхонь (Сучасні методи обробки поверхонь, такі як різні види напилення або нанесення покриттів, допомагають збільшити зносостійкість черв'яків черв'ячних редукторів.);
- моніторинг та діагностика (Встановлення різноманітних датчиків дозволяє в реальному часі відслідковувати роботу деталей в черв'ячних редукторах. Аналіз даних датчиків допомагає виявляти відхилення та попереджати можливі поломки.)
- розробка герметичних конструкцій (Для редукторів, які працюють в агресивних середовищах (наприклад, волога або пил), інженери розробляють герметичні корпуси. Це допомагає зберегти редуктори та їхні деталі від впливу негативних факторів.).

1.2.2. Дослідження експлуатаційних характеристик черв'яків черв'ячних редукторів

Експлуатаційні характеристики черв'яків черв'ячних редукторів можна досліджувати різними методами. Це можуть бути: експериментальні дослідження, комп'ютерне моделювання, а також моніторинг експлуатації деталі.

Експериментальні дослідження:

					<i>MI 131.00.1/Б 90/с 011 00-ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		6

- механічні випробування: Це включає в себе випробування на згин, стиск та ударні навантаження. Вони допомагають визначити міцність, твердість, пластичність та інші механічні властивості матеріалу.
- корозійні випробування: Дослідження корозійної стійкості деталей може включати випробування в агресивних середовищах.
- термічний аналіз: Вивчення властивостей матеріалу при підвищених температурах. Це може включати випробування на стійкість до високих температур.
- випробування на зносостійкість: Дослідження зносостійкості деталей в реальних умовах експлуатації. Це може включати випробування на тертя, абразивний знос та інші види зносу.
- випробування на втому: Дослідження стійкості деталей до циклічних навантажень. Випробування на втому допомагають визначити тривалість служби деталей.

Комп'ютерне моделювання:

Для дослідження черв'яків черв'ячних редукторів можна використовувати метод скінченних елементів. Цей метод дозволяє змодельовати поведінку деталі/збірки, яка може бути надто складною для аналітичного дослідження. Для проведення комп'ютерного моделювання черв'яків черв'ячних редукторів потрібно вказати навантаження, закріплення, матеріали та інші фактори. Потім таке дослідження можна запустити на комп'ютері та отримати результати. Таким чином можна визначити чи витримує деталь навантаження, що виникають у процесі експлуатації.

Моніторинг експлуатації деталі:

Цей метод передбачає систематичне спостереження за роботою редукторів під час їх фактичної експлуатації. Можна вимірювати параметри, такі як температура, вібрація, знос деталей, рівень шуму тощо. Ці дані допоможуть визначити, як добре редуктори працюють в реальних умовах.

					<i>MI 131.00.1/Б 90/с 011 00-ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		7

1.3. Виконання 3D моделі черв'ячного редуктора та 2D документації

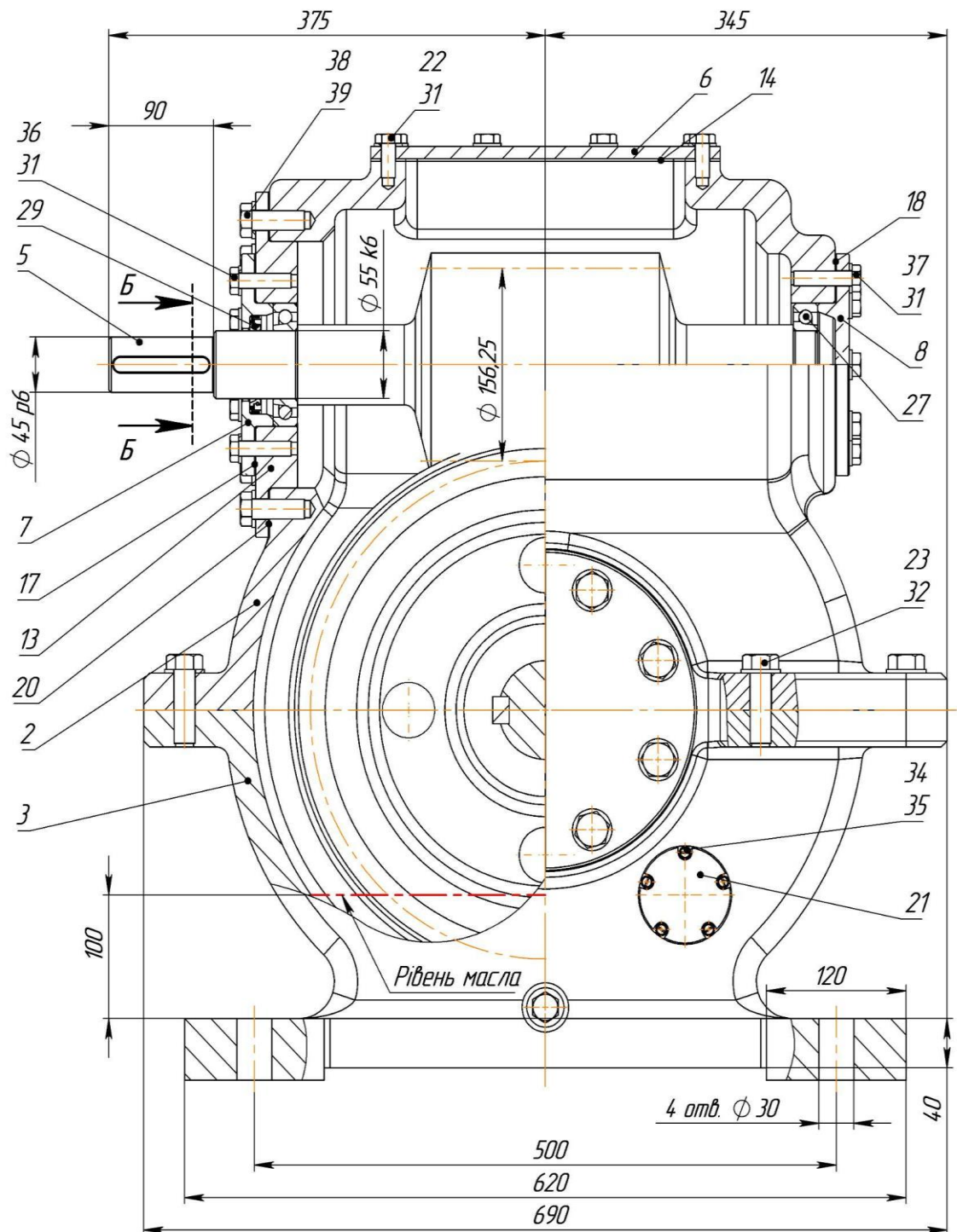


Рис. 1.3. Черв'ячний редуктор

Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата

MI 131.00.1/Б 90/с 011 00-ПЗ

Арк.

8

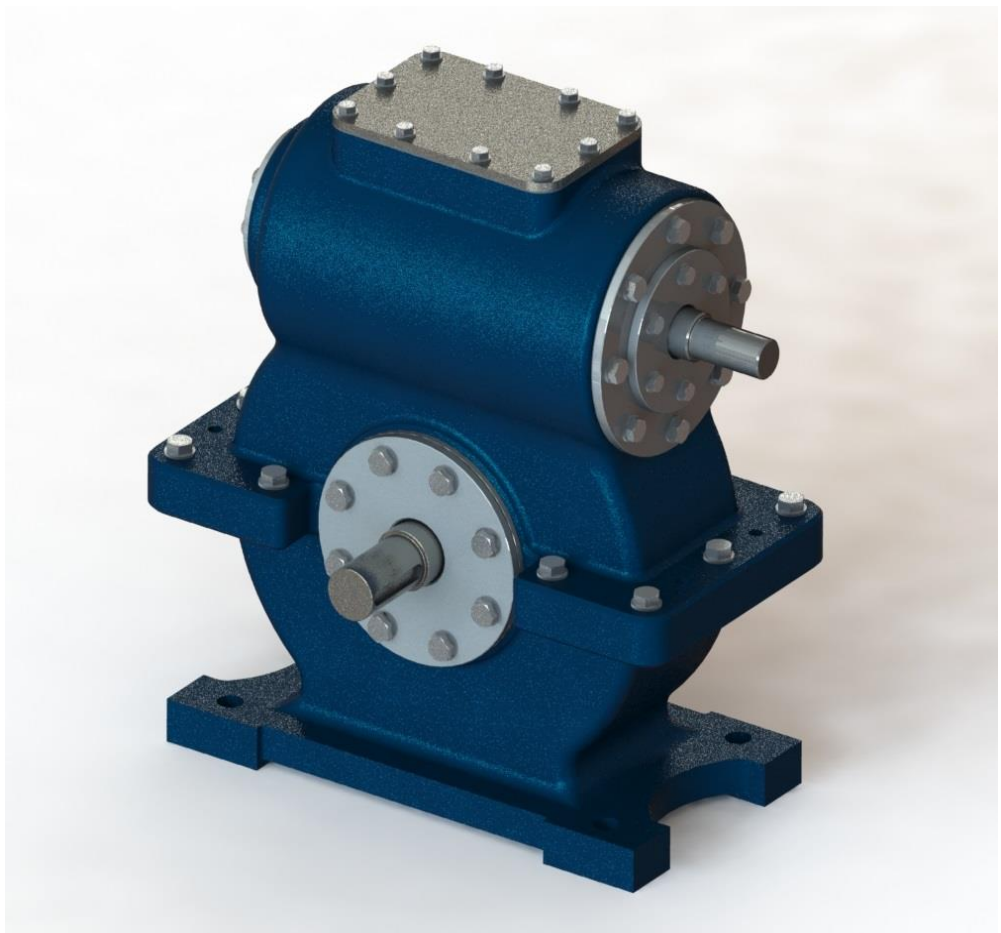


Рис. 1.4. 3д-модель черв'ячного редуктора

Висновки до загально-технічного розділу

У ході роботи над загально-технічним розділом дипломної роботи було проведено комплексне дослідження, що охопило такі аспекти:

1. Функціональне призначення та експлуатаційні умови роботи черв'яка черв'ячного редуктора:
 - а. Розглянуто умови експлуатації черв'яка черв'ячного редуктора, зосередившись на навантаженнях, матеріалі та інших факторах, що впливають на його працездатність.
2. Сучасні підходи до виготовлення черв'яків:
 - а. Ознайомлено з передовими інженерними рішеннями, що використовуються для виготовлення черв'яків, з акцентом на нові матеріали та технології.
3. 3D-моделювання та 2D-документація:

Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата

MI 131.00.1/Б 90/с 011 00-ПЗ

Арк.

9

а. Розроблено детальну 3D-модель черв'ячного редуктора.

2. ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ

2.1. Аналіз службового призначення та конструкції деталі

Деталь, що виготовляється вал-черв'як. Черв'ячний вал застосовується в черв'ячній передачі, рух якої здійснюється за принципом гвинтової пари. Черв'ячна передача допускає передачу крутного моменту тільки від черв'яка до колеса.

Такі передачі мають ряд переваг, а саме: плавність та безшумність роботи; компактність та порівняно невелика маса конструкції; можливість самогальмування.

Черв'яки виготовляють із вуглецевих і легованих сталей. Для підвищення міцності та зносостійкості витки черв'яка піддають термообробці з подальшим шліфуванням.

Відповідно до класифікатора ЕСКД [2] деталь «Вал-черв'як» відноситься до 72 класу.

Таблиця 2.1

Аналіз технічних вимог деталі

Позначення поверхні	Опис, технічні вимоги	Методи обробки	Метод контролю
1, 23	Торцеві поверхні, Ra 6.3, 609h14	Чорнове підрізання або фрезерування торців	Штангенциркуль
2, 18, 22	Фаска зовнішня 2x45°, Ra 6.3	Чорнове точіння	Шаблон фасочний
3, 17	Зовнішня циліндрична поверхня Ø55k6, Ra 1.25	Чистове шліфування	Калібр-скоба, взірці шорсткості
4, 13	Зовнішня циліндрична поверхня Ø65, Ra 6.3	Чорнове точіння	Штангенциркуль

Позначення поверхні	Опис, технічні вимоги	Методи обробки	Метод контролю
5, 12	Внутрішня радіусна поверхня R=10, Ra 6.3	Чорнове точіння	Штангенциркуль
6, 11	Зовнішня конічна поверхня Ra 6.3	Чорнове точіння	Штангенциркуль, кутомір
7	Зовнішня циліндрична поверхня Ø181.25h8, Ra 1.25	Чистове шліфування	Калібр-скоба, взірці шорсткості
8	Зовнішня циліндрична поверхня Ø126.25h8, Ra 1.25	Чистове шліфування	Калібр-скоба, взірці шорсткості
9, 10	Гвинтові поверхні черв'яка Ra 0.2	Чистове шліфування	Калібр-скоба, взірці шорсткості
14, 15	Торцеві поверхні, Ra 1.25, 426h14	Чистове шліфування	Штангенциркуль, взірці шорсткості
16, 25	Канавка для циліндричного та торцевого шліфування b=2	Чорнове точіння	Штангенциркуль
19	Торцева поверхня, Ra 1.25	Чорнове точіння	Штангенциркуль
20	Канавка для циліндричного шліфування b=2	Чорнове точіння	Штангенциркуль
21	Зовнішня циліндрична поверхня Ø45k6, Ra 1.25	Чистове шліфування	Калібр-скоба, взірці шорсткості
24	Шпонковий паз 14x9, Ra 3.2	Фрезерування шпонковою фрезою	КМД

До основних поверхонь деталі відносяться такі поверхні:

- дві зовнішні циліндричні поверхні Ø55k6 (Ra 1.25), що забезпечують посадки підшипників;
- дві торцеві поверхні (Ra 1.25), що забезпечують потрібну відстань між підшипниками;
- зовнішня циліндрична поверхня Ø45k6 (Ra 1.25);

- поверхні черв'ячної передачі (поверхні вершин і впадин витків черв'яка (Ra 1.25) та дві гвинтові поверхні черв'яка (Ra 0.2));
- шпонковий паз (Ra 3.2), для призматичної шпонки.

Інші поверхні розглядаються як допоміжні та другорядні.

Згідно з кресленням деталь «вал-черв'як» виготовляється з сталі 18ХГТ.

Механічні властивості та хімічний склад цієї сталі вказані в табл. 2.2 та 2.3 відповідно.

Таблиця 2.2 [3]

Марка сталі	Граничний діаметр D, мм	Гранична ширина S, мм	НВ серцевини	HRC	σ _B	σ _T	Термічна обробка
					МПа		
Заготовка-поковка, штамповка, прокат							
18ХГТ	200	125	300-400	56-63	1000	800	Покращення + цементация+ гартування ТВЧ

Таблиця 2.3 [4]

Група сталі	Марка сталі	Масова частка елементів, %				
		Вуглець	Кремній	Марганець	Хром	Титан
Хромомарганцева	18ХГТ	0,17-0,23	0,17-0,23	0,8-1,1	1-1,3	0,03-0,09

2.2. Аналіз технологічності конструкції деталі

Аналізуючи конструктивні особливості деталі можна виділити наступне:

- матеріал деталі «Вал-черв'як» відповідає технічним вимогам та умовам експлуатації деталі;
- конструкція деталі не вимагає конструктивних змін або спрощення;
- зважаючи на різницю між мінімальним та максимальним діаметрами деталі, способом отримання заготовки варто обрати штампування;
- для обробки деталі не потрібні додаткові технологічні бази (достатньо центрових отворів та вже оброблених поверхонь).

- при виготовленні деталі можливе використання стандартизованих видів технологічної оснастки;
 - є можливість механізувати та автоматизувати процес виготовлення.
- Отже, деталь є технологічною.

Таблиця 2.4

Кількісні показники технологічності деталі

№ п/п	Назва поверхні або її позначення	Кількість поверхонь	Кількість уніфікованих поверхонь	Квалітет точності ІТ	Параметр шорсткості Ra, мкм	Клас шорсткості
1	Торцеві поверхні, Ra 6.3, 609h14	2	2	14	Ra 6.3	4
2	Фаска зовнішня 2x45°, Ra 6.3	3	-	14	Ra 6.3	4
3	Зовнішня циліндрична поверхня Ø55k6, Ra 1.25	2	2	6	Ra 1.25	6
4	Зовнішня циліндрична поверхня Ø65, Ra 6.3	2	2	14	Ra 6.3	4
5	Внутрішня радіусна поверхня R=10, Ra 6.3	2	-	14	Ra 6.3	4
6	Зовнішня конічна поверхня Ra 6.3	2	2	14	Ra 6.3	4
7	Зовнішня циліндрична поверхня Ø181.25h8, Ra 1.25	1	1	8	Ra 1.25	6

Продовження таблиці 2.4

№ п/п	Назва поверхні або її позначення	Кількість поверхонь	Кількість уніфіковани х поверхонь	Квалітет точності ІТ	Параметр шорсткості Ra, мкм	Клас шорсткос ті
8	Зовнішня циліндрична поверхня Ø126.25h8, Ra 1.25	1	1	8	Ra 1.25	6
9	Гвинтові поверхні черв'яка Ra 0.2	2	2	8	Ra 0.2	9
10	Торцеві поверхні, Ra 1.25, 426h14	2	2	14	Ra 1.25	6
11	Канавка для циліндричног о та торцевого шліфування b=2	2	-	14	Ra 6.3	4
12	Торцева поверхня, Ra 1.25	1	1	14	Ra 1.25	6
13	Канавка для циліндричног о шліфування b=2	1	-	14	Ra 6.3	4
14	Зовнішня циліндрична поверхня Ø45k6, Ra 1.25	1	1	6	Ra 1.25	6
15	Шпонковий паз 14x9, Ra 3.2	1	-	9	Ra 3.2	5
Всього		27	16	-	-	

Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата

MI 131.00.1/Б 90/с 011 00-ПЗ

Арк.

14

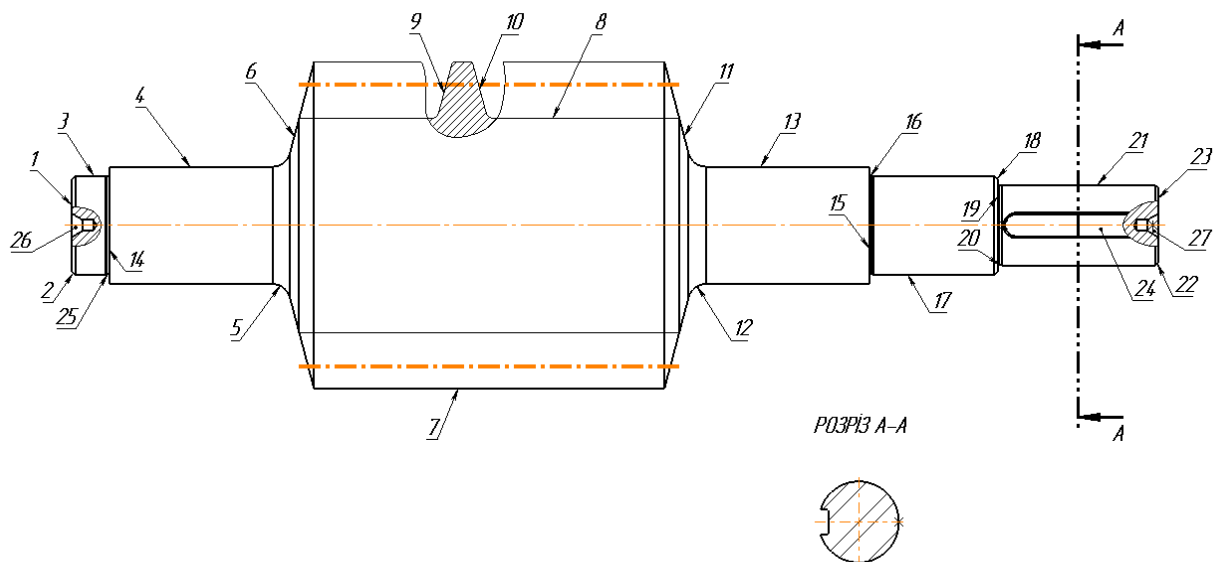


Рис. 2.1. Позначення поверхонь

Кількісні показники технологічності:

А) Коефіцієнт уніфікації конструктивних елементів деталі:

$$K_{ye} = \frac{Q_{ye}}{Q_e} = \frac{16}{25} = 0.64, \quad (2.1)$$

де Q_{ye} – загальна кількість уніфікованих елементів деталі;

Q_e – загальна кількість елементів деталі.

$K_{ye} = 0.64 > 0.6$. Отже, деталь є технологічною.

Б) Коефіцієнт точності обробки поверхонь деталі:

$$K_{IT} = 1 - \left(\frac{1}{IT_c} \right), \quad (2.2)$$

де IT_c – середній квалітет точності:

$$IT_c = \frac{\sum i \cdot n_i}{\sum n_i} = \frac{14 \cdot 17 + 6 \cdot 3 + 8 \cdot 4 + 9 \cdot 1}{25} = 11.88, \quad (2.3)$$

$$K_{IT} = 1 - \left(\frac{1}{IT_c} \right) = 1 - \left(\frac{1}{11.88} \right) = 0.92$$

$K_{IT} = 0.92 > 0.8$. Отже, деталь є технологічною.

В) Коефіцієнт шорсткості поверхонь деталі:

$$K_{Ra} = \frac{1}{Ra_c}, \quad (2.4)$$

де Ra_c – середня шорсткість оброблених поверхонь деталі, що визначається в значеннях параметра Ra , мкм:

Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата

$$Ra_c = \frac{\sum Ra_i \cdot m_i}{\sum m_i} = \frac{4 \cdot 14 + 6 \cdot 8 + 9 \cdot 1 + 5 \cdot 1}{25} = 4.72, \quad (2.5)$$

$$K_{Ra} = \frac{1}{Ra_c} = \frac{1}{4.72} = 0.21$$

$K_{Ra} = 0.21 < 0.32$. Отже, деталь технологічна.

Формули 2.1-2.5 взяті з посібника [5].

2.3. Аналіз існуючих варіантів технологічних процесів

Послідовність виготовлення деталі:

1. Заготівельна операція.

Зважаючи на велику різницю між мінімальним та максимальним діаметрами деталі, способом отримання заготовки варто обрати штампування. Точіння з круглого прокату буде недоцільним, так як буде малий коефіцієнт використання матеріалу.

2. Токарна обробка.

На цьому етапі для підвищення продуктивності варто застосовувати сучасні різці з багатогранними твердосплавними пластинами з механічним кріпленням. Це зменшить час переналагодження при поломці ріжучого інструменту та дозволить вести обробку з більшими швидкостями різання.

3. Фрезерна обробка.

4. Цементация.

Сталь 18ХГТ з якої виготовляється деталь є маловуглецевою. Обов'язковою умовою перед гартуванням є цементация. Цементация здійснюється в газовому карбюризаторі. Ця технологія має переваги у порівнянні з цементациєю у твердому карбюризаторі. При газовій цементации скорочується тривалість процесу, так як немає необхідності в прогрівання ємностей з карбюризатором; є можливість автоматизації процесу, подальшу термічну обробку деталей можна проводити в цементацийних печах.

5. Гартування.

					MI 131.00.1/Б 90/с 011 00-ПЗ	Арк.
						16
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		

Застосовується для покращення механічних властивостей деталі в цілому, підвищує зносостійкість.

6. Шліфування.

7. Технічний контроль.

Для технічного контролю використовується вимірювальний поданий в таблиці 2.9.

2.4. Визначення програми випуску деталей та типу виробництва

Згідно з завданням на курсове проектування тип виробництва – серійне. Відповідно до табл. 4.2. ст. 36 [5] програма випуску деталей становить від 5000 до 10000 одиниць.

2.5. Вибір конструкції заготовки та способу її виготовлення

Отримати заготовку для деталі «Вал-черв'як» можна наступними способами:

- круглий прокат;
- штамповка.

Відповідно до даних отриманих в САПР Solidworks маса готової деталі становить 50.6 кг.

Обравши круглий прокат діаметром 190 мм і довжиною 620 мм, отримаємо заготовку масою близько 135 кг.

При цьому коефіцієнт використання матеріалу:

$$K_{\text{вм}} = \frac{m_{\text{дет}}}{m_{\text{заг}}} = \frac{50.6}{135} = 0.37, \quad (2.6)$$

де $m_{\text{дет}}$, $m_{\text{заг}}$ – маса деталі і заготовки відповідно.

Штампована заготовка виготовлена з припусками вказаними на рис. 1 має масу близько 60.7 кг.

Тоді коефіцієнт використання матеріалу:

					MI 131.00.1/Б 90/с 011 00-ПЗ	Арк.
						17
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		

$$K_{\text{вм}} = \frac{m_{\text{дет}}}{m_{\text{заг}}} = \frac{50.6}{60.7} = 0.83 \quad (2.7)$$

Зважаючи на значення коефіцієнта використання матеріалу, можна зробити висновок, що точіння з круглого прокату буде недоцільним.

Так як виробництво серійне, буде доцільним використовувати гаряче штампування.

Гаряче об'ємне штампування здійснюється з нагрівом до температури 200-1300° в залежності від складу сплаву і умов обробки. Таким видом штампування отримують поковки, однорідні по структурі, порівняно високої точності. Для здійснення гарячого об'ємного штампування необхідні зусилля в 10-15 разів менші ніж для холодного.

Розрахунковий об'єм заготовки після штампування становить близько 7900 см³. Припуск на витрати металу під час гарячого штампування 5%. Тоді об'єм заготовки для штампування має становити 8300 см³.

В якості заготовки для штампування обраний круглий прокат діаметром 100 мм і довжиною 1050 мм. В такому випадку об'єм становить близько 8250 см³ і припуск на витрати під час штампування 4,4%.

Для того, щоб підібрати обладнання для штампування треба знати максимальне зусилля при штампуванні. Максимальне зусилля буде тоді, коли весь об'єм штамп заповнений і надлишковий метал переходить в облойну канавку.

Це зусилля можна розрахувати за наступною формулою (ця формула і пояснення до неї взяті з джерела [6]):

$$\begin{aligned} P &= P_1 + P_2 = \sigma_T \cdot \left(\frac{4.8 + 2f \cdot B}{h} + 1.2 \right) \cdot F_{\Pi} + \sigma_T \cdot \left(\frac{f \cdot B}{h} + 1 \right) \cdot F_3 \\ &= 1 \cdot \left(\frac{4.8 + 2 \cdot 0.18 \cdot 50}{2} + 1.2 \right) \cdot 28353 + 1 \cdot \left(\frac{0.18 \cdot 50}{2} + 1 \right) \cdot 37699 \\ &= 564592 \text{ Н} = 56,5 \text{ т} \quad (2.8) \end{aligned}$$

Де:

P_1 – опір витіканню металу в облойну щілину, Н;

P_2 – опір містка, Н;

σ_T – межа текучості, враховуючи, що сталь нагрівається до температури 900°C $\sigma_T = 1$;

					MI 131.00.1/Б 90/с 011 00-ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		18

f – коефіцієнт тертя на містку облойної канавки, для пари металів сталь – сталь $f = 0,18$;

B – ширина містка, мм;

h – висота облойної щілини, мм;

F_{Π} – площа поковки в плані, мм²

$$F_{\Pi} = \frac{\pi \cdot D_{\Pi}^2}{4} = \frac{\pi \cdot 190^2}{4} = 28353 \text{ мм}^2 \quad (2.9)$$

D_{Π} – максимальний діаметр поковки, мм;

F_3 – площа облою на містку штампа, мм²

$$F_3 = \frac{\pi \cdot (D_M^2 - D_{\Pi}^2)}{4} = \frac{\pi \cdot (250^2 - 190^2)}{4} = 37699 \text{ мм}^2 \quad (2.10)$$

D_M – діаметр містка, мм.

2.6. Розробка технологічного маршруту виготовлення деталі

Таблиця 2.5

Технологічний процес обробки деталі

№ операції	Назва та зміст операції	Технологічна база
005	<u>Стрічкововідрізна</u> Відрізати заготовку з круглого прокату, витримуючи розмір 1050 ± 2	Торець круглого прокату
010	<u>Штампкування</u> Штампувати методом гарячого штампкування в закритих штампах	-
015	<u>Контрольна</u> Перевірити всі розміри на відповідність допускам, вказаним в кресленні	-
020	<u>Токарно-гвинторізна</u> Виконати токарну обробку згідно операційної карти	Установ №1 – Поверхня діаметром 75 мм на штампованій заготовці. Установ №2 – Циліндрична поверхня 13

№ операції	Назва та зміст операції	Технологічна база
025	<u>Вертикально-фрезерна</u> Виконати фрезерну обробку шпонкового пазу	Циліндричні поверхні 4, 13, 21 та торець 23
026	<u>Вертикально-фрезерна</u> Виконати нарізку витків черв'яка	Циліндричні поверхні 3, 7, 17
030	<u>Цементация</u> Цементувати в газовому карбюризаторі витки черв'яка, дві циліндричні поверхні Ø56,2 та одну Ø46,2 при температурі 920-950 °С на глибину 1,5 мм	-
035	<u>Гартування</u> Гартувати до 56-63 HRC при температурі 820-860 °С з подальшим охолодженням у маслі	-
040	<u>Відпуск</u> Здійснити відпуск при температурі 180-200 °С	-
045	<u>Контрольна</u> Перевірити на відповідність показники твердості	-
050	<u>Круглошліфувальна</u> Виконати круглошліфувальну обробку згідно операційної карти	Центрові отвори 26, 27, попередньо оброблені поверхні
055	<u>Різьбошліфувальна</u> Виконати різьбошліфувальну обробку згідно операційної карти	Центрові отвори 26, 27, попередньо оброблені поверхні
060	<u>Контрольна</u> Перевірити всі розміри на відповідність допускам, вказаним в кресленні	-

Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата

МІ 131.00.1/Б 90/с 011 00-ПЗ

Арк.

20

2.7. Розрахунок загальних та міжопераційних припусків на обробку деталі

2.7.1. Розрахунок загальних припусків та розмірів вихідної заготовки за нормативними матеріалами

Для торців припуск 5 мм. Для вершин витків черв'яка припуск близько 4 мм. На місці циліндричних поверхонь 3, 4 (рис. 2.3) заготовка має діаметр 75 мм. На місці циліндричних поверхонь 13, 17, 21 (рис. 2.3) заготовка має циліндричну конічну поверхню.

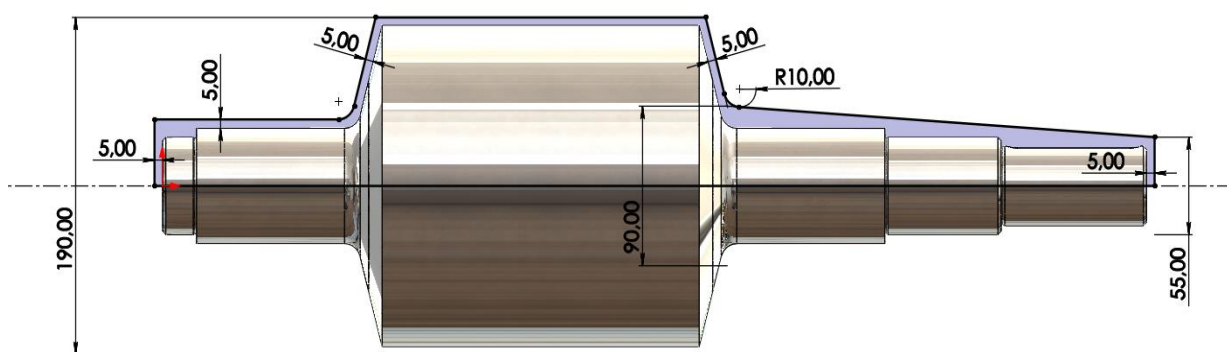


Рис. 2.2. Припуски для штампованої заготовки

З такими припусками заготовка має наступні розміри:

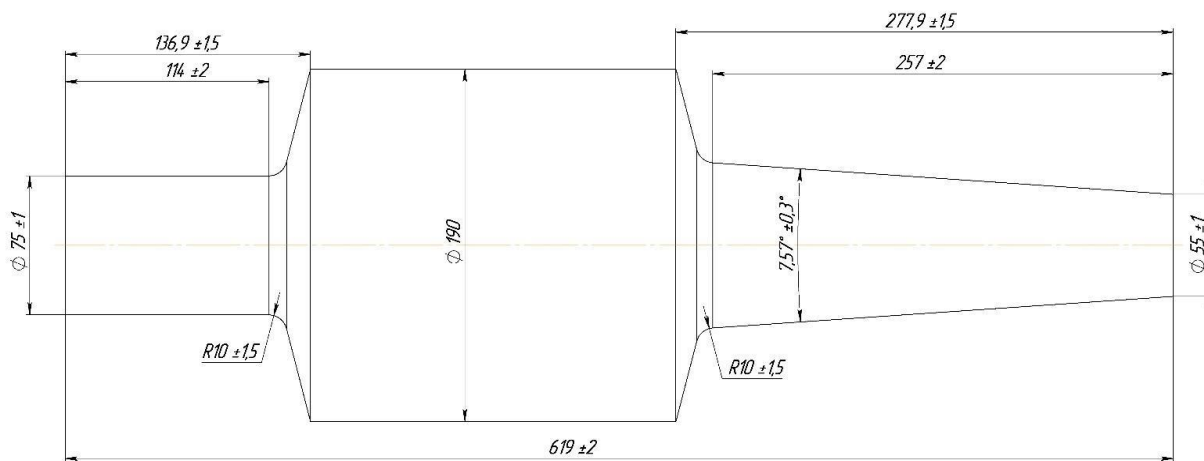


Рис. 2.3. Ескіз заготовки

Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата

MI 131.00.1/Б 90/с 011 00-ПЗ

Арк.

21

2.7.2. Розрахунок міжопераційних та загальних припусків

Таблиця 2.6

Розрахункові припуски для механічної обробки

(Скорочення, що застосовуються в таблиці: Т – торець, ЦП – циліндрична поверхня)

Поверхня	Технологічні операції і переходи	Кваліте т	Шорсткість, мкм	Припуск, мм	Допуск, мм	Проміжні розміри
Т 1, 23	Заготовка	15	Rz 160	5	±1	-
	Чорнове точіння	14	Ra 6.3	0	±0,25	
ЦП 3	Заготовка	15	Rz 160	10	±1	75
	Чорнове точіння	14	Ra 12,5	1,6	±0,25	58,2
	Напівчистове точіння	10	Ra 3,2	0,6	±0.1	56,2
	Напівчистове шліфування	8	Ra 3,2	0,2	±0.05	55,4
	Чистове шліфування	6	Ra 1,25	0	k6	55
ЦП 4	Заготовка	15	Rz 160	5	±1	75
	Чорнове точіння	14	Ra 12,5	0	±0,25	65
Радіусна поверхня 5, конічна поверхня 6	Аналогічно до обробки ЦП 4. Шорсткість, точність та припуски такі ж самі.					
ЦП 7	Заготовка	15	Rz 160	4,4	±1	190
	Чорнове точіння	14	Ra 12,5	1,6	±0,25	184,5
	Напівчистове точіння	10	Ra 3,2	0,6	±0.1	182,5
	Напівчистове шліфування	8	Ra 1,6	0,2	±0.05	181,65

Продовження таблиці 2.6

Поверхня	Технологічні операції і переходи	Кваліте т	Шорсткість, мкм	Припуск, мм	Допуск, мм	Проміжн і розміри
	Чистове шліфування	6	Ra 0,8	0	h8	181,25
ЦП 8	Заготовка	15	Rz 160	31,9	±1	190
	Фрезерування	10	Ra 3,2	0,6	±0.1	127,5
	Напівчистове шліфування	8	Ra 1,6	0,2	±0.05	126,65
	Чистове шліфування	6	Ra 0,8	0	h8	126,25
9, 10	Обробляються одним інструментом одночасно з ЦП 8 з подібними припусками. Вимоги до шорсткості та точності ті ж самі.					
ЦП 13	Заготовка	15	Rz 160	12,5	±1	90
	Чорнове точіння	14	Ra 12,5	0	±0,25	65
Радіусна поверхня 12, конічна поверхня 11	Аналогічно до обробки ЦП 13. Шорсткість, точність та припуски такі ж самі.					
Т 15	Заготовка	15	Rz 160	-	±1	-
	Чорнове точіння	14	Ra 12,5	1	±0,25	
	Напівчистове точіння	10	Ra 3,2	0,4	±0.1	
	Напівчистове шліфування	8	Ra 3,2	0,2	±0.05	
	Чистове шліфування	6	Ra 1,25	0	h14	
ЦП 17	Заготовка	15	Rz 160	11	±1	77
	Чорнове точіння	14	Ra 12,5	1,6	±0,25	58,2
	Напівчистове точіння	10	Ra 3,2	0,6	±0.1	56,2
	Напівчистове шліфування	8	Ra 3,2	0,2	±0.05	55,4

Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата

МІ 131.00.1/Б 90/с 011 00-ПЗ

Арк.

23

Продовження таблиці 2.6

Поверхня	Технологічні операції і переходи	Кваліте т	Шорсткість, мкм	Припуск, мм	Допуск, мм	Проміжн і розміри
	Чистове шліфування	6	Ra 1,25	0	k6	55
Т 19	Заготовка	15	Rz 160	-	±1	-
	Чорнове точіння	14	Ra 12,5	1	±0,25	
	Напівчистов е точіння	10	Ra 1,25	0	±0.1	
ЦП 21	Заготовка	15	Rz 160	11	±1	67
	Чорнове точіння	14	Ra 12,5	1,6	±0,25	48,2
	Напівчистов е точіння	10	Ra 3,2	0,6	±0.1	46,2
	Напівчистов е шліфування	8	Ra 3,2	0,2	±0.05	45,4
	Чистове шліфування	6	Ra 1,25	0	k6	45

В таблиці 2.6 відсутні центрові отвори, фаски та канавки для виходу шліфувального круга. Центрові отвори виконуються одразу після обробки відповідного торця. Фаски та канавки для виходу шліфувального круга виконуються після напівчистої токарної обробки. Також в таблиці не вказаний шпонковий паз, він фрезерується за один прохід кінцевою фрезою відповідного діаметра.

2.8. Розробка та обґрунтування технологічних операцій технологічного процесу

Таблиця 2.7

Карта операційного технологічного процесу

№ операції та її назва	Зміст переходів операції
005 Стрічковидрізна	Відрізати заготовку з круглого прокату, витримуючи розмір 1050±2

					MI 131.00.1/Б 90/с 011 00-ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		24

№ операції та її назва	Зміст переходів операції
010 Штампування	Штампувати методом гарячого штампування в закритих штампах
015 Контрольна	Перевірити всі розміри на відповідність допускам, вказаним в кресленні
020 Токарно-гвинторізна	Установ 1 1. Встановити деталь, закріпити 2. Підрізати торець начисто згідно карти ескізу 3. Центрувати 4. Точити вчорнову поверхню Ø190 до Ø184.5 5. Точити поверхні 11, 12, 13 згідно ескізу 6. Точити Ø58.2 на довжину 161, підрізати торець 7. Точити Ø48.2 на довжину 89ю4, підрізати торець 8. Точити начисто Ø56.2 на довжину 161.6, підрізати торець 9. Точити начисто Ø46.2 на довжину 90, підрізати торець 10. Точити канавку 16 для виходу шліфувального круга 11. Точити канавку 20 для виходу шліфувального круга 12. Точити дві фаски 2.6x45° Установ 2 13. Перевстановити деталь, закріпити 14. Підрізати торець начисто згідно карти ескізу 15. Центрувати 16. Точити поверхні 4, 5, 6 згідно ескізу 17. Точити Ø58.2 на довжину 20, підрізати торець 18. Точити Ø56.2 на довжину 20.6, підрізати торець 19. Точити канавку 25 для виходу шліфувального круга 20. Точити фаску 2.6x45° 21. Зняти деталь, передати на місце наступної операції
025 Вертикально-фрезерна	1. Встановити деталь, закріпити 2. Фрезерувати шпонковий паз згідно з кресленням 3. Зняти деталь, передати на місце наступної операції
026 Вертикально-фрезерна	1. Встановити деталь, закріпити 2. Фрезерувати витки черв'яка згідно з кресленням 3. Зняти деталь, передати на місце наступної операції

№ операції та її назва	Зміст переходів операції
030 Цементация	Цементувати в газовому карбюризаторі витки черв'яка, дві циліндричні поверхні Ø56,2 та одну Ø46,2 при температурі 920-950 °С на глибину 1,5 мм
035 Гартування	Гартувати до 56-63 HRC при температурі 820-860 °С з подальшим охолодженням у маслі
040 Відпуск	Здійснити відпуск при температурі 180-200 °С
045 Контрольна	Перевірити на відповідність показники твердості
050 Круглошліфувальна	1. Встановити деталь на оправці та закріпити в центрах 2. Виконати напівчистову обробку поверхні 21, витримуючи Ø45.4 3. Виконати чистову обробку поверхні 21, витримуючи Ø45 4. Виконати напівчистову обробку поверхні 17, витримуючи Ø55.4 5. Виконати чистову обробку поверхні 17, витримуючи Ø55 6. Виконати напівчистову обробку торця 15, залишивши припуск 0.2 мм на чистову обробку 7. Виконати чистову обробку торця 15, згідно карти ескізу 8. Виконати напівчистову обробку поверхні 3, витримуючи Ø55.4 9. Виконати чистову обробку поверхні 17, витримуючи Ø55 10. Виконати напівчистову обробку торця 14, залишивши припуск 0.2 мм на чистову обробку 11. Виконати чистову обробку торця 14, згідно карти ескізу 12. Зняти деталь, передати на місце наступної операції
055 Різьбошліфувальна	Виконати шліфування витків черв'яка та поверхні Ø126.25 згідно карти ескізу
060 Контрольна	Перевірити всі розміри на відповідність допускам, вказаним в кресленні

Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата

MI 131.00.1/Б 90/с 011 00-ПЗ

Арк.

26

2.9. Вибір технологічного обладнання

Таблиця 2.8

Відомість технологічного обладнання

№ операції	Назва операції	Назва верстата/обладнання	Модель верстата/обладнання	Потужність, кВт
005	Стрічкововідрізна	Стрічкововідрізний	Stiler BS 550G	2,8
010	Штампування	Прес кривошипний	КД 2330	9
015	Контрольна	-	-	-
020	Токарно-гвинторізна	Токарно-гвинторізний	16K20	10
025	Вертикально-фрезерна	Вертикально-фрезерний	6M12П	7,5
026	Вертикально-фрезерна	Вертикально-фрезерний	6M12П	7,5
030	Цементация	Піч для цементации	«Бортек» СШЦМ – 6.10/10	30
035	Гартування	Піч для цементации	«Бортек» СШЦМ – 6.10/10	30
040	Відпуск	Піч для цементации	«Бортек» СШЦМ – 6.10/10	30
045	Контрольна	-	-	-
050	Круглошліфувальна	Круглошліфувальний	3M151	13
055	Різьбошліфувальна	Різьбошліфувальний	«REISHAUER» UL 900	12
060	Контрольна	-	-	-

2.10. Вибір засобів технологічного оснащення

Так як виробництво – серійне, варто використовувати спеціальні, спеціальні складально-розкладні, універсальноналагоджувальні, спеціалізовані та універсальні пристрої.

					MI 131.00.1/Б 90/с 011 00-ПЗ	Арк.
						27
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		

Таблиця 2.9

№	Назва операції	Засоби технологічного оснащення			
		Пристрій	Допоміжний інструмент	Різальний інструмент	Вимірювальний інструмент
005	Стрічкововідрізна	Упор для відрізання заготовки	-	Пила стрічкова	Штангенциркуль
010	Штампуння	-	-	-	-
015	Контрольна	-	-	-	Штангенциркуль
020	Токарно-гвинторізна	-	Задній центр	Різці: прохідний упорний, прохідний відігнутий, канавочний, канавочний спеціальний	Штангенциркуль
025	Вертикально-фрезерна	Спеціальний пристрій для закріплення заготовки	-	Фреза кінцева Ø14	КМД, штангенциркуль
026	Вертикально-фрезерна	Ділильна головка УДГ Д-250	Задній центр	Фреза кінцева конічна Ø20 40°	Штангенциркуль
030	Цементация	-	-	-	-
035	Гартування	-	-	-	-
040	Відпуск	-	-	-	-
045	Контрольна	-	-	-	Твердомір
050	Круглошліфувальна	-	Поводок	Шліфувальний круг	Мікрометр, скоба індикаторна
055	Різьбошліфувальна	-	Поводок	Шліфувальний круг	Мікрометр, скоба індикаторна,
060	Контрольна	-	-	-	-

2.11. Розрахунок режимів різання

Розрахунок режимів різання розрахунково-аналітичним методом:

005 Стрічковідрізна

Стрічковідрізний верстат по металу STILER BS 550G дає можливість вибрати лінійна швидкість стрічки між 48 і 70 м/хв. Зважаючи на те, що сталь 18ХГТ обробляється дещо важче ніж, наприклад, сталь 30, варто обрати 48 м/хв.

020 Токарно-гвинторізна

Швидкість різання для токарної обробки розраховується за формулою:

$$V = \frac{C_v}{T^{m_{\text{cut}}}} K_v \quad (2.10)$$

Сталь 18ХГТ є хромомарганцевою. $\sigma_B = 980$ МПа, $\sigma_T = 885$ МПа.

$$K_{mv} = K_r \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_v} = 0.8 \cdot \left(\frac{750}{980} \right)^1 = 0.6 \quad (2.11)$$

Для чорнової обробки після штампування $K_{pv} = 0.8$. Для вже оброблених поверхонь $K_{pv} = 1$.

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{pv} \cdot K_{iv} = 0.6 \cdot 1(0.8) \cdot 1 = 0.6(0.48) \quad (2.12)$$

Таблиця 2.10

Параметри різання для токарно-гвинторізної операції 020 (розрахункова таблиця Excel)

№ переходу	Діаметр D, мм	Подача S, мм/об	Глибина різання t, мм	Kv	Розрахункова швидкість різання V', м/хв	Розрахункова частота обертання n', об/хв	Частота обертання n, об/хв	Швидкість різання V, м/хв
О 06	55	0.2	2.5	0.48	85	494	400	69
О 10	13.2	0.1	6.6	0.6	106	2557	1000	41
О 14	190	0.25	4	0.48	76	128	125	75
О 18	90	0.25	5	0.48	74	260	250	71
О 20	90	0.25	5	0.6	92	325	315	89

					MI 131.00.1/Б 90/с 011 00-ПЗ				Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата					29

№ перехо- ду	Діаметр D, мм	Пода- ча S, мм/о- б	Глиб- ина різан- ня t, мм	K _v	Розрахун- кова швидкіст- ь різання V', м/хв	Розрахунк- ова частота обертання n', об/хв	Частота обертан- ня n, об/хв	Швидкі- сть різання V, м/хв
О 22	58.2	0.25	5	0.6	92	503	315	58
О 24	58.2	0.15	1	0.6	130	710	630	115
О 26	48.2	0.15	1	0.6	130	857	630	95
О 30	56.2	0.1	1.1	0.6	139	786	630	111
О 34	46.2	0.1	1.1	0.6	139	956	630	91
О 38	56.2	0.15	2.6	0.6	112	637	630	111
О 45	55	0.2	2.5	0.4 8	85	494	400	69
О 49	13.2	0.1	6.6	0.6	106	2557	1000	41
О 53	90	0.25	5	0.4 8	74	260	250	71
О 55	90	0.25	5	0.6	92	325	315	89
О 57	58.2	0.15	1	0.6	130	710	630	115
О 61	56.2	0.1	1.1	0.6	139	786	630	111
О 65	56.2	0.15	2.6	0.6	112	637	630	111

025 Вертикально-фрезерна

Швидкість різання для фрезерної обробки розраховується за формулою:

$$V = \frac{C_v D^q}{T^m t^x S_z^y B^u z^p} K_v \quad (2.13)$$

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{pv} \cdot K_{iv} = 0.6 \cdot 1 \cdot 1 = 0.6 \quad (2.14)$$

$$S = 0.2 \frac{\text{мм}}{\text{об}}; S_z = \frac{0.2}{3} = 0.07 \frac{\text{мм}}{3} \quad (2.15)$$

Розрахункова швидкість різання:

$$V = \frac{C_v D^q}{T^m t^x S_z^y B^u z^p} K_v = \frac{64.7 \cdot 14^{0.25}}{60^{0.2} \cdot 5.5^{0.1} \cdot 0.07^{0.2} \cdot 14^{0.15} \cdot 3^0} \cdot 0.6 = 32 \frac{\text{м}}{\text{хв}} \quad (2.16)$$

Розрахункове число обертів шпинделя:

$$n = \frac{1000V}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 32}{\pi \cdot 14} = 728 \frac{\text{об}}{\text{хв}} \quad (2.17)$$

Оберти шпинделя 630 об/хв. Тоді швидкість різання:

$$V = \frac{n \pi D}{1000} = \frac{630 \cdot \pi \cdot 14}{1000} = 28 \frac{\text{м}}{\text{хв}} \quad (2.18)$$

026 Вертикально-фрезерна (нарізка витків черв'яка)

Швидкість різання для фрезерної обробки розраховується за формулою:

$$V = \frac{C_v D^q}{T^m t^x S_z^y B^u Z^p} K_v \quad (2.19)$$

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{pv} \cdot K_{iv} = 0.6 \cdot 1 \cdot 1 = 0.6 \quad (2.20)$$

$$S = 0.2 \frac{\text{мм}}{\text{об}}; S_z = \frac{0.2}{3} = 0.07 \frac{\text{мм}}{3} \quad (2.21)$$

Розрахункова швидкість різання:

$$V = \frac{C_v D^q}{T^m t^x S_z^y B^u Z^p} K_v = \frac{64.7 \cdot 20^{0.25}}{60^{0.2} \cdot 31.3^{0.1} \cdot 0.07^{0.2} \cdot 20^{0.15} \cdot 3^0} \cdot 0.6 = 28 \frac{\text{м}}{\text{хв}} \quad (2.22)$$

Розрахункове число обертів шпинделя:

$$n = \frac{1000V}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 28}{\pi \cdot 20} = 446 \frac{\text{об}}{\text{хв}} \quad (2.23)$$

Оберти шпинделя 400 об/хв. Тоді швидкість різання:

$$V = \frac{n \pi D}{1000} = \frac{400 \cdot \pi \cdot 20}{1000} = 25 \frac{\text{м}}{\text{хв}} \quad (2.24)$$

050 Круглошліфувальна

Вибране число обертів шліфувального круга 1112 об/хв. При вибраній частоті обертання швидкість круга $V_k = 35$ м/с.

Таблиця 2.11

Параметри шліфувального круга:

Діаметр, мм	600
Ширина, мм	80

Швидкість обертання заготовки $V_z = 20$ м/хв. Цей параметр враховується при розрахунку частоти обертання заготовки.

Круг, яким шліфується деталь 600x80x305 14А 40 С1/С2/ СТ К ГОСТ 2424-83.

Таблиця 2.12

Параметри різання для круглошліфувальної операції 050 (розрахункова таблиця Excel)

№ пере ходу	Діа мет р D	Поздо вжня подач а S	Радіаль на подача Sp, мм/об	При пуск	Глиби на шліфу вання t	i	Розрахунко ва частота обертання заготовки	Частота обертан ня заготовк и	Швидк ість різанн я
О 04	45.4	6	-	0.4	0.05	8	140	125	2118
О 07	45	6	-	0.2	0.05	4	142	125	2118
О 10	55.4	6	-	0.4	0.05	8	115	125	2122
О 13	55	6	-	0.2	0.05	4	116	125	2122
О 16	55	-	0.075	0.2	0.05	4	116	125	2122
О 19	55	-	0.075	0.2	0.05	4	116	125	2122
О 22	55.4	6	-	0.4	0.05	8	115	125	2122
О 25	55	6	-	0.2	0.05	4	116	125	2122
О 28	55	-	0.075	0.2	0.05	4	116	125	2122
О 31	55	-	0.075	0.2	0.05	4	116	125	2122

055 Різьбошліфувальна

Різьбошліфувальний верстат «REISHAUER» UL 900 має плавне регулювання швидкості шліфувального круга (72 – 2500 об/хв) і 27 швидкостей заготовки (0,4 – 160 об/хв).

Таблиця 2.13

Параметри шліфувального круга:

Діаметр, мм	350
Ширина, мм	20/40
Матеріал	Електрокорунд білий

Рекомендована швидкість круга $V_k = 35$ м/с. Тоді частота обертання:

$$n = \frac{1000V}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 60 \cdot 35}{\pi \cdot 350} \approx 1900 \frac{\text{об}}{\text{хв}} \quad (2.25)$$

Швидкість обертання заготовки $V_z = 20$ м/хв. Тоді частота обертання заготовки:

$$n = \frac{1000V}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 20}{\pi \cdot 181.25} \approx 35 \frac{\text{об}}{\text{хв}} \quad (2.26)$$

Швидкість різання:

					MI 131.00.1/Б 90/с 011 00-ПЗ				Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата					32

$$V = V_k + V_3 = 35 \cdot 60 + 20 = 2120 \frac{\text{м}}{\text{хв}} \quad (2.27)$$

Глибину шліфування варто обрати рівною 0.05 мм.

2.12. Технічне нормування технологічного процесу

005 Стрічкововідрізна

Заготовка діаметром 100 мм. Швидкість різання – 48 м/хв. Подача – 1 мм/м стрічки.

Основний час:

$$t_o = \frac{100}{48} = 2 \text{ хв} \quad (2.28)$$

До складу допоміжного часу входять:

- час, пов'язаний з переходом (відповідно до розрахункової таблиці $t_{\text{пер}} = 1 \text{ хв}$);
- час на встановлення, затискання та зняття деталі ($t_{\text{вст}} = 5 \text{ хв}$);
- час, що необхідний для зміни режимів роботи верстата, та на заміну різального інструмента ($t_{\text{зм}} = 3 \text{ хв}$).

Сумарний допоміжний час становить: $t_{\text{доп}} = 1 + 5 + 3 = 9 \text{ хв}$.

Оперативний час операції: $t_{\text{оп}} = t_o + t_{\text{доп}} = 2 + 9 = 11 \text{ хв}$.

Штучний час:

$$t_{\text{шт}} = (t_o + t_{\text{доп}}) \left(1 + \frac{\alpha + \beta + \gamma}{100} \right) = (2 + 11) \left(1 + \frac{1 + 1 + 4}{100} \right) = 14 \text{ хв} \quad (2.29)$$

Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата

020 Токарно-гвинторізна

Таблиця 2.14

Норми часу для переходів токарно-гвинторізної операції 020 (розрахункова таблиця Excel)

№ переходу	Подача S	Частота обертання n	Довжина на поверхні	Перебіг	Довжина ходу інструмента	К-сть проходів	Час підводу різця	Основний час обробки
О 06	0.2	400	27.5	5	32.5	2	0.4	0.81
О 10	0.1	1000	14	3	17	1	0.2	0.17
О 14	0.25	125	205	12	217	1	0.2	6.94
О 18	0.25	250	160	10	170	3	0.6	8.16
О 20	0.25	315	161	5	166	3	0.6	6.32
О 22	0.25	315	89.4	5	94.4	3	0.6	3.60
О 24	0.15	630	161.6	5	166.6	1	0.2	1.76
О 26	0.15	630	90	5	95	1	0.2	1.01
О 30	0.1	630	1.1	2	3.1	1	0.2	0.05
О 34	0.1	630	1.1	2	3.1	1	0.2	0.05
О 38	0.15	630	2.6	2	4.6	1	0.2	0.05
О 45	0.2	400	27.5	5	32.5	2	0.4	0.81
О 49	0.1	1000	14	3	17	1	0.2	0.17
О 53	0.25	250	160	5	165	3	0.6	7.92
О 55	0.25	315	20	5	25	3	0.6	0.95
О 57	0.15	630	20.6	5	25.6	1	0.2	0.27
О 61	0.1	630	1.1	2	3.1	1	0.2	0.05
О 65	0.15	630	2.6	2	4.6	1	0.2	0.05
Сума	-						6	39.15

Основний час на операцію становить:

$$t_o = 39.15 \text{ хв}$$

До складу допоміжного часу входять:

- час, пов'язаний з переходом (відповідно до розрахункової таблиці $t_{\text{пер}} = 6 \text{ хв}$);
- час на встановлення, затискання та зняття деталі ($t_{\text{вст}} = 15 \text{ хв}$);
- час, що необхідний для зміни режимів роботи верстата, та на заміну різального інструмента ($t_{\text{зм}} = 10 \text{ хв}$).

Сумарний допоміжний час становить: $t_{\text{доп}} = 6 + 15 + 10 = 31 \text{ хв}$.

					MI 131.00.1/Б 90/с 011 00-ПЗ				Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата					34

Оперативний час операції: $t_{оп} = t_o + t_{доп} = 39.15 + 31 = 70.15$ хв.

Штучний час:

$$t_{шт} = (t_o + t_{доп}) \left(1 + \frac{\alpha + \beta + \gamma}{100} \right) = (39.15 + 31) \left(1 + \frac{1 + 1 + 4}{100} \right) = 74.4 \text{ хв (2.30)}$$

025 Вертикально-фрезерна

Таблиця 2.15

Норми часу для переходів вертикально-фрезерної операції 025
(розрахункова таблиця Excel)

№ перех оду	Пода ча S	Частот а оберта ння n	Довжи на поверх ні	Перебі г	Довжина ходу інструме нта	К-сть прохо дів	Час підвод у фрези	Операти вний час
О 04	0.15	630	70	0	70	1	0.2	0.74

Основний час на операцію становить:

$$t_o = 0.74 \text{ хв}$$

До складу допоміжного часу входять:

- час, пов'язаний з переходом (відповідно до розрахункової таблиці $t_{пер} = 0.2$ хв);
- час на встановлення, затискання та зняття деталі ($t_{вст} = 2.5$ хв);
- час, що необхідний для зміни режимів роботи верстата, та на заміну різального інструмента ($t_{зм} = 2.5$ хв).

Сумарний допоміжний час становить: $t_{доп} = 0.2 + 2.5 + 2.5 = 5.2$ хв.

Оперативний час операції: $t_{оп} = t_o + t_{доп} = 0.74 + 5.2 = 5.94$ хв.

Штучний час:

$$t_{шт} = (t_o + t_{доп}) \left(1 + \frac{\alpha + \beta + \gamma}{100} \right) = (0.74 + 5.2) \left(1 + \frac{1 + 1 + 4}{100} \right) = 6.3 \text{ хв (2.31)}$$

Норми часу для переходів вертикально-фрезерної операції 025
(розрахункова таблиця Excel)

№ перех оду	Пода ча S	Частот а оберта ння n	Довжи на поверх ні	Перебі г	Довжина ходу інструме нта	К-сть прохо дів	Час підвод у фрези	Операти вний час
О 01	0.15	400	860	50	910	4	0.8	60.7

Основний час на операцію становить:

$$t_o = 60.7 \text{ хв}$$

До складу допоміжного часу входять:

- час, пов'язаний з переходом (відповідно до розрахункової таблиці $t_{\text{пер}} = 0.8 \text{ хв}$);
- час на встановлення, затискання та зняття деталі ($t_{\text{вст}} = 5 \text{ хв}$);
- час, що необхідний для зміни режимів роботи верстата, та на заміну різального інструмента ($t_{\text{зм}} = 5 \text{ хв}$).

Сумарний допоміжний час становить: $t_{\text{доп}} = 0.8 + 5 + 5 = 10.8 \text{ хв}$.

Оперативний час операції: $t_{\text{оп}} = t_o + t_{\text{доп}} = 60.7 + 10.8 = 71.5 \text{ хв}$.

Штучний час:

$$t_{\text{шт}} = (t_o + t_{\text{доп}}) \left(1 + \frac{\alpha + \beta + \gamma}{100} \right) = (60.7 + 10.8) \left(1 + \frac{1 + 1 + 4}{100} \right) = 75.8 \text{ хв} \quad (2.32)$$

Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата

050 Круглошліфувальна

Таблиця 2.17

Норми часу для переходів круглошліфувальної операції 050 (розрахункова таблиця Excel)

№ переходу	Поздовжня подача S, мм/об	Радіальна подача Sp, мм/об	Частота обертання заготовки	Довжина поверхні	Перебіг	Довжина ходу інструмента	К-сть проходів	Час підводу круга	Основний час
О 03	6	-	125	90	10	100	8	1.6	2.13
О 04	6	-	125	90	10	100	4	0.8	1.07
О 05	6	-	125	72	10	82	8	1.6	1.75
О 06	6	-	125	72	10	82	4	0.8	0.87
О 07	-	0.075	125	5	2	7	4	0.8	5.97
О 08	-	0.075	125	5	2	7	4	0.8	5.97
О 09	6	-	125	21	10	31	8	1.6	0.66
О 10	6	-	125	21	10	31	4	0.8	0.33
О 11	-	0.075	125	5	2	7	4	0.8	5.97
О 12	-	0.075	125	5	2	7	4	0.8	5.97
Сума	-							10.4	30.7

Основний час на операцію становить:

$$t_o = 30.7 \text{ хв}$$

До складу допоміжного часу входять:

- час, пов'язаний з переходом (відповідно до розрахункової таблиці $t_{\text{пер}} = 10.4 \text{ хв}$);
- час на встановлення, затискання та зняття деталі ($t_{\text{вст}} = 2.5 \text{ хв}$);
- час, що необхідний для зміни режимів роботи верстата, та на заміну різального інструмента ($t_{\text{зм}} = 2.5 \text{ хв}$).

Сумарний допоміжний час становить: $t_{\text{доп}} = 10.4 + 2.5 + 2.5 = 15.4 \text{ хв}$.

Оперативний час операції: $t_{\text{оп}} = t_o + t_{\text{доп}} = 30.7 + 15.4 = 46.1 \text{ хв}$.

Штучний час:

$$t_{\text{шт}} = (t_o + t_{\text{доп}}) \left(1 + \frac{\alpha + \beta + \gamma}{100} \right) = (30.7 + 15.4) \left(1 + \frac{1 + 1 + 4}{100} \right) = 48.9 \text{ хв (2.33)}$$

Норми часу для переходів різьбошліфувальної операції 055 (розрахункова таблиця Excel)

№ переходу	Поздовжня подача S, мм/об	Частота обертання заготовки	Довжина поверхні	Перебіг	Довжина ходу інструмента	К-сть проходів	Час підводу круга	Час безпосередньої обробки
О 01	100	35	230	20	250	8х4	6.4	4.6
О 02	100	35	230	20	250	4х4	3.2	2.3
Сума	-						9.6	6.9

Основний час на операцію становить:

$$t_o = 6.9 \text{ хв}$$

До складу допоміжного часу входять:

- час, пов'язаний з переходом (відповідно до розрахункової таблиці $t_{\text{пер}} = 9.6 \text{ хв}$);
- час на встановлення, затискання та зняття деталі ($t_{\text{вст}} = 10 \text{ хв}$);
- час, що необхідний для зміни режимів роботи верстата, та на заміну різального інструмента ($t_{\text{зм}} = 10 \text{ хв}$).

Сумарний допоміжний час становить: $t_{\text{доп}} = 9.6 + 10 + 10 = 29.6 \text{ хв}$.

Оперативний час операції: $t_{\text{оп}} = t_o + t_{\text{доп}} = 6.9 + 29.6 = 36.5 \text{ хв}$.

Штучний час:

$$t_{\text{шт}} = (t_o + t_{\text{доп}}) \left(1 + \frac{\alpha + \beta + \gamma}{100} \right) = (6.9 + 29.6) \left(1 + \frac{1 + 1 + 4}{100} \right) = 38.7 \text{ хв (2.34)}$$

Висновки до технологічного розділу

В ході виконання технологічного розділу було розроблено технологічний процес виготовлення черв'яка черв'ячного редуктора, який може бути впроваджений в умовах серійного виробництва.

Встановлено:

- Призначення, конструкція та технологічність деталі.

					MI 131.00.1/Б 90/с 011 00-ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		38

- Програма випуску деталей, тип виробництва, конструкція заготовки та спосіб її виготовлення.
- Розроблено технологічний маршрут виготовлення деталі, розраховано загальні та міжопераційні припуски на обробку.
- Обґрунтовано вибір технологічних операцій, технологічного обладнання та засобів технологічного оснащення.
- Розраховано режими різання та проведено технічне нормування технологічного процесу.

3. КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ

3.1. Проектування пристрою для фрезерування шпонкового пазу

3.1.1. Опис пристрою

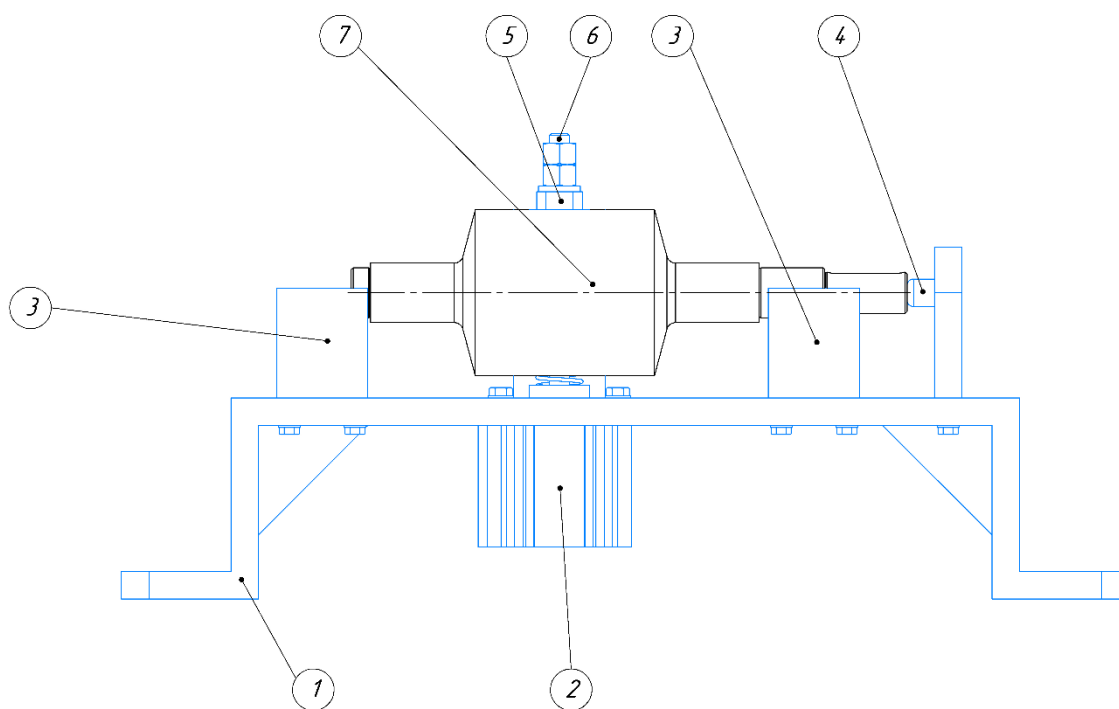
Даний пристрій є спеціальним верстатним пристроєм. У цьому пристрої фрезерується шпонковий паз на деталі «Вал-черв'як» на вертикально-фрезерному верстаті 6М12П. Пристрій призначений лише для однієї операції.

За кількістю одночасно-встановлених деталей пристрій одномісний, за кількістю позицій – однопозиційний.

Використання пристроїв для фрезерування з пневмоциліндром має декілька переваг:

- швидкість і продуктивність: пневмоциліндр може забезпечити швидке та ефективне переміщення інструменту, що дозволяє збільшити продуктивність фрезерування.
- можливість регулювання сили: пневматичні циліндри можуть легко регулювати силу тиску, що дозволяє використовувати їх для обробки різних матеріалів та в різних умовах.
- надійність: пневмосистеми зазвичай мають просту конструкцію та мінімум рухомих частин, що зменшує ризик поломок та забезпечує високу надійність роботи пристроїв.

					<i>MI 131.00.1/Б 90/с 011 00-ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		39



1 – корпус, 2 – пневмоциліндр, 3 – призма, 4 – упор, 5 – притискна планка, 6 – шпилька, 7 – деталь

Рис. 3.1. Ескіз пристосування

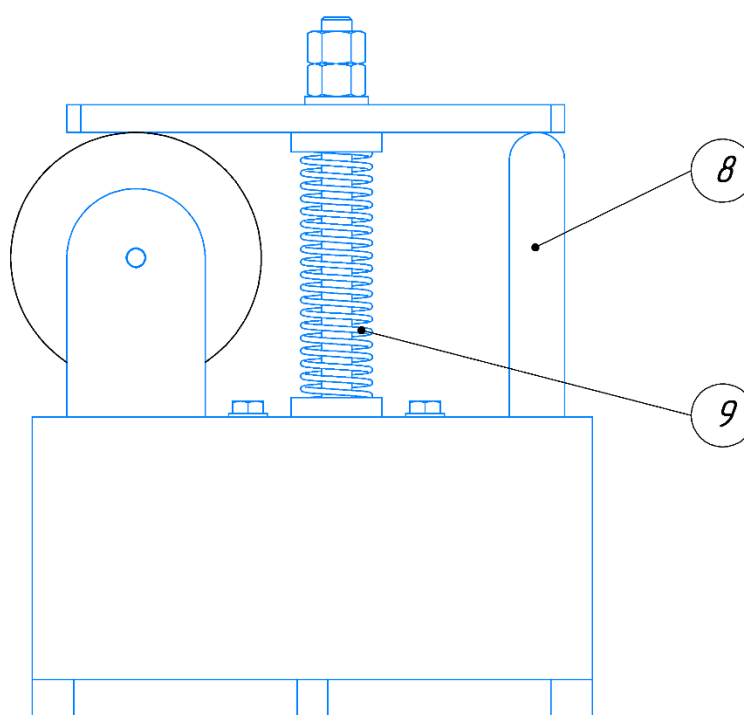


Рис. 3.2. Ескіз пристосування

Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата

МІ 131.00.1/Б 90/с 011 00-ПЗ

Арк.
40

3.1.2. Принцип дії

Деталь встановлюється в призми 3 (рис. 3.1) поверхнями, що призначені, як посадочні місця під підшипники, а торцем притискається до упору 4.

У штокову порожнину пневмоциліндра 2 подається стиснуте повітря, притискна планка 5 притискає деталь 7.

Здійснюється фрезерування пазу.

Після завершення фрезерування у штокову порожнину пневмоциліндра подається стиснуте повітря, притискна планка пристрою підіймається вгору, деталь виймають з пристосування.

Для випадків коли в пневмосистемі втрачається тиск передбачено встановлення пневмозамка.

Пневмозамок – це різновид зворотніх клапанів, які можуть бути примусово відкриті при поданні сигналу, але в закритому положенні пропускають повітря лише в одному напрямку.

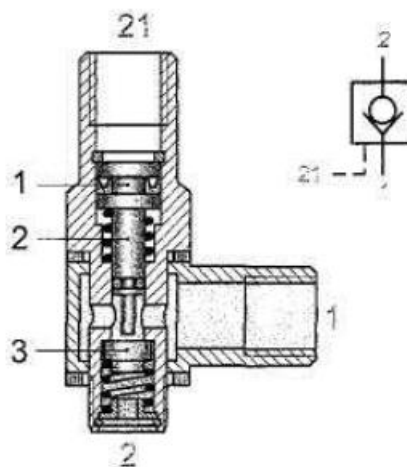


Рис. 3.3. Конструкція пневмозамка і його умовне графічне позначення [7]

Через пневмозамок повітря вільно проходить із каналу 1 у канал 2 (рис. 3.3), тоді як у зворотному напрямку – лише за наявності сигналу в каналі керування 21. До того ж у другому випадку шток 2 мініциліндра, площа поршня 1 якого більша за площу клапана 3, примусово знімає клапан 3 із сідла, тим самим забезпечуючи можливість проходження повітря з каналу 2 у канал 1 [7].

Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата

MI 131.00.1/Б 90/с 011 00-ПЗ

Арк.

41

3.1.3. Вибір схеми базування

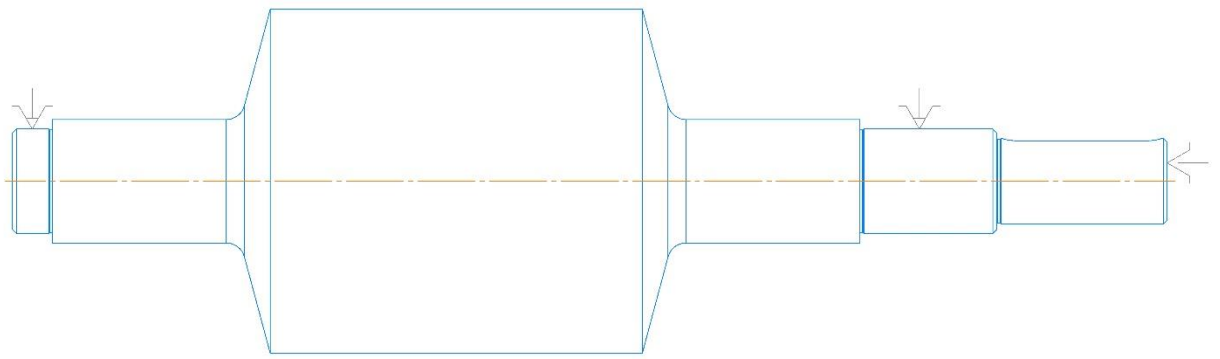


Рис. 3.4. Схема базування

Деталь базується по двом поверхням, що призначені, як посадочні місця під підшипники і по торцю позначеному на схемі.

3.1.4. Похибки базування

Вертикально-фрезерна операція виконується після токарно-гвинторізної. При цьому поверхні, якими деталь контактує з призмами на пристосуванні піддавались напівчистовій обробці. Допуск на напівчистове точіння ± 0.1 мм. Розмір контактних поверхонь 56.2 мм. Тоді мінімальний розмір 56.1 мм, максимальний – 56.3 мм.

Змодельювавши встановлення деталі з мінімальним та максимальним розмірами в Solidworks, маємо наступні результати:

Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата

МІ 131.00.1/Б 90/с 011 00-ПЗ

Арк.

42

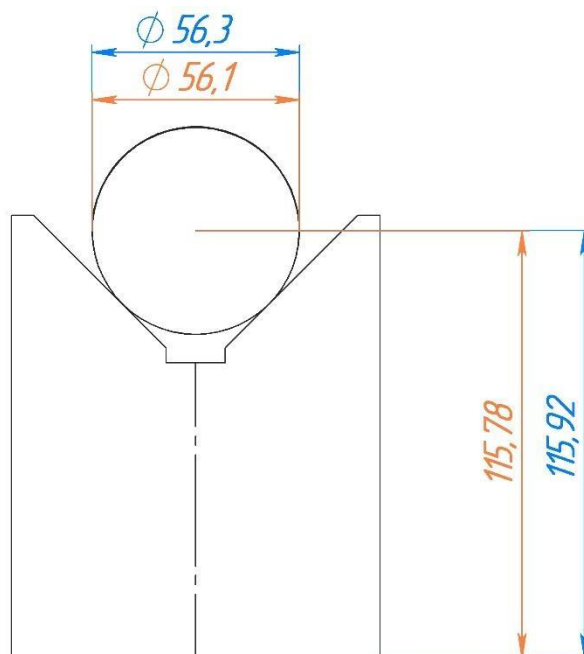


Рис. 3.5. Похибки базування

Різниця між мінімальної і максимальною висотою встановлення деталі становить $115.92 - 115.78 = 0.14$ мм.

3.1.5. Розрахунок сил затиску деталі

У пристрої встановлений пневмоциліндр двосторонньої дії (рис. 3.6) компанії AirTAC.



Рис. 3.6. Пневмоциліндр типу ACQ [8]

Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата

MI 131.00.1/Б 90/с 011 00-ПЗ

Арк.

43

Коли стиснене повітря подається в порожнину пневмоциліндра, шток втягується і тим самим затискає заготовку. Сила затиску повинна перевищувати рушійну силу, яка з'являється при обробці.

Сила затиску визначається за формулою:

$$F = P \cdot \frac{\pi \cdot (D^2 - d^2)}{4}, \quad (2.35)$$

де P – тиск повітря в пневмосистемі ($P=0.4$ МПа= 400000 Н/м²), D – діаметр поршня (попередньо 140 мм), d – діаметр штока (32 мм).

Тоді:

$$F = P \cdot \frac{\pi \cdot (D^2 - d^2)}{4} = 400000 \cdot \frac{\pi \cdot (0.14^2 - 0.023^2)}{4} = 5835.8 \text{ Н} \quad (2.36)$$

Сила різання при фрезеруванні знаходиться за формулою [9]:

$$P_z = \frac{10C_p t^X S_Z^Y B^u Z}{D^q n^w} K_{mp} = \frac{10 \cdot 68.2 \cdot 5.5^{0.86} \cdot 0.07^{0.72} \cdot 14^1 \cdot 3}{14^{0.86} \cdot 630^0} \cdot \left(\left(\frac{980}{750} \right)^{0.3} \right) = 2048.3 \text{ Н} \quad (2.37)$$

Для роботи пристрою повинна виконуватись умова $F > P_z$.

$$5835.8 \text{ Н} > 2048.3 \text{ Н}$$

Отже, умова виконується.

При цьому є певний коефіцієнт запасу, який можна знайти за формулою:

$$K_{\text{зап}} = \frac{F}{P_z \cdot 2} = \frac{5835.8}{2048.3} = 2.8 \quad (2.38)$$

3.1.6. Аналіз збірки методом скінченних елементів

Серед досліджень методом скінченних елементів можна виділити наступні: статичні, динамічні, частотні та інші. Конкретно в цьому випадку треба дослідити вплив статичного навантаження, що створюється пневмоциліндром на збірку пристосування. Зусилля від роботи пневмоциліндра прикладається повільно, поступово і після прикладання не змінює значення та напрямку, тому вид дослідження – статичне.

Статичні дослідження можуть бути лінійними та нелінійними. Статичне дослідження буде в нелінійним тоді, коли напруження досягають границі

текучості матеріалу, присутні конструктивні нелінійності тощо. В даному випадку цього немає, тому дослідження – статичне лінійне.

Для проведення статичного лінійного дослідження треба:

- для кожної деталі вказати вибрані матеріали з врахуванням моделі механіки матеріалів;
- задати кріплення;
- задати контактні умови;
- створити сітку;
- запустити дослідження.

При виконанні дослідження було зроблено наступне:

Задано кріплення «зафіксована геометрія» корпусу пристосування. Для більш точного дослідження краще було б змодельювати стіл фрезерного верстата та прикріпити пристосування до нього. Але, так як в зоні, де мають знаходитись притискні шпильки майже не виникає напружень та немає значних переміщень, достатньо кріплення «зафіксована геометрія».

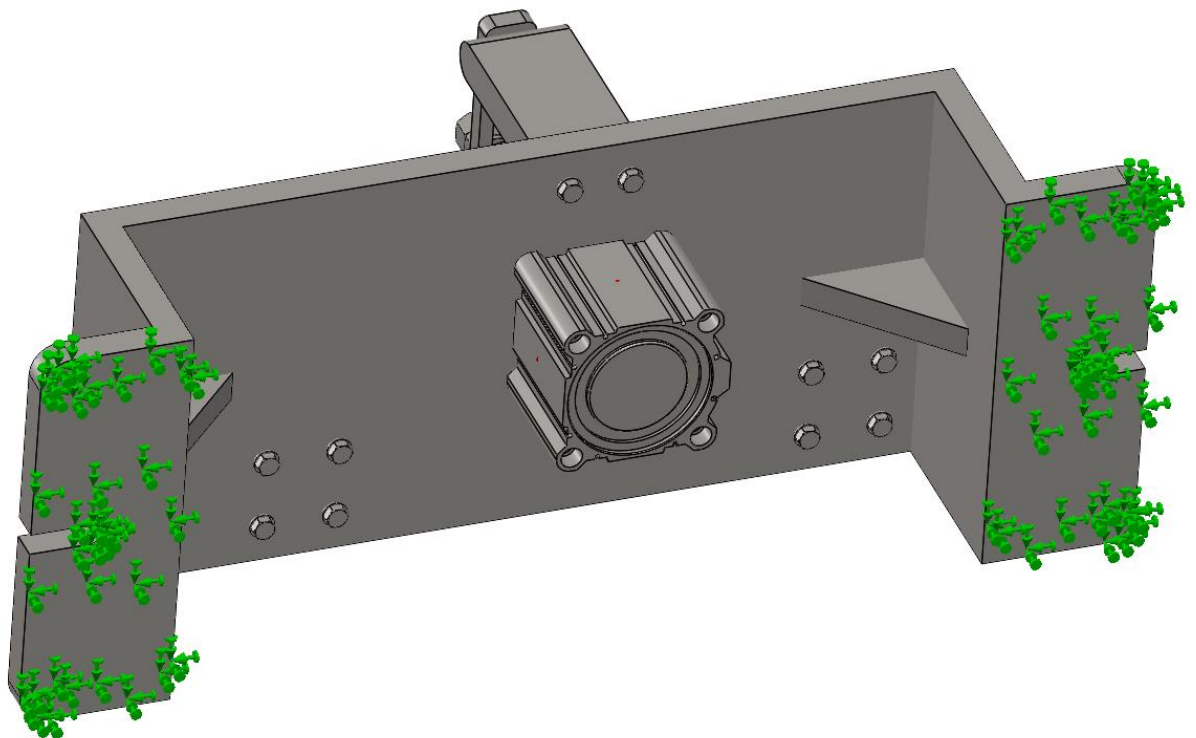


Рис. 3.7. Кріплення «зафіксована геометрія» корпусу пристрою

Задано тиск на поршень пневмоциліндра 0.4 МПа.

Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата

MI 131.00.1/Б 90/с 011 00-ПЗ

Арк.

45

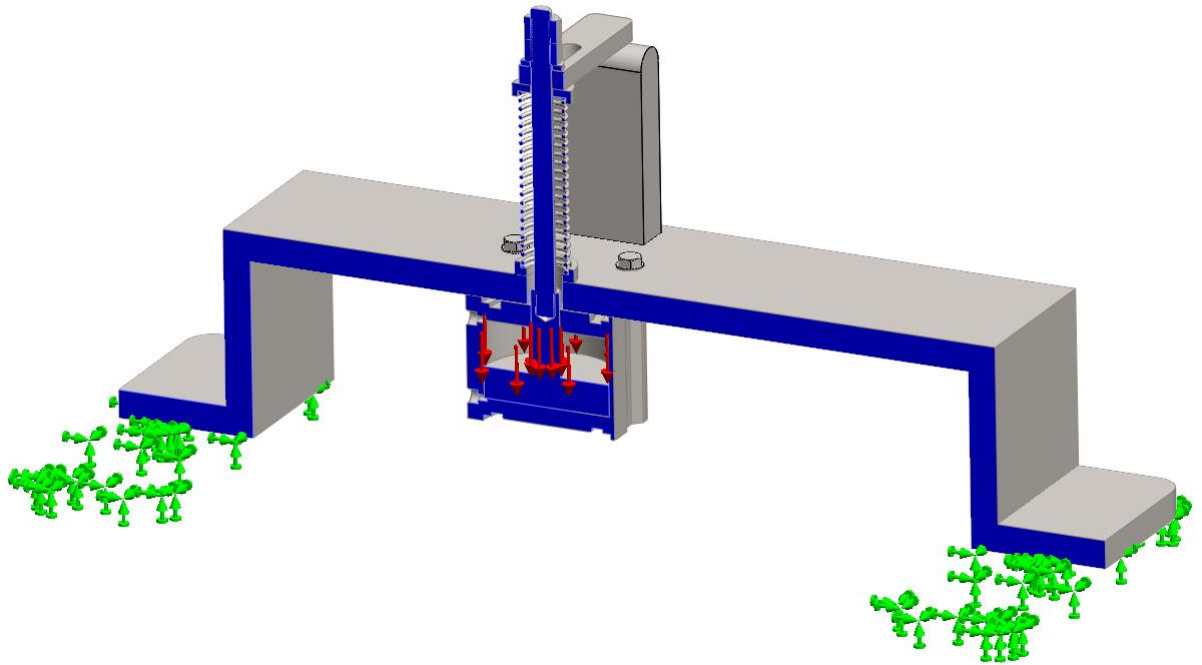


Рис. 3.8. Заданий тиск на поршень пневмоциліндра

Задані контактні умови між корпусом пневмоциліндра та поршнем із штоком.

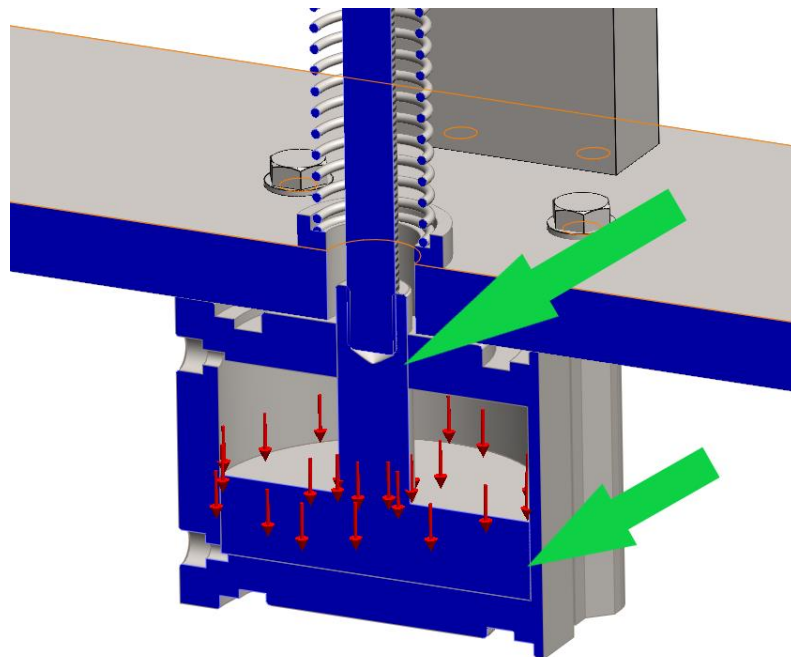


Рис. 3.9. Контактні умови між корпусом пневмоциліндра та поршнем із штоком

Задані контактні умови між заготовкою та дотичними до неї деталям пристрою.

Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата

MI 131.00.1/Б 90/с 011 00-ПЗ

Арк.

46

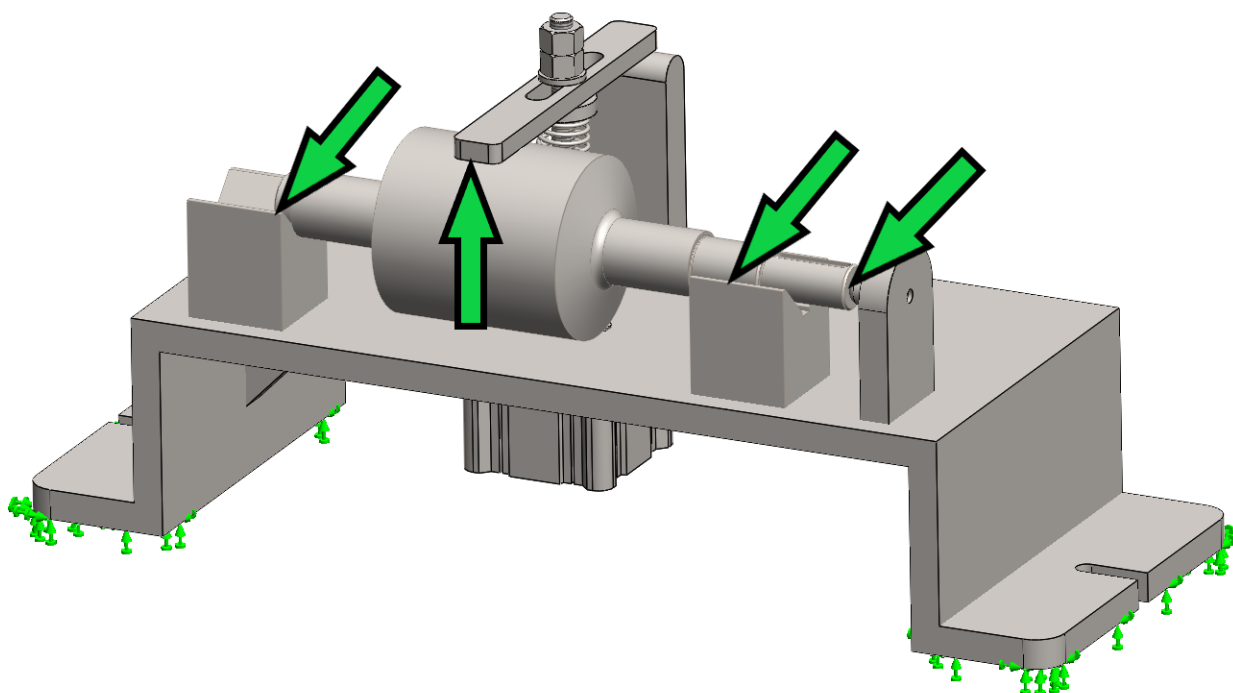


Рис. 3.10. Контактні умови між заготовкою та дотичними до неї деталям пристрою

Створена сітка з максимальним і мінімальним розмірами 150 мм і 7.5 мм відповідно.

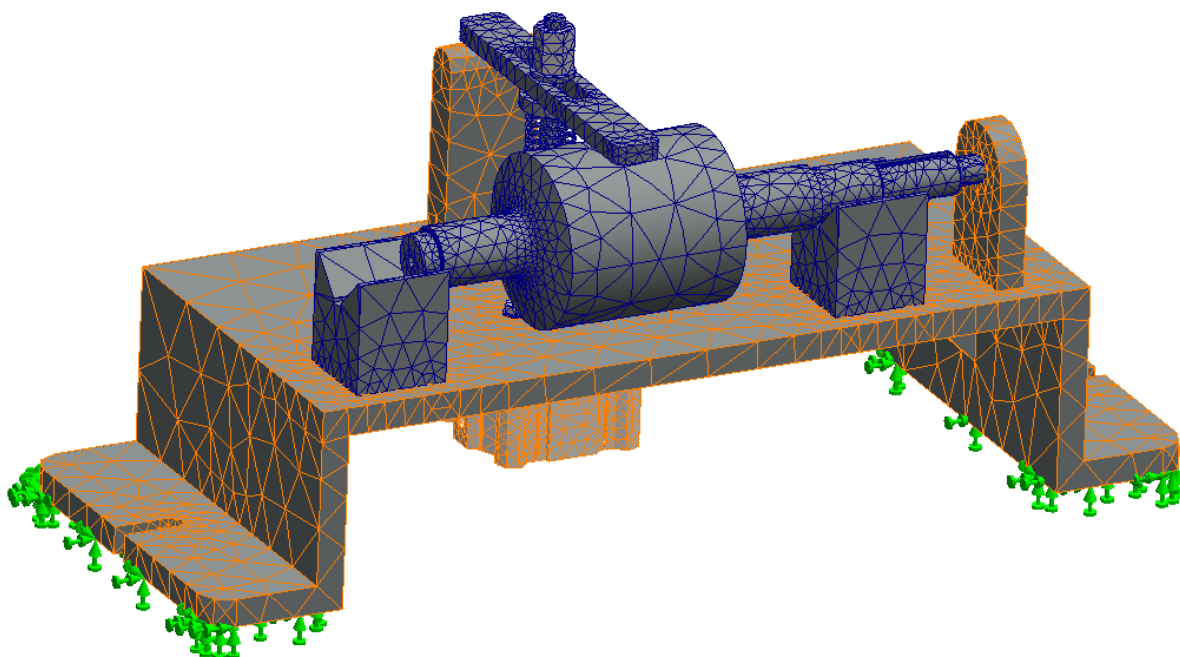


Рис. 3.11. Створена сітка 150/7.5

Результати дослідження з сіткою 150/7.5:

Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата

МІ 131.00.1/Б 90/с 011 00-ПЗ

Арк.

47

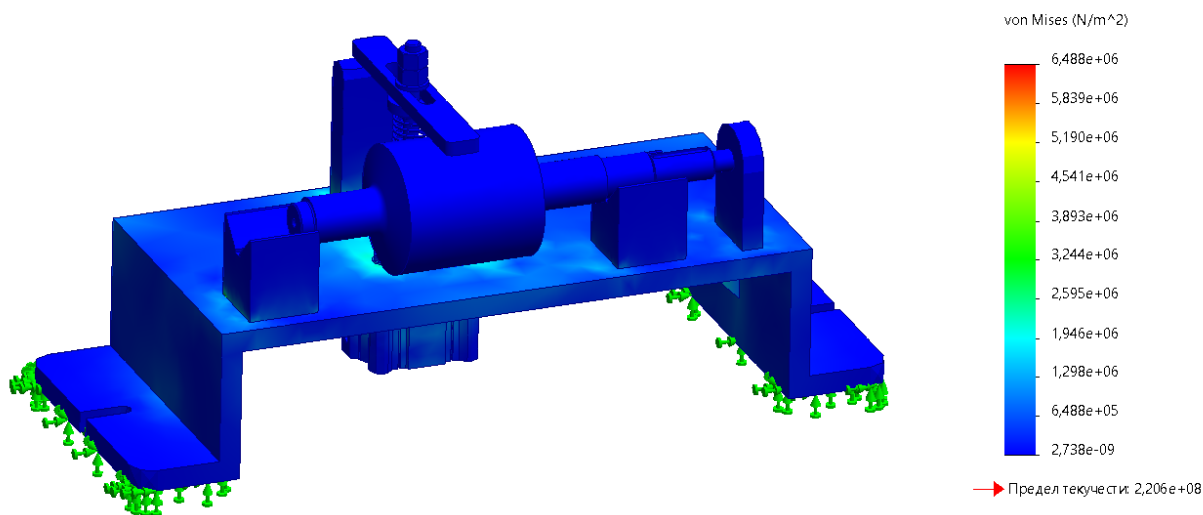


Рис. 3.12. Епюра напружень з сіткою 150/7.5

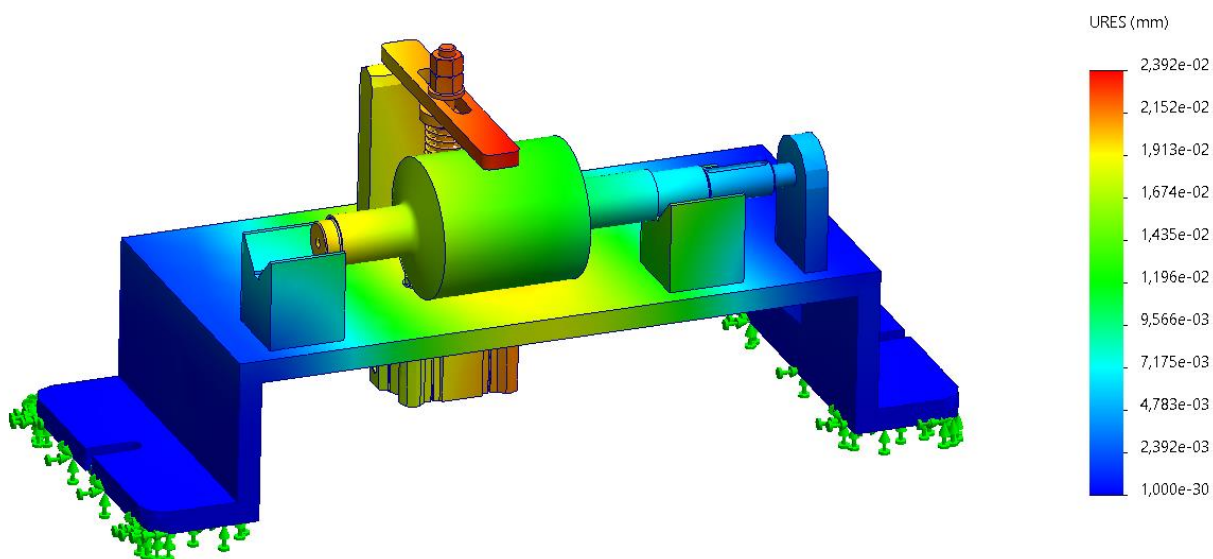


Рис. 3.13. Епюра переміщень з сіткою 150/7.5

Створена сітка з максимальним і мінімальним розмірами 60 мм і 3 мм відповідно. Це потрібно, щоб дослідити збіжність сітки.

Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата

МІ 131.00.1/Б 90/с 011 00-ПЗ

Арк.

48

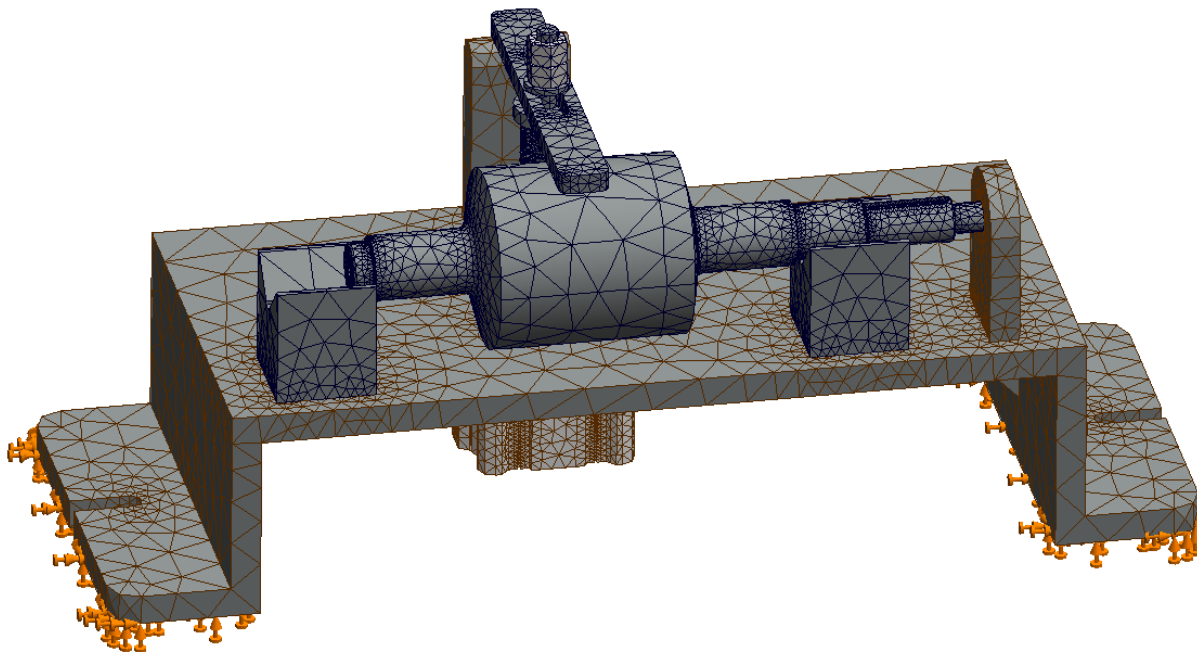


Рис. 3.14. Створена сітка 60/3

Результати дослідження з сіткою 60/3:

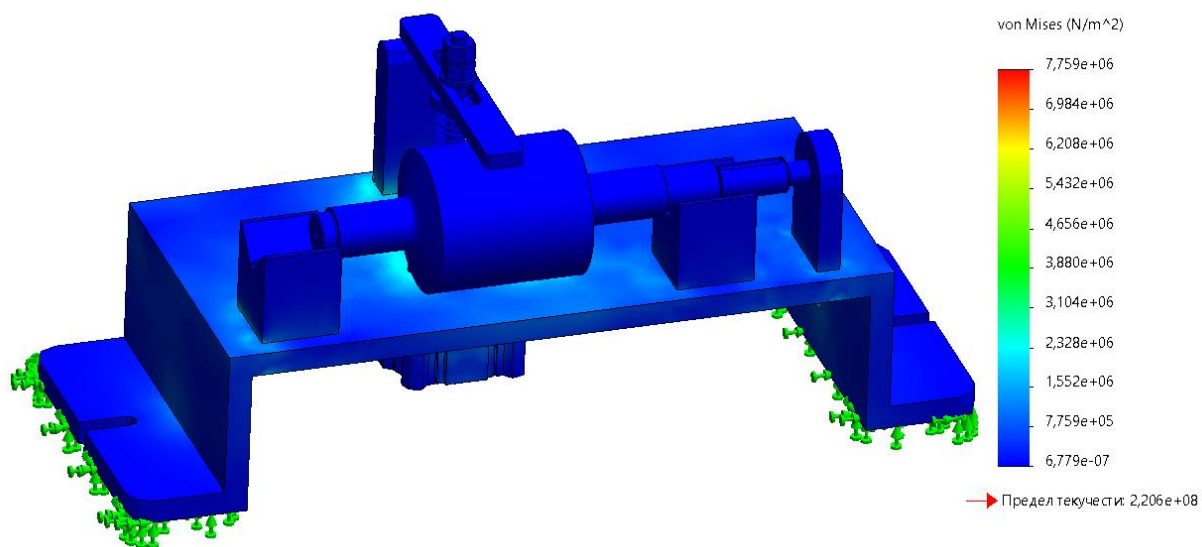


Рис. 3.15. Епюра напружень з сіткою 60/3

Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата

МІ 131.00.1/Б 90/с 011 00-ПЗ

Арк.

49

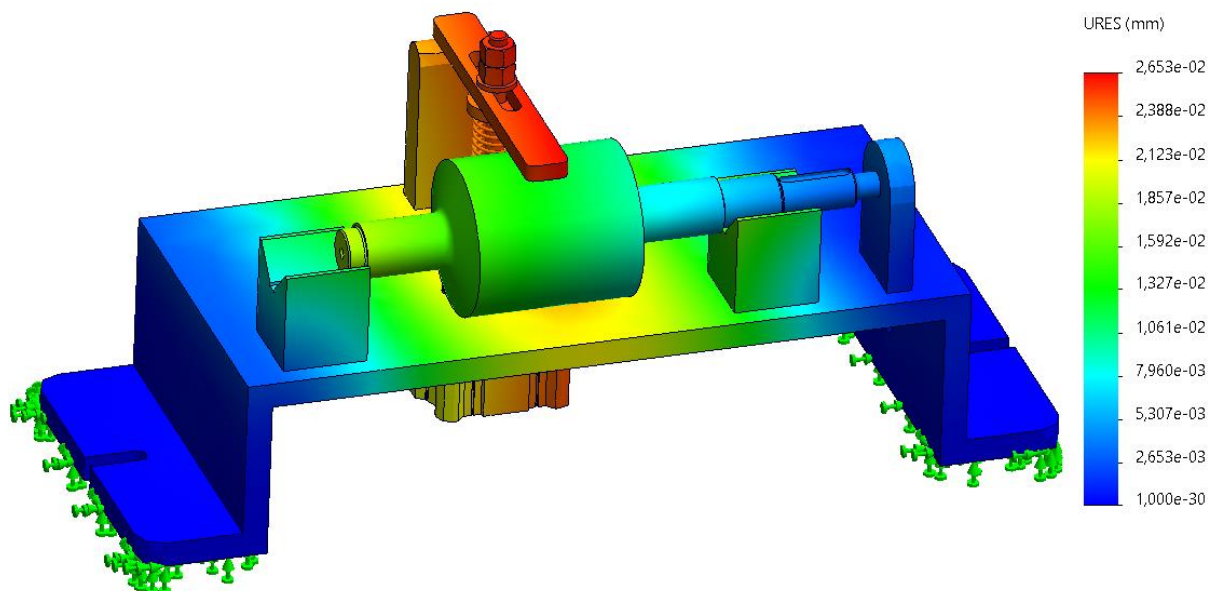


Рис. 3.16. Епюра переміщень з сіткою 60/3

Найбільші навантаження на епюрі навантажень з сіткою 150/7.5 становлять $6,5 \cdot 10^6 \text{ Н/м}^2$, при цьому межа текучості – $2,2 \cdot 10^8 \text{ Н/м}^2$. Тобто напруження менші межі текучості приблизно в 36 разів.

На епюрі переміщень найбільші переміщення становлять 0,024 мм, що є досить непоганим результатом.

Результати досліджень з сіткою 60/3 приблизно такі ж самі.

Отже, пристрій для фрезерування шпонкового пазу може витримувати навантаження, які виникають при його експлуатації.

Висновки до конструкторського розділу

У цьому розділі було детально описано проектування та конструювання спеціального пристрою для фрезерування шпонкового пазу на вертикально-фрезерному верстаті 6М12П. Основною метою розробки було створення одномісного та однопозиційного пристрою, що забезпечує високу точність та надійність виконання фрезерувальних операцій.

Процес встановлення деталі у пристрій було описано покроково. Деталь фіксується в призмах та притискається до упору за допомогою притискної планки, що приводиться в дію пневмоциліндром. Після завершення фрезерування деталь легко знімається завдяки зворотному руху пневмоциліндра.

Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата

МІ 131.00.1/Б 90/с 011 00-ПЗ

Арк.

50

Розрахунки сил затиску показали, що встановлений пневмоциліндр забезпечує силу затиску 5835.8 Н, що суттєво перевищує силу різання 2048.3 Н, забезпечуючи таким чином необхідний коефіцієнт запасу. Це свідчить про надійність та ефективність конструкції пристрою.

Проведений статичний аналіз збірки підтвердив, що конструкція пристрою здатна витримувати навантаження, що виникають під час експлуатації. Максимальні напруження, що виникають у пристрої, значно менші за межу текучості матеріалу, а переміщення в межах 0.025 мм свідчать про високу жорсткість та стійкість конструкції.

Таким чином, розроблений пристрій для фрезерування шпонкового пазу є ефективним, надійним та високоточним інструментом для виконання відповідних технологічних операцій, що дозволяє забезпечити високу продуктивність та якість обробки деталей.

ВИСНОВКИ

У цій бакалаврській кваліфікаційній роботі було розроблено конструкторсько-технологічну документацію для виготовлення черв'яків черв'ячних редукторів в умовах серійного виробництва. Робота складається з трьох основних розділів: загально-технічного, технологічного та конструкторського.

Загально-технічний розділ:

В загально-технічному розділі було детально проаналізовано функціональне призначення та експлуатаційні умови роботи черв'яків черв'ячних редукторів.

Було розглянуто сучасні підходи до виготовлення черв'яків, включаючи використання нових матеріалів та технологій, які забезпечують високу якість кінцевого продукту.

В цьому розділі наведено детальну 3D-модель черв'ячного редуктора, що відповідає сучасним стандартам проектування.

Технологічний розділ:

					<i>MI 131.00.1/Б 90/с 011 00-ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		51

У технологічному розділі було розроблено процес виготовлення черв'яка черв'ячного редуктора, придатний для серійного виробництва. Було визначено конструкцію та технологічність деталі, а також розроблено технологічний маршрут виготовлення. Детально розглянуто та обґрунтовано вибір технологічних операцій, обладнання та оснащення, що забезпечило оптимізацію виробничого процесу. Розрахунок режимів різання та технічне нормування процесу дозволили підвищити ефективність виробництва та знизити витрати, що є важливим фактором для серійного виробництва.

Конструкторський розділ:

В конструкторському розділі було спроектовано спеціальний пристрій для фрезерування шпонкового пазу на вертикально-фрезерному верстаті. Основною метою було створення надійного та високоточного пристрою, здатного забезпечити високу продуктивність.

Процес встановлення деталі у пристрій був детально описаний, а розрахунки сил затиску та статичний аналіз підтвердили надійність конструкції. Встановлений пневмоциліндр забезпечував необхідну силу затиску, що перевищувала силу різання, гарантувавши таким чином безпеку та стабільність процесу.

Максимальні напруження в пристрої були значно менші за межу текучості матеріалу, а переміщення в межах 0.025 мм свідчили про високу жорсткість та стійкість конструкції.

					<i>MI 131.00.1/Б 90/с 011 00-ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		52

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Черв'ячні передачі [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://studfile.net/preview/9686668/>.
2. Надкернична Т. М. Складання класифікаційних характеристик виробів за класифікатором ЄСКД / Т. М. Надкернична, О. О. Лебедєва. – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2019.
3. Головня В. Д. Деталі машин. Курсове проектування / В. Д. Головня, Г. М. Виговський, Н. О. Балицька. – Житомир: Державний університет "Житомирська політехніка", 2019.
4. ДСТУ 7806-2015.
5. Красовський М. А. Курсове проектування з технології машинобудування / М. А. Красовський, П. П. Мельничук, В. А. Яновський. – Житомир: ЖДТУ, 2010.
6. Носуленко В. І. Кування і гаряче об'ємне штампування / В. І. Носуленко, В. Я. Мірзак. – Кропивницький: ЦНТУ, 2019.
7. Конструкції елементів пневмоагрегатів / М. Г. Прокопов, С. М. Ванєєв, В. М. Козін, Ю. С. Мерзляков. – Суми: Сумський державний університет, 2020.
8. ACQ Big Series Cylinder [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: https://airtac-embedded.partcommunity.com/3d-cad-models/acq-series-big-size-compact-cylinder-airtac?info=airtac%2Fpneumatic_equipment%2Fcyinders%2Fcompact_cylinder%2Facq_big_size%2Facq_big_asmtab.prj&cwid=0802.
9. Буц Б. Д. Розрахунок режимів різання металів / Б. Д. Буц, В. Є. Приходько, Ю. В. Ткачов. – Дніпропетровськ: РВВ ДНУ, 2005.

ДОДАТКИ

Дубл.			
Зам.			
Справж.			

--	--	--	--	--

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

--	--	--	--	--

Державний університет «Житомирська політехніка»	Мі 131.00.2/Б 90/с 011 00-КТД		

Міністерство освіти і науки України
Державний університет «Житомирська політехніка»
Факультет комп'ютерно-інтегрованих технологій, мехатроніки і робототехніки
Кафедра механічної інженерії

Комплект технологічної документації
обробки деталі «Вал-черв'як»

Розробив_____Кошовий О.О.
Перевірів_____Мельничук П.П.

2024

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

Дубл.														
Зам.														
Підп.														
										5	1			
Розроб.	Кошовий О.О.			Державний університет	Мі 131.00.2/Б 90/с 011 06-0К									
Перев.	Мельничук П.П.			«Житомирська										
Н. контр.				політехніка»										
Затверд.				«Вал-черв'як»						020				
Назва операції				Матеріал		Твердість		ОВ	МД	Профіль і розміри			МЗ	КОВД
Токарно-гвинторізна				18ХГТ		-		к2	50,6	Згідно креслення			60.7	
Обладнання				Позначення програми		Т _о	Т _д	Т _{п.з}	Т _{шт}	МОР				
Токарно-гвинторізний верстат мод. 16К20				-		39.2	31	10	74.4	Емульсія				
Р				Пі	Д або В	L	t	i	S	n	V			
01	Установ 1													
0 02	Встановити деталь, закріпити													
Т 03	Патрон токарний самоцентруючий 3-х кулачковий													
04														
Т 05	Різець прохідний відігнутий, пластина Т15К6													
0 06	Підрізати торець начисто згідно карти ескізу													
Р 07				11	55	27.5	2.5	2	0.2	400	69			
08														
Т 09	Свердло центрувальне А6.3, Р6М5													
0 10	Центрувати													
Р 11				2.1	13.2	14	6.6	1	0.1	1000	41			
12														
Т 13	Різець прохідний відігнутий, пластина Т15К6													
OK														

Дубл.											
Зам.											
Підп.											
								5	5		
Розроб.	Кошовий О.О.			Державний університет	Мі 131.00.2/Б 90/с 011 06-ОК						
Перев.	Мельничук П.П.			«Житомирська							
Н. контр.				політехніка»							
Затверд.				«Вал-черв'як»						020	
Р				Пі	Д ада В	L	t	i	S	n	V
О 65	Точити фаску 2.6x45°										
Р 66				1.1	56.2	2.6	2.6	1	0.15	630	111
67											
О 68	Зняти деталь, передати на місце наступної операції										
69											
70											
71											
72											
73											
74											
75											
76											
77											
78											
79											
80											
81											
ОК											

Дубл.										
Зам.										
Підп.										
								3	1	
Розроб.	Кошовий О.О.			Державний університет «Житомирська політехніка»	Мі 131.00.2/Б 90/с 011 08-ОК					
Перев.	Мельничук П.П.									
Н. контр.										
Затверд.				«Вал-черв'як»						
Назва операції		Матеріал		Твердість	ОВ	МД	Профіль і розміри		МЗ	КОВД
Круглошліфувальна		18ХГТ		–	к2	50.6	Відповідно до креслення		50.6	
Обладнання		Позначення програми		T _о	T _д	T _{п.з}	T _{шт.}	МОР		
Круглошліфувальний верстат мод. ЗМ151		–		30.7	15.4	5	48.9	Емульсія		
P		Пі	D або B	L	t	i	S	n	V	
О 01	Встановити деталь на оправці та закріпити в центрах									
02										
Т 03	Круг шліфувальний 600x80x305 14А 40 С1/С2/ СТ К ГОСТ 2424-83									
О 04	Виконати напівчистову обробку поверхні 21, витримуючи Ø45.4									
P 05		1	45.4	90	0.05	8	6	125	2118	
06										
О 07	Виконати чистову обробку поверхні 21, витримуючи Ø45									
P 08		1	45	90	0.05	4	6	125	2118	
09										
О 10	Виконати напівчистову обробку поверхні 17, витримуючи Ø55.4									
P 11										
12		1	55.4	72	0.05	8	6	125	2122	
О 13	Виконати чистову обробку поверхні 17, витримуючи Ø55									
ОК										

Дубл.														
Зам.														
Підп.														
										3	3			
Розроб.	Кошовий О.О.			Державний університет		Мі 131.00.2/Б 90/с 011 08-ОК								
Перев.	Мельничук П.П.			«Житомирська										
Н. контр.				політехніка»										
Затверд.				«Вал-черв'як»										
Р				Пі	Д або В	L	t	i	S	n	V			
О 31	Виконати чистову обробку торця 14, згідно карти ескізу													
Р 32				1	55	5	0.05	4	0.075	125	2122			
33														
О 34	Зняти деталь, передати на місце наступної операції													
35														
36														
37														
38														
39														
40														
41														
42														
43														
44														
45														
46														
47														
ОК														

2

MI 131.00.2/Б 90/с 011 06-KE

020

Technical drawing of a mechanical part, likely a shaft or pipe, showing dimensions in millimeters (mm). The drawing includes a central section with a diameter of $\phi 190$ and a total length of 619 ± 2 . The left end features a flange with a diameter of $\phi 75 \pm 1$ and a thickness of 114 ± 2 . The right end features a flange with a diameter of $\phi 55 \pm 1$ and a thickness of 257 ± 2 . The drawing also indicates a taper angle of $7,57^\circ \pm 0,3^\circ$ and a fillet radius of $R10 \pm 1,5$ at the transitions between sections.

 KE

Дубл.			
Зам.			
Підп.			

--	--	--	--	--	--

--	--	--	--	--	--

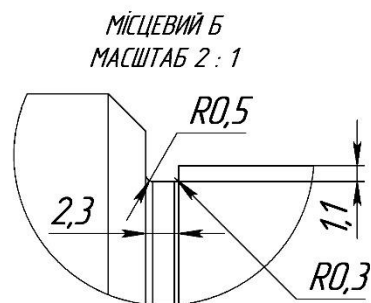
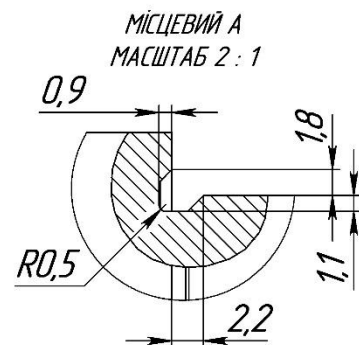
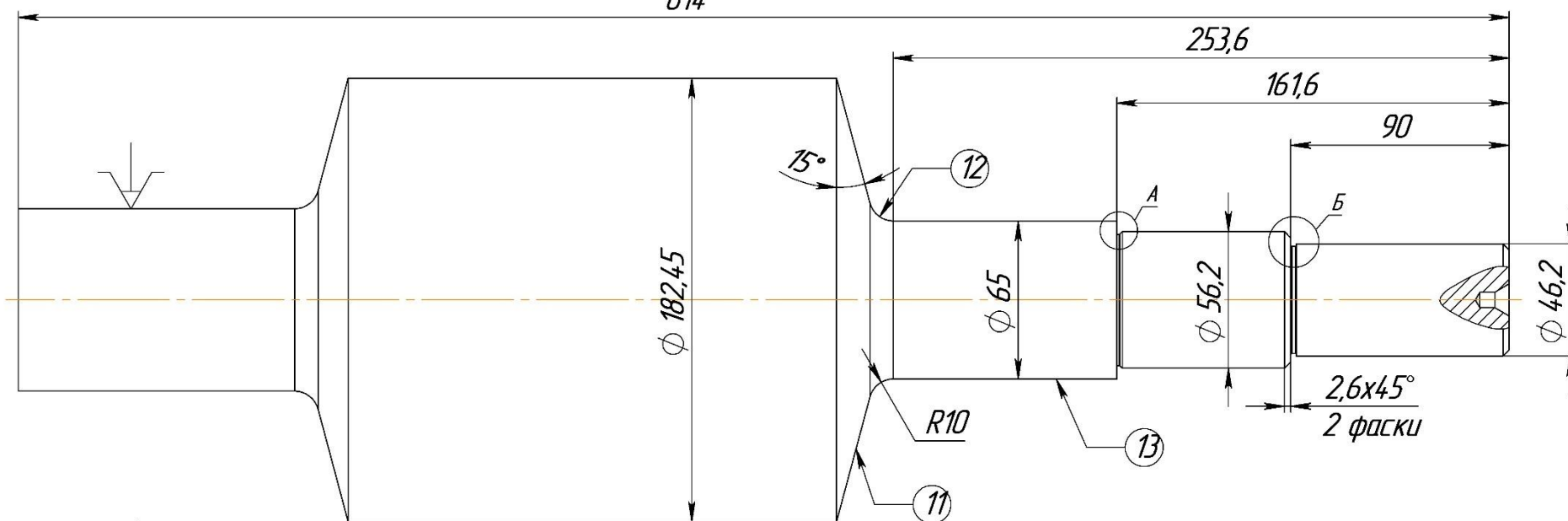
Токарно-гвинторізна

3

2

Мі 131.00.2/Б 90/с 011 06-КЕ

020

Установ 1
614 *

- *Розміри для довідки.
- Гострі кромки притупити фаскою.

КЕ

Дубл.			
Зам.			
Підп.			

Токарно-гвинторізна

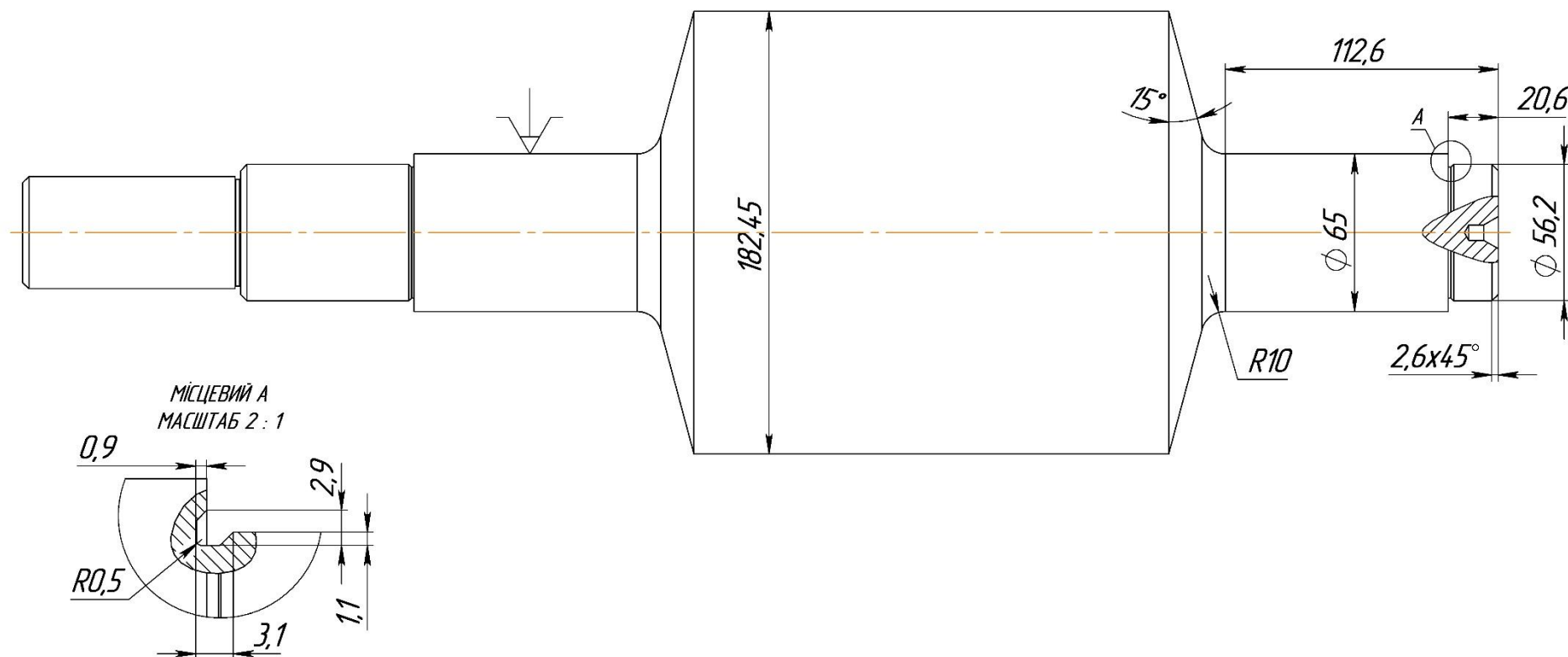
3

3

Мі 131.00.2/Б 90/с 011 06-КЕ

020

Установ 2



КЕ

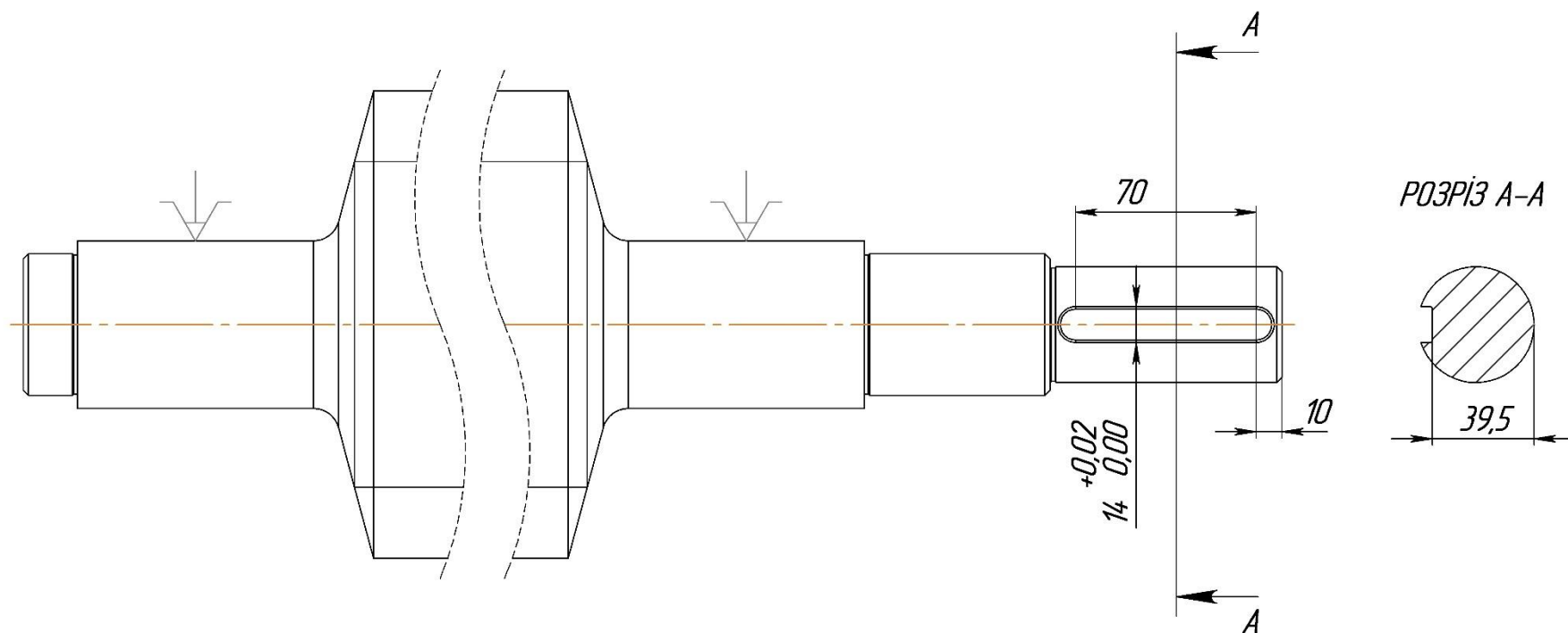
Державний університет
"Житомирська політехніка"

MI 131.00.2/Б 90/с 011 07-KE

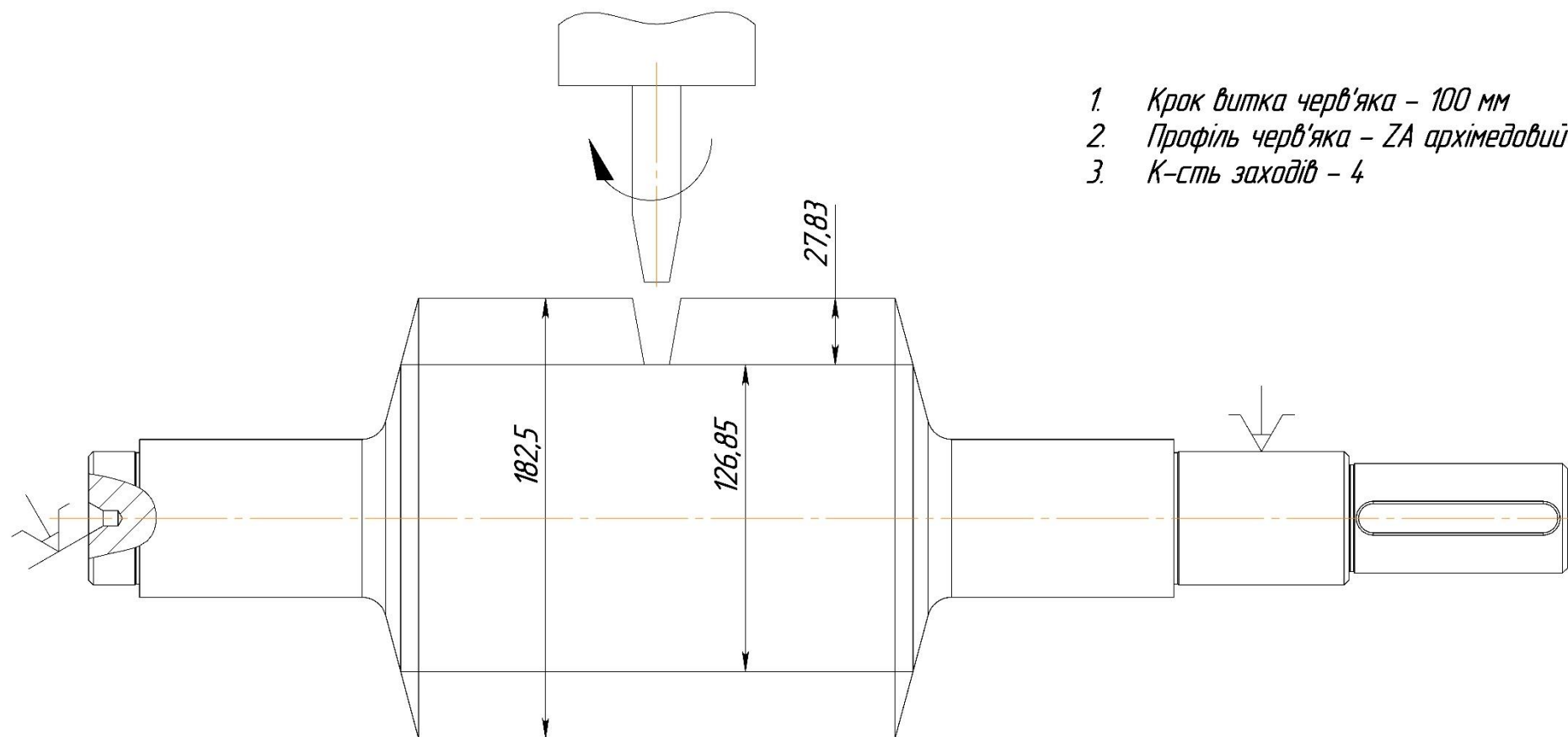
Н. контр.

"Вал-черв'як"

025

 KE

Дубл.															
Зам.															
Підп.															
Вертикально-фрезерна											1	1			
Розроб.	Кошовий О.О.			Державний університет		Мі 131.00.2/Б 90/с 011 09-КЕ									
Перев.	Мельничук П.П.			"Житомирська політехніка"											
Н. контр.										026					



Розроб.	Кошовий О.О.
Перев.	Мельничук П.П.

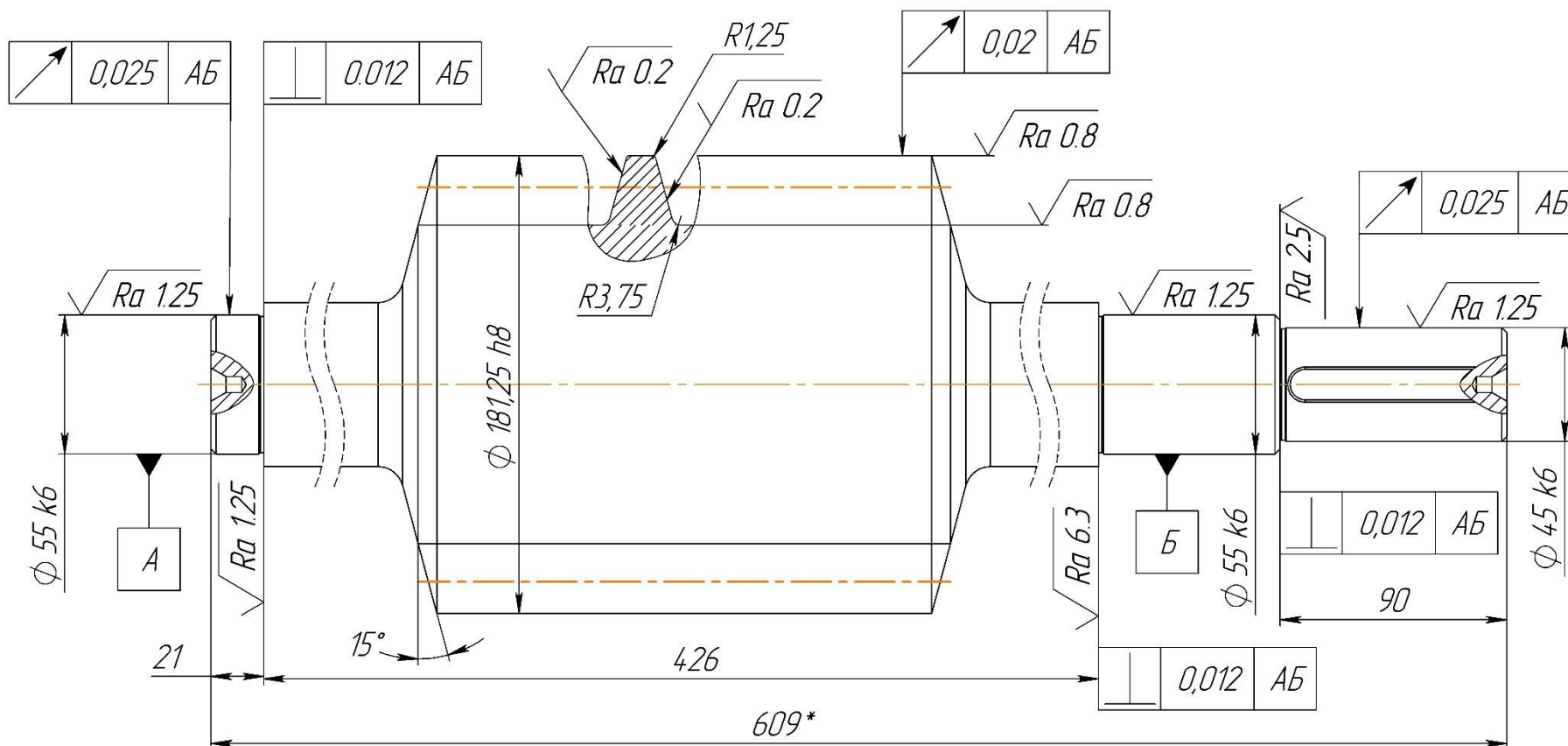
Державний університет
"Житомирська політехніка"

MI 131.00.2/Б 90/с 011 08-KE

Н. контр.

"Вал-черв'як"

050

 KE

Дубл.			
Зам.			
Справж.			

--	--	--	--	--

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

--	--	--	--	--

Державний університет «Житомирська політехніка»	Мі 131.00.2/Б 90/с 011 00-ККД		

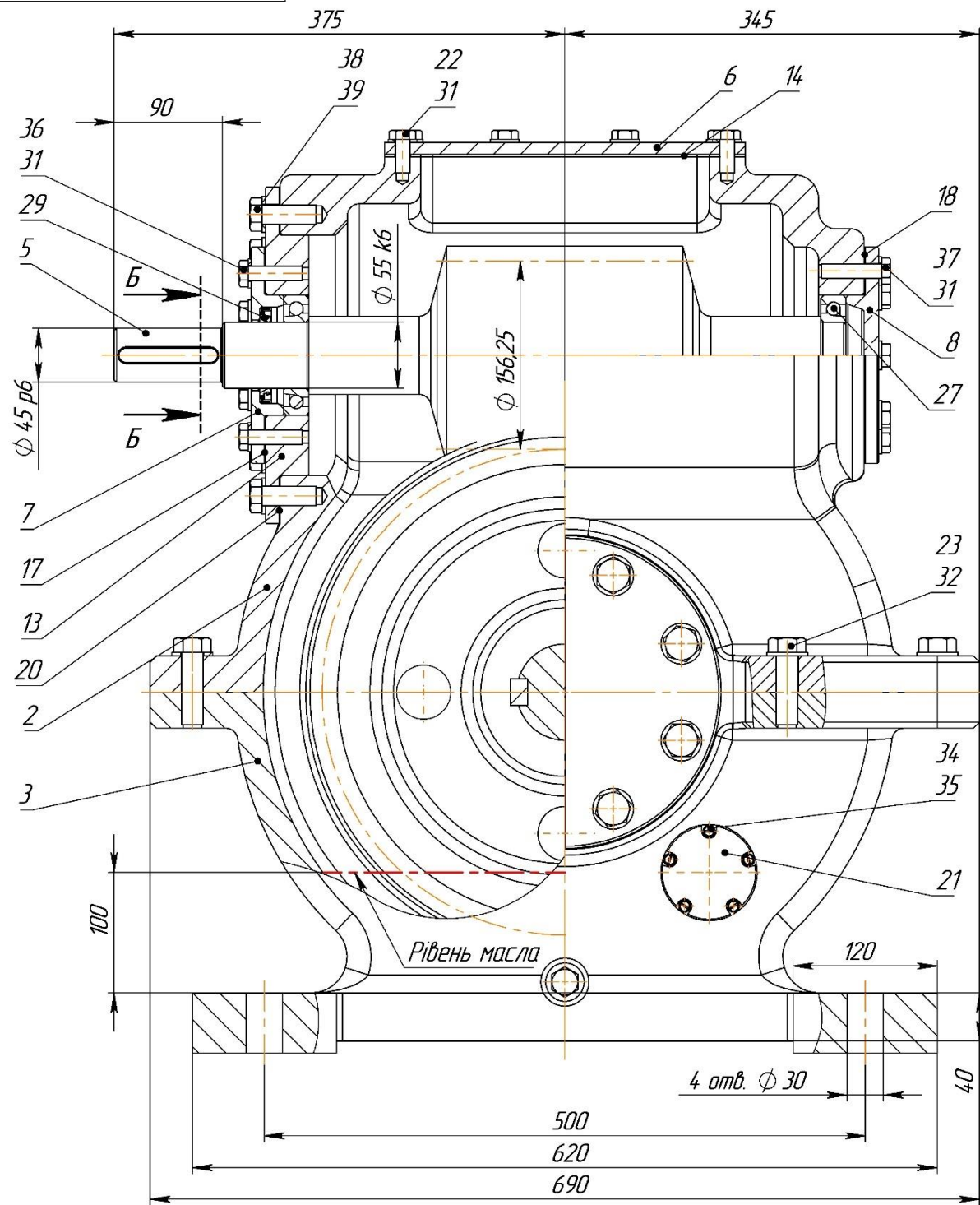
Міністерство освіти і науки України
Державний університет «Житомирська політехніка»
Факультет комп'ютерно-інтегрованих технологій, мехатроніки і робототехніки
Кафедра механічної інженерії

Комплект конструкторської документації
бакалаврської кваліфікаційної роботи

Розробив _____ Кошовий О.О.
Перевірів _____ Мельничук П.П.

2024

МІ 131.00.2/Б 90/с 011 01-СК

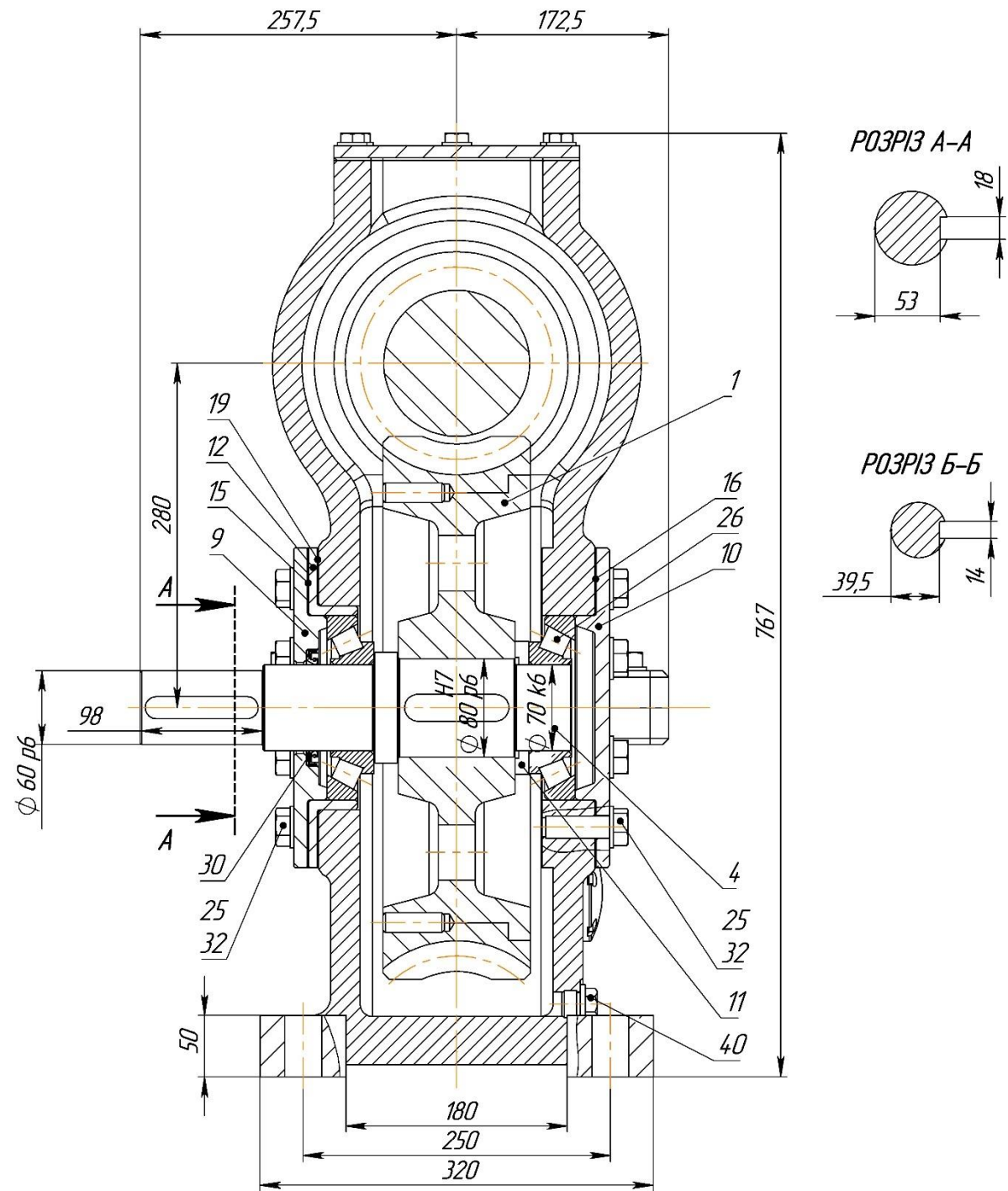


Технічні характеристики редуктора:

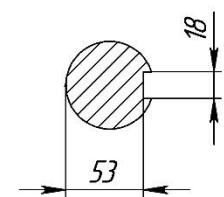
1. Передаточне число $i=8$.
2. Частота обертання швидкохідного валу $n_1=1472 \text{ хв}^{-1}$.
3. Частота обертання тихохідного валу $n_2=184 \text{ хв}^{-1}$.
4. Крутний момент на тихохідному валу $T_2=1219 \text{ Н*м}$.

Технічні вимоги:

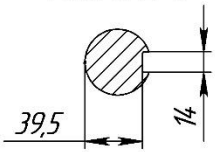
1. Вали зібраного редуктора повинні провертатися без поштовхів і заїдань.
2. Легкість обертання забезпечити прокладками поз. 16 і 18.
3. Осьовий зазор радіальних підшипників швидкохідного і тихохідного валів поз. 4 і 3 забезпечити в межах $0.3...0.5 \text{ мм}$.
4. Змащення картерне, масло індустріальне И-50А ГОСТ 20799-75. Об'єм масла, що заливається = 3 л.



Р03РІЗ А-А



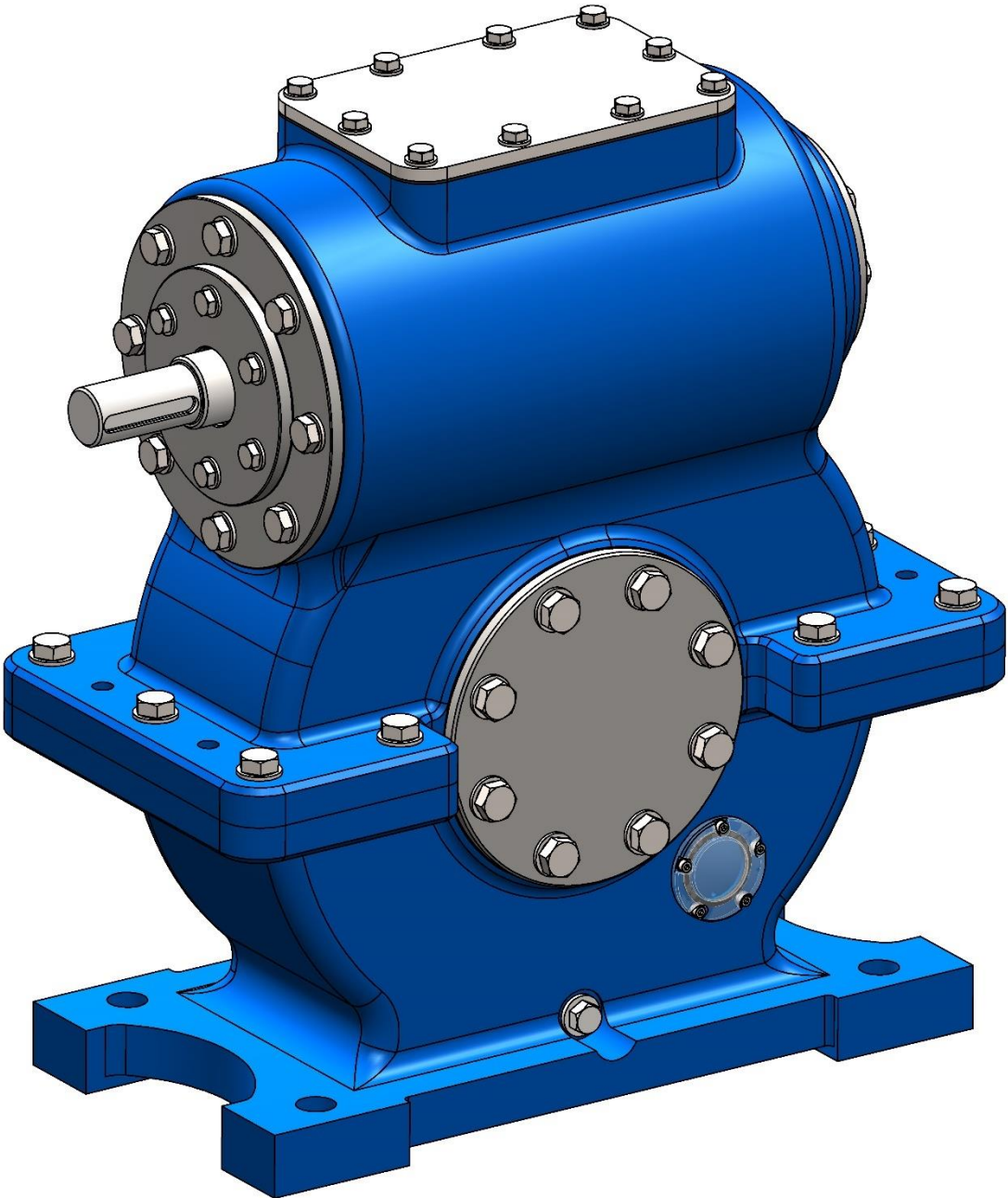
Р03РІЗ Б-Б



					МІ 131.00.2/Б 90/с 011 01-СК				
					Вузол Складальний кресленик	Літ.		Маса	Масштаб
Зм. Арк.	№ докум.	Підп.	Дата					1:5	
Розроб.	Кошовий О.О.								
Перев.	Мельничук П.П.								
Т. контр.									
						Аркуш: 1		Аркушів: 3	
Н. контр.					Державний університет "Житомирська політехніка"				
Затверд.									

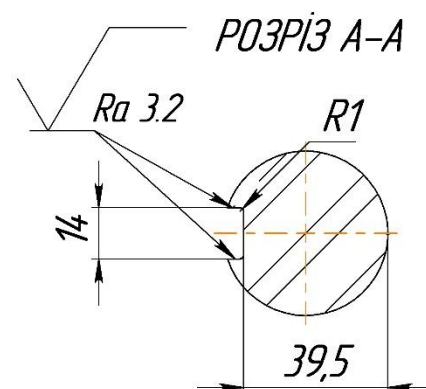
Інв. № справж.	Підп. і дата	Зам. інв. №	Інв. № дубл.	Підп. і дата	Довідк. №	Первинне застосування

МІ 13100.2/Б 90/с 011 01-3D



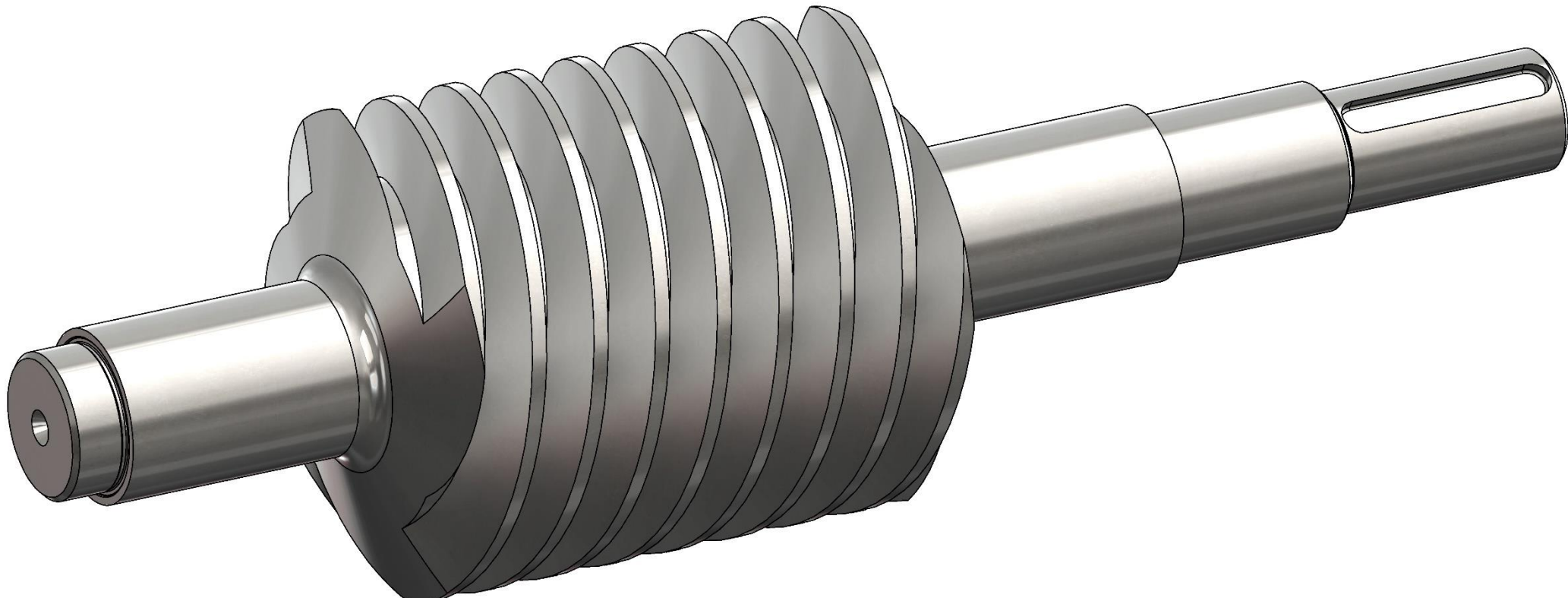
					Мі 13100.2/Б 90/с 011 01-3D				
					Вузол 3D	Літ.		Маса	Масштаб
									1:5
						Аркуш: 1		Аркушів: 1	
						Державний університет "Житомирська політехніка"			
Зм. Арк.	№ докум.	Підп.	Дата						
Розроб.	Ковальов О.О.								
Перев.	Мельничук П.П.								
Т. контр.									
Н. контр.									
Затверд.									

Ra 6.3



1. *Розміри для довідки.
2. Гострі кромки притупити фаскою.
3. Витки ТВЧ 0.8...1.2 мм, HRC 52...56.
4. Овальність та конусність поверхонь А і Б не більше 0,006 мм.
5. Невказані граничні відхилення розмірів – h14.

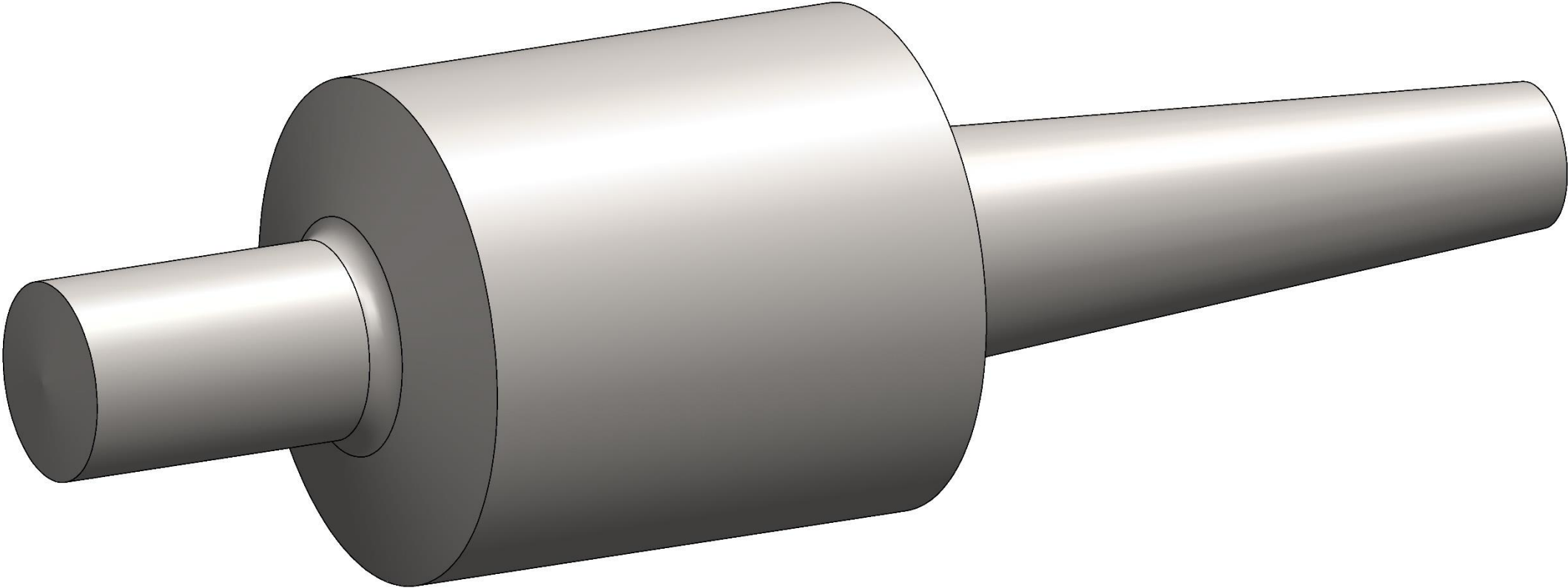
					Мі 131.00.2/Б 90/С 011 02-КД				
					Деталь	Лім.		Маса	Масштаб
Зм. Арк.	№ докум.	Підп.	Дата						1:2
Розроб.	Кошовий О.О.								
Перев.	Мельничук П.П.								
Т. контр.									
Н. контр.					Сталь 18ХГТ ГОСТ 4543-81	Аркуш: 1		Аркушів: 1	
Затверд.					Державний університет "Житомирська політехніка"				

Інв. № справж.	Підп. і дата	Зам. інв. №	Інв. № дубл.	Підп. і дата	Довідк. №	Первинне застосування		МІ 131.00.2/Б 90/Є 011 02-3D
					МІ 131.00.2/Б 90/Є 011 02-3D			
					Деталь 3D			
					Літ. Маса Масштаб			
					1:2			
					Аркуш: 1 Аркушів: 1			
					18ХГТ ГОСТ 4543-81			
					Державний університет "Житомирська політехніка"			
					Копіював			
					Формат А3			

Інв. №	№ справж.	Підп. і дата	Зам. інв. №	Інв. № дубл.	Підп. і дата	Довідк. №	Первинне застосування	МІ 131.00.2/Б 90/Є 011 03-КЗ

						МІ 131.00.2/Б 90/Є 011 03-КЗ		
Зм. Арк.	№ докум.	Підп.	Дата	Заготовка	Літ.	Маса	Масштаб	
Розроб.	Кошовий О.О.					61,5	1:2	
Перев.	Мельничук П.П.							
Т. контр.					Аркуш: 1 Аркушів: 1			
Н. контр.					Сталь 18ХГТ ГОСТ 4543-81			
Затверд.					Державний університет "Житомирська політехніка"			

КопіювавФормат А3

Інв. № справж.	Підп. і дата	Зам. інв. №	Інв. № дубл.	Підп. і дата	Довідк. №	Первинне застосування		МІ 13100.2/Б 90/Є 011 03-3D
					МІ 13100.2/Б 90/Є 011 03-3D			
					Заготовка			
					Літ. Маса Масштаб			
					61.5 1:2			
					Аркуш: 1 Аркушів: 1			
					Сталь 18ХГТ ГОСТ 4543-81			
					Державний університет "Житомирська політехніка"			
					Копіював			
					Формат А3			

Первинне застосування

Довідк. №

Підп. і дата

Інв. № дубл.

Зам. інв. №

Підп. і дата

Інв. № справж.

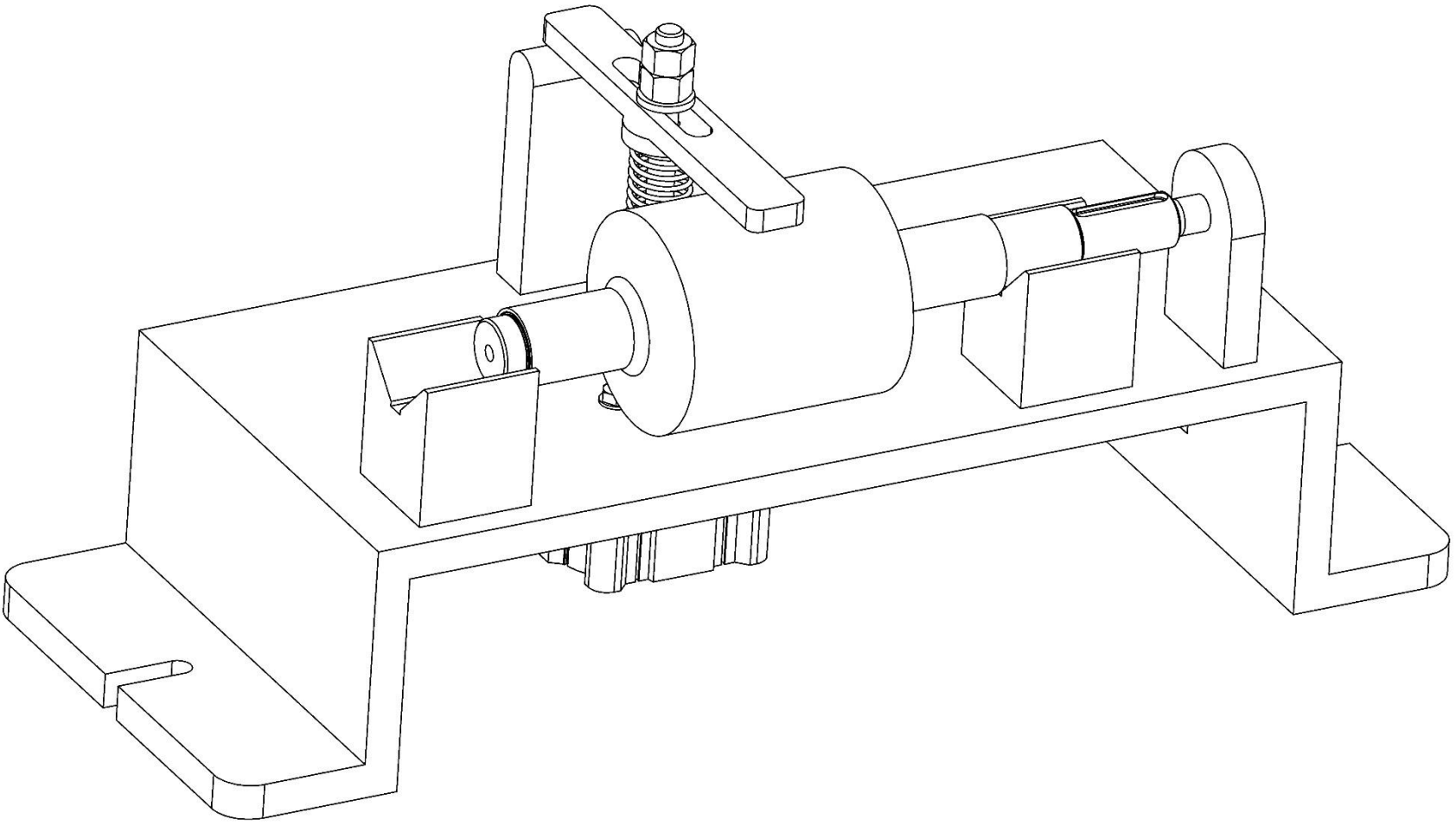
МІ 13100.2/Б 90/с 011 04-СК

Technical drawing of a mechanical device, showing a side view and a front view. The side view includes dimensions 1104, 60, and 509. The front view includes dimensions 405, 22, and 30. A 3D perspective view is also shown.

Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата	МІ 13100.2/Б 90/с 011 04-СК		
Розроб.		Кошовий О.О.			Пристрій спеціальний		
Перев.		Мельничук П.П.			Складальний кресленик		
Т. контр.					Літ. Маса Масштаб		
Н. контр.					330.52 1:5		
Затверд.					Аркуш: 1 Аркушів: 1		
					Державний університет "Житомирська політехніка"		

Копіював

Формат А3

Інв. №	№ справж.	Підп. і дата	Зам. інв. №	Інв. № дубл.	Підп. і дата	Довідк. №	Первинне застосування	Мі 13100.2/Б 90/с 011 01-3D	
					Мі 13100.2/Б 90/с 011 01-3D				
					Пристрій спеціальний				
					Літ. Маса Масштаб				
					330.52 1:5				
					Аркуш: 1 Аркушів: 1				
					Державний університет "Житомирська політехніка"				
					Копіював Формат А3				

Первинне застосування		Форм.	Зона	Поз.	Позначення	Найменування	К-сть	Примітки	
Довідк. №									
						Документація			
	A3				MI 131.00.2/Б 90/с 011 01-СК	Складальний кресленик			
	A3				MI 131.00.2/Б 90/с 011 02-КД	Вал-черв'як			
	A3					Черв'ячне колесо			
						Складальні одиниці			
	A3		1			Черв'ячне колесо	1		
					Деталі				
			2			Корпус редуктора	1		
			3			Картер редуктора	1		
			4			Тихохідний вал	1		
	A3		5		MI 131.00.2/Б 90/с 011 02-КД	Вал-черв'як	1		
			6			Оглядова кришка	1		
			7			Кришка підшипника ШВ ліва	1		
			8			Кришка підшипника ШВ права	1		
			9			Кришка підшипника ТВ ліва	1		
			10			Кришка підшипника ТВ права	1		
			11			Проміжна шайба ТВ	1		
			12			Стакан підшипника ТВ	1		
			13			Стакан підшипника ШВ	1		
			14			Прокладка оглядової кришки	1		
			15			Прокладка лівої кришки ТВ	1		
Підп. і дата						MI 131.00.2/Б 90/с 011 01-СК			
	Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата	Вузол	Літ.	Маса	Масштаб
	Розроб.		Кошовий О.О.						
	Перев.		Мельничук П.П.						
	Т. контр.								
Інв. № правд.							Аркуш: 2		Аркушів: 3
							Державний університет "Житомирська політехніка"		

Зона форм.	Поз.	Позначення	Найменування	К-сть	Примітки
	16		Прокладка правої кришки ТВ	1	
	17		Прокладка лівої кришки ШВ	1	
	18		Прокладка правої кришки ШВ	1	
	19		Прокладка стакану ТВ	1	
	20		Прокладка стакану ШВ	1	
	21		Вказівник рівня масла	1	
			<u>Стандартні вироби</u>		
	22		Болт М12х28 ГОСТ 15589-70	10	
	23		Болт М18х60 ГОСТ 15589-70	10	
	24		Гвинт А.М16х50 ГОСТ 11074-93	12	
	25		Болт М18х55 ГОСТ 15589-70	16	
	26		Підшипник 7314 ГОСТ 333-79	2	
	27		Підшипник 36211 ГОСТ 831-75	2	
	28		Шпонка 22х14х80 ГОСТ 23360-78	1	
	29		Манжета 1-55х80х12 ГОСТ 8752-79	1	
	30		Манжета 1-70х95х12 ГОСТ 8752-79	1	
	31		Шайба А.12 ГОСТ 11371-78	24	
	32		Шайба А.18 ГОСТ 11371-78	26	
	33		Штифт 16х8х60 ОСТ 3-2234-93	4	
	34		Гвинт ГОСТ Р ІСО 1207-М5х16-А1	5	
	35		Шайба А.5 ГОСТ 11371-78	5	
	36		Болт М12х45 ГОСТ 15589-70	6	
	37		Болт М12х50 ГОСТ 15589-70	8	
	38		Болт М16х45 ГОСТ 15589-70	8	
	39		Шайба А.16 ГОСТ 11371-78	8	
	40		Зливна пробка М22 ГОСТ 16093-81	1	
Інв. № прабід.					
Зам. інв. №					
Інв. № дубл.					
Підп. і дата					
Підп. і дата					
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата	МІ 131.00.2/Б 90/с 011 01-СК Арк. 3

Κοπιούβα

Формат А4

[illegible]