

Вінницький національний технічний університет
Факультет машинобудування та транспорту
Кафедра галузевого машинобудування

Пояснювальна записка

до бакалаврського кваліфікаційного проєкту на тему:

«РОЗРОБКА МЕХАНІЗМУ РУЛЬОВОГО КЕРУВАННЯ ТРАНСПОРТНОГО
ЗАСОБУ»

Виконав: здобувач 4 курсу, групи ІГМ-216
зі спеціальності 133

«Галузеве машинобудування»

(шифр і назва напрямку підготовки)

Барабаш П.М.

(прізвище та ініціали)

Керівник: к.т.н., доц., доцент каф. ГМ

Слабкий А.В.

(прізвище та ініціали)

« 6 » червня 2025 р.

Рецензент: к.т.н., доц., доцент каф. АТМ

Кужель В.П.

(прізвище та ініціали)

« 13 » червня 2025 р.

Допущено до захисту

Зав. кафедри ГМ

д.т.н., професор Поліщук Л.К.

« 10 » 06 2025 р.

ВІННИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет машинобудування та транспорту
Кафедра галузевого машинобудування
Рівень вищої освіти перший (бакалаврський)
Галузь знань – 13 Механічна інженерія
Спеціальність – 133 – Галузеве машинобудування
Освітньо-професійна програма – Галузеве машинобудування

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри ГМ

Поліщук Л.К.

"24" березня 2025 року

ЗАВДАННЯ НА БАКАЛАВРСЬКИЙ КВАЛІФІКАЦІЙНИЙ ПРОЄКТ ЗДОБУВАЧУ

гр. 1ГМ-216 Барабаш П.М.

(прізвище, ім'я, по батькові)

Тема бакалаврського кваліфікаційного проєкту: Розробка механізму рульового керування транспортного засобу

керівник бакалаврського кваліфікаційного проєкту Слабкий А.В., к.т.н. доцент,

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

затверджені наказом вищого навчального закладу від 20.03. 2025 року №97

2. Строк подання здобувачем бакалаврського кваліфікаційного проєкту

3. Вихідні дані до бакалаврського кваліфікаційного проєкту 1) Маса, що припадає на керовані колеса – $m = 825$ кг; 2) Колія передньої осі – $B = 1430$ мм; 3) База транспортного засобу – 2470 мм; 4) Мінімальний радіус повороту – $R_{\min} = 5200$ мм.

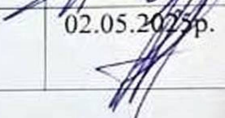
4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) 1) Вступ; 2) Дослідити тенденції розвитку механізмів рульового керування транспортних засобів; 3) Виконати патентно-інформаційний огляд аналогічних конструкцій; 4) Висновки з теоретичного огляду та постановка задач проєктування; 5) Розробка конструкції механізму рульового керування транспортного засобу; 6) Виконати конструкторські та технологічні розрахунки, що необхідні для побудови розробленого механізму; 7) Розробити заходи з охорони праці.

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

1) Аналіз існуючих конструкцій механізмів керування транспортних засобів (ф. А1 – 1 арк); 2) Патентно-інформаційний огляд (ф. А1 – 1 арк); 3) Кресленик з загальним виглядом системи рульового керування транспортного засобу (ф. А1 – 1 арк);

4) Складальний кресленик механізму рульового керування транспортного засобу А1 – 1 арк); 5) Робочі кресленики деталей «рейка рульового механізму» та «кар рульового механізму» (ф. А1 – 2 арк.).

6. Консультанти розділів бакалаврського кваліфікаційного проекту

Розділ	Прізвище, ініціали та посада Консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	виконання прийняв
Технічний розділ (основна частина)	Слабкий А.В.	05.03.2025р. 	06.06.2025р. 
Охорона праці, безпека життєдіяльності	Поліщук О.В.	02.05.2025р. 	20.05.2025р. 

7. Дата видачі завдання 05.03.2025

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів бакалаврського кваліфікаційного проекту	Термін виконання		Примітки
		початок	закінчення	
1	Аналіз існуючих механізмів рульового керування	05.03.2025р.	20.03.2025р.	
2	Розробка механізму рульового керування транспортного засобу	05.03.2025р.	20.03.2025р.	
3	Виконання проектних та перевірочних розрахунків конструкції	21.03.2025р.	07.04.2025р.	
4	Розробка графічної частини БКП	08.04.2025р.	02.05.2025р.	
5	Охорона праці	02.05.2025	12.05.2025	
6	Оформлення текстової та графічної частини проекту	12.05.2025	06.06.2025	
7	Перевірка на плагіат	06.06.2025	09.06.2025	
8	Нормоконтроль БКП	10.06.2025	10.06.2025	
9	Рецензування БКП	11.06.2025	16.06.2025	
10	Захист БКП	За графіком кафедри		

Здобувач

(підпис)

Барабаш П.М.

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

(підпис)

Слабкий А.В.

(прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

Бакалаврська кваліфікаційна робота складається з 79 сторінок формату А4, на яких є 11 рисунків, 10 таблиць, список використаних джерел містить 21 найменувань.

У роботі здійснено аналіз відомих конструкцій рульових механізмів та виконаний патентний огляд. За результатами теоретичного дослідження рульових механізмів транспортних засобів, зокрема визначено основні їх поломки – розроблено рульовий механізм транспортного засобу з покращеними техніко-економічними показниками. Виконанні проєктні та перевірочні розрахунки розробленої конструкції. Розроблені креслення згідно, яких можливе виготовлення розробленої конструкції.

Ключові слова: механізм, конструкція, рульове керування, транспортний засіб, розрахунок.

ANNOTATION

The bachelor's qualification work consists of 79 pages of A4 format, which include 11 figures, 10 tables, and the list of sources used contains 21 names.

The work analyzes known designs of steering mechanisms and performs a patent review. Based on the results of a theoretical study of vehicle steering mechanisms, in particular, their main breakdowns, a vehicle steering mechanism with improved technical and economic indicators has been developed. Design and verification calculations of the developed design have been performed. Drawings have been developed according to which it is possible to manufacture the developed design.

Keywords: mechanism, design, steering, vehicle, calculation.

ЗМІСТ

	ВСТУП.....	3
1	АНАЛІЗ ІСНУЮЧИХ КОНСТРУКЦІЙ МЕХАНІЗМІВ КЕРУВАННЯ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ	5
1.1	Загальні відомості та конструктивні особливості механізмів керування транспортних засобів	5
1.2	Аналіз конструктивних особливостей рульових рейок.....	11
1.3	Патентно-інформаційний огляд	17
2	ДОСЛІДЖЕННЯ ПРИЧИН ПОЛОМОК РУЛЬОВИХ РЕЙОК.....	29
3	КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА	30
3.1	Вихідні дані.....	30
3.2	Розрахунок параметрів рульової трапеції	30
3.3	Перевірочний розрахунок на міцність зубчастого зачеплення.....	43
4	ОХОРОНА ПРАЦІ.....	49
4.1	Технічні рішення з безпечної експлуатації об'єкта	50
4.2	Технічні рішення з гігієни праці та виробничої санітарії	51
4.3	Технічні рішення з пожежної безпеки.....	56
	ВИСНОВКИ.....	59
	СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	60
	ДОДАТКИ.....	63
	ДОДАТОК А . Технічне завдання	64
	ДОДАТОК Б. Ілюстративна частина.....	70
	ДОДАТОК В. Специфікації.....	76
	ДОДАТОК Г Протокол перевірки кваліфікаційної роботи на наявність текстових запозичень	79

ВСТУП

Механізми рульового керування є невід'ємною частиною великої кількості машин різного технологічного застосування. Від технічних характеристик системи керування залежить якість транспортних засобів, що вимагає регулярного покращення конструкцій рульових механізмів шляхом зміни конструкцій, використання нових матеріалів чи технологій. Тому аналіз існуючих конструкцій рульових механізмів, тенденцій їх розвитку, розвиток технологій їх виготовлення та практика застосування нових матеріалів є актуальною науковою та інженерною задачами.

Метою роботи є розробка механізму рульового керування транспортного засобу з покращеними техніко-економічними показниками.

Для досягнення мети необхідно вирішити такі задачі:

- Виконати теоретичний аналіз існуючих конструкцій механізмів рульового керування та визначити шляхи покращення існуючих конструкцій та визначити найбільш поширені поломки рульових механізмів з метою їх унеможливлення шляхом покращення конструкції рульових механізмів;
- Здійснити патентно-інформаційний огляд конструкцій рульових механізмів для керування різноманітних за призначенням транспортних засобів;
- Обпираючись на результатах теоретичного дослідження теми кваліфікаційної роботи розробити конструкцію механізму рульового керування транспортного засобу;
- Виконати необхідні проектні та перевірочні розрахунки для перевірки вірності прийнятих конструкторських рішень під час побудови розробленої конструкції та виконати необхідну конструкторську документацію;

- Запропонувати заходи з охорони праці для безпечної експлуатації розробленої конструкції механізму рульового керування транспортного засобу.

1 АНАЛІЗ ІСНУЮЧИХ КОНСТРУКЦІЙ МЕХАНІЗМІВ КЕРУВАННЯ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ

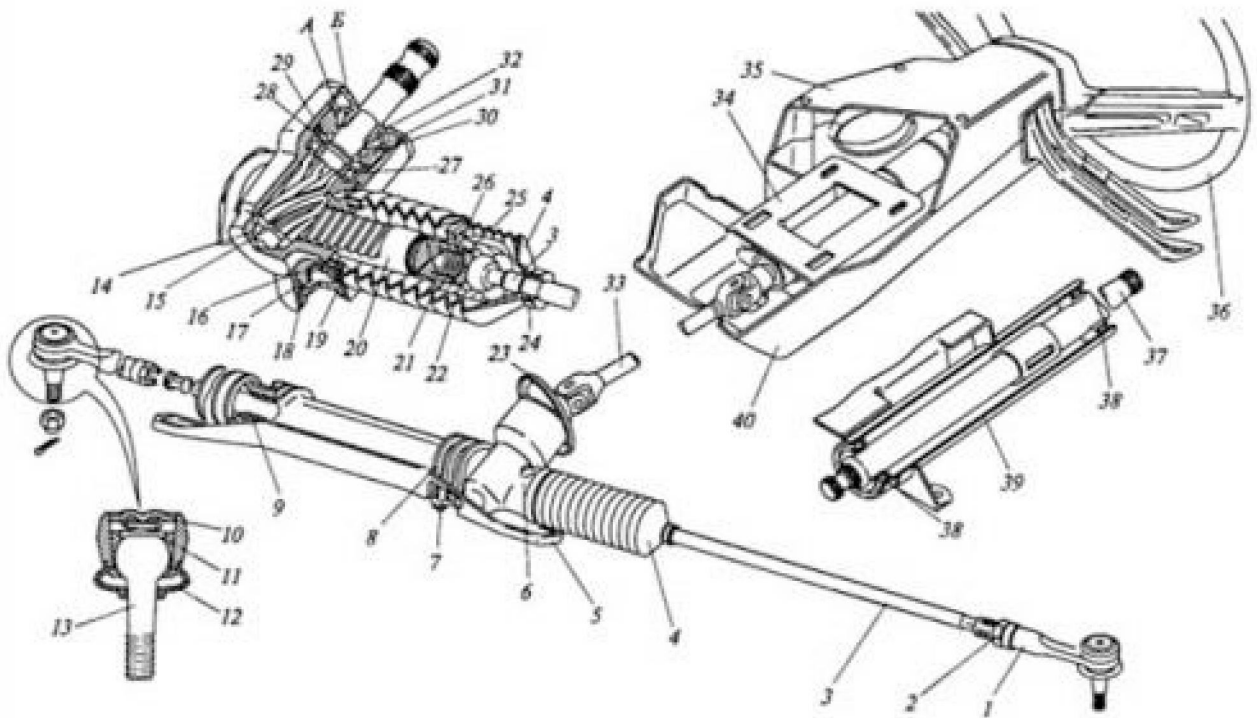
1.1 Загальні відомості та конструктивні особливості механізмів керування транспортних засобів

Рульове управління – система управління напрямом руху транспортних засобів. Складається з механізмів, що перетворюють положення керма на пропорційну зміну положення коліс або аналогічних управляючих напрямом руху елементів.

Рульовий механізм – частина рульового управління, що перетворює обертальний рух рульового колеса в поступальний рух рульових тяг. Як правило, це один із видів механічного редуктора. Існують наступні види рульових механізмів:

- 1) Шестеренний:
 - а) Редукторний;
 - б) Рейковий.
- 2) Черв'ячний:
 - а) черв'ячно-секторний;
 - б) Черв'ячно-роликовий.
- 3) Гвинтовий:
 - а) Гвинтоважельний;
 - б) Гвинторесечним.
- 4) Кривошипний:
 - а) Одношиповий;
 - б) Двохшиповий.

Шестеренний рульовий механізм – один з видів механізмів рульового управління, що перетворює обертальний рух привідної шестерні в поступальний рух рейки (рейковий механізм), або виконаний у вигляді редуктора із зубчастих коліс (редукторний механізм). В даний час застосовується на більшості легкових автомобілів (передньопривідних).



1 і 3 – зовнішній та внутрішній наконечники рульової тяги; 2, 21 – контргайки; 4 - захисний чохол; 5,8 – опори рульового механізму; 6 – картер рульового механізму; 7 – хомут кріплення рульового механізму; 9 – втулка рейки; 10 – опорна шайба; 11 – вкладиш кульового пальця; 12 – захисний ковпачок; 13 – палець кульового шарніра; 14 – роликовий підшипник; 15 – приводна шестерня; 16 – упор рейки; 17 – кільце ущільнювача упору; 18 – рейка упору; 19 – стопорне кільце гайки; 20 – рейка; 22 – кульова опора; 23 – ущільнювач валу; 24 – хомут чохла; 25 – упор тяги; 26 – пружина упору; 27 – кульовий підшипник; 28 – стопорне кільце; 29 – захисна шайба; 30 – кільце ущільнювача; 31 – гайка кріплення підшипника; 32 – ущільнення; 33 – проміжний карданний вал; 34 – кронштейн кріплення валу рульової колонки; 35 і 40 – верхній та нижній облицювальні кожухи; 36 – рульове колесо; 37 – вал рульової колонки; 38 – підшипники валу рульової колонки; 39 – труба рульової колонки; А, В – мітки на картері рульового механізму та пильовика.

Рисунок 1.1 – Схема рейкової передачі

До переваг шестеренного рульового механізму належить:

- мала маса;
- компактність;
- невисока ціна;
- мінімальна кількість тяг та шарнірів;
- Простота з'єднання рульового механізму з керованими колесами;
- Пряма передача зусилля;
- Висока жорсткість і ККД (0,9 ... 0,95);
- Легкість в оснащенні гідропідсилювачем.

До недоліків:

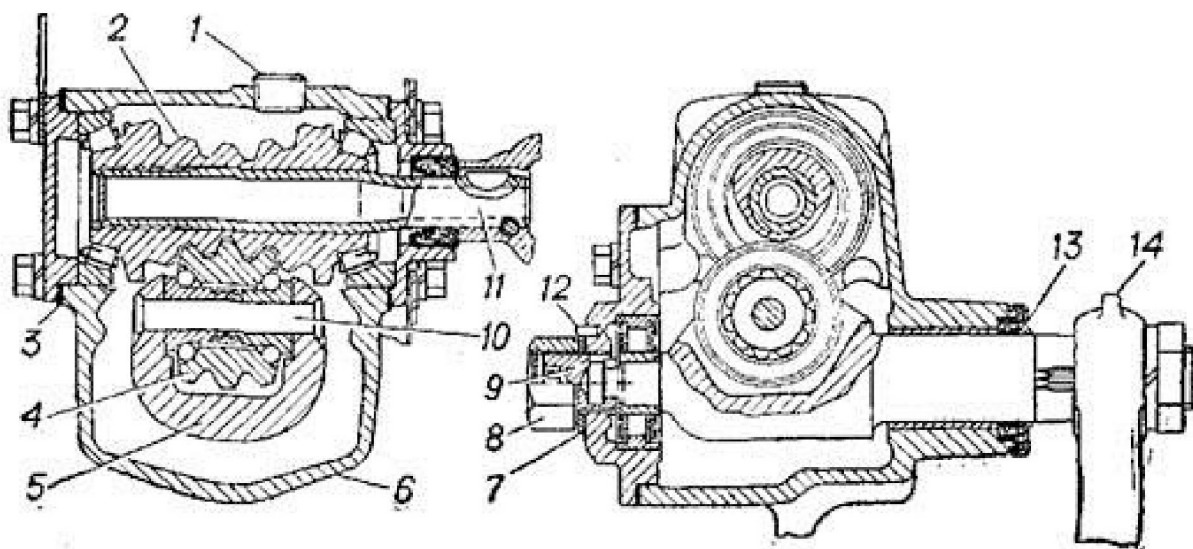
- через простоту конструкції будь-який поштовх від коліс передається на кермо;
- труднощі у виготовленні механізму з високим передатним числом, тому для важких машин такий механізм не підходить.

Черв'ячний рульовий механізм – механізм рульового управління, передача зусилля в якому здійснюється зачепленням черв'яка і сполученого з ним черв'ячного колеса (рисунок 1.2). Працює таким чином: рульове колесо обертає черв'як, яким ходить по твірному секторі зубчастого колеса – ролик (тертя ковзання замінено на тертя кочення). Перекочуючись сектором черв'яка, ролик обертає вісь, з іншого боку якої закріплений важіль, який своїм рухом переміщує рульову трапецію. Ця досить складна система, з великою кількістю деталей, широко застосовувалася на задньопривідних автомобілях, з передньою двоважелевою підвіскою.

Черв'ячно-секторний механізм представлено на рисунку 1.3. і працює таким чином: в рульовій парі забезпечується досить малий тиск на зубах при передачі великих зусиль, тому застосовується переважно на вантажних автомобілях.

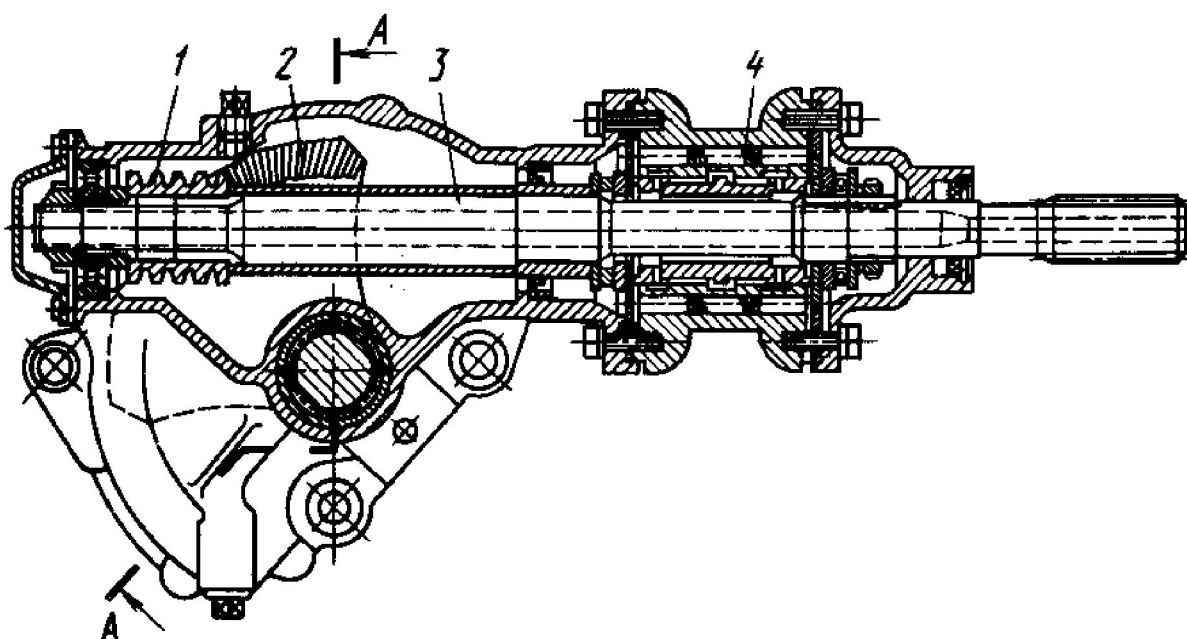
До переваг черв'ячних рульових механізмів відносяться:

- Низька схильність до передачі ударів від дорожніх нерівностей;
- Великі кути повороту коліс;



1 – пробка; 2 – черв'як; 3 – прокладка; 4 – тригребневий ролик; 5 – вал сошки; 6 – картер; 7 – стопорна шайба; 8 – гайка; 9 – регулювальний гвинт; 10 – вісь ролика; 11 – вал; 12 – стопорний штифт; 13 – манжета; 14 – рульова сошка.

Рисунок 1.2 – Черв'ячно-роликовий механізм



1 – черв'як;
2 – бічний сектор;
3 – рульовий вал;
4 – розподільник підсилювача.

Рисунок 1.3 – Черв'ячно-секторний механізм

- Можливість передачі великих зусиль.

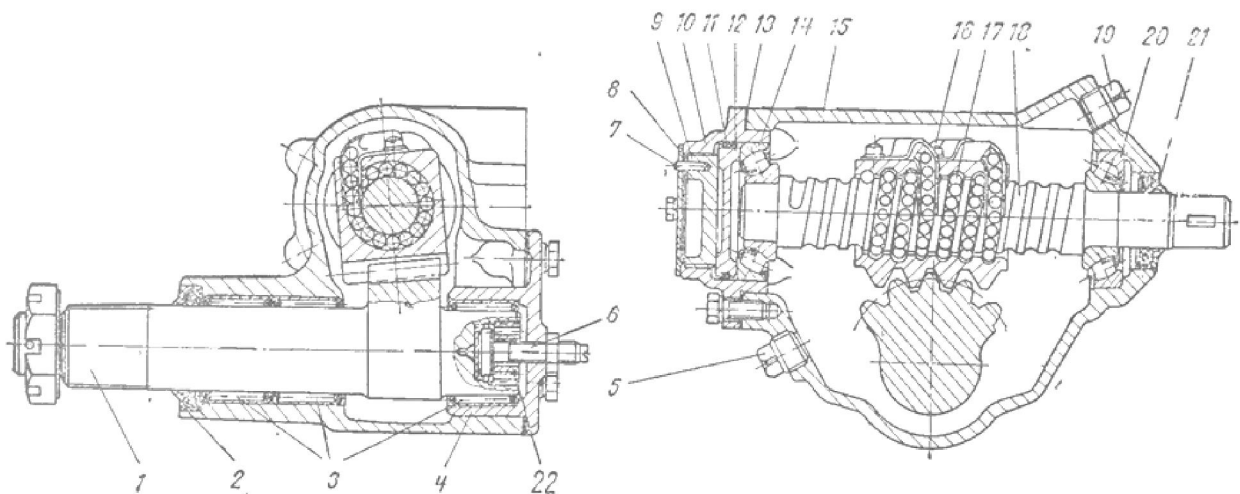
Недоліками є:

- Велика кількість тяг і шарнірних з'єднань з люфтами, що накопичуються;

- «Важке» та малоінформативне кермо;

- Складнощі в технології виготовлення.

Гвинтовий рульовий механізм з кульковою гвинтовою передачею (рисунок 1.4) – механічна передача, що складається з гвинта та гайки і служить для перетворення обертального руху на поступальне. У кульково-гвинтових передачах на гвинті та в гайці виконані гвинтові канавки, що є доріжками кочення для кульок, розміщених між витками гвинта та гайки. Найбільшого поширення набула нарізка з напівкруглим профілем.



1 – сектор; 2 – сальник; 3 – підшипник голковий; 4 – бічна кришка;
5 – пробка зливна; 6 – гвинт регулювальний; 7 – штифт; 8 – стопорна пластина;
9 – гайка регулювальна; 10 – кришка нижня; 11 – кільце гумове; 12 –
ущільнювальна шайба; 13 – прокладка; 14 – підшипник; 15 – картер керма; 16 –
гайка-рейка; 17 – кулька; 18 – гвинт; 19 – пробка заливна; 20 –
підшипник; 21 – сальник; 22 – запірна гайка.

Рисунок 1.4 – Гвинтовий рульовий механізм з кульковою гвинтовою передачею

Принцип роботи гвинтового рульового механізму з кульковою гвинтовою передачею такий: рульове колесо обертає гвинтовий вал, поступально переміщуючи «гайку» – відповідну гвинтову втулку, через тяги переміщує рульову трапецію. Між витками валу і втулки розташовані кульки, що перетворюють тертя ковзання в тертя кочення. Механізм застосовується переважно на вантажних автомобілях, разом із гідропідсилювачем (втулка-гайка є також поршнем гідроциліндра).

Гвинтові рульові механізми в даний час застосовуються рідко, так як мають низький ККД і мають значне зношування, яке неможливо компенсувати регулюванням.

Переваги гвинтового рульового механізму:

- Можливість створити конструкцію з високим передатним числом.

Недоліки гвинтового рульового механізму:

- Нетехнологічний;
- Висока вартість;
- Великі габарити та маса.

Кривошипний рульовий механізм буває двох видів: одношипові (рисунок 1.5, а) та двошипові (рисунок 1.5, б). Передатне число може бути постійним або змінним. Рульові механізми цього можуть бути регульованими.

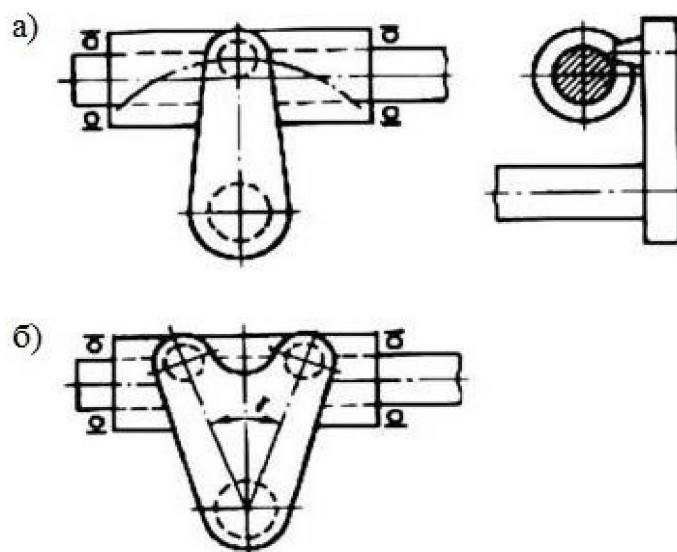
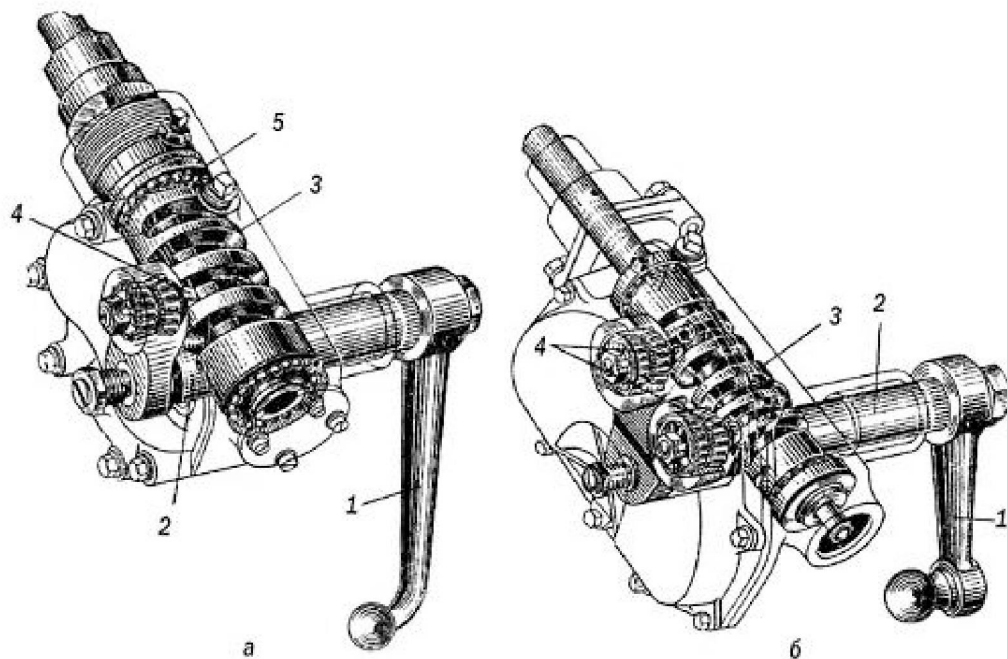


Рисунок 1.5 – Кривошипні рульові механізми



а) Рульовий механізм з кривошипом, що має один шип (палець) на роликах:

1 – рульова сошка; 2 – вал сошки керма; 3 – черв'як керма; 4 – палець кривошипу; 5 – упорний підшипник валу рульового управління.

б) Рульовий механізм з кривошипом, що має два шипи на роликах:

1 – рульова сошка; 2 – вал сошки керма; 3 – черв'як керма; 4 – палець кривошипу.

Рисунок 1.6 – Рульовий механізм з гвинтом та кривошипом

1.2 Аналіз конструктивних особливостей рульових рейок

Так як об'єктом роботи обрано шестеренний рульовий механізм рейкового типу, розглянемо види рейкових передач більш детально:

Найбільш поширеними є три види конструкцій рульових рейок:

1) Перший вид конструкцій рульових рейок з гідروпідсилювачем керма буває двох типів:

а) Рульова рейка із гідропідсилювачем I без серватроніка;

б) Рульова рейка із гідропідсилювачем I із серватроніком

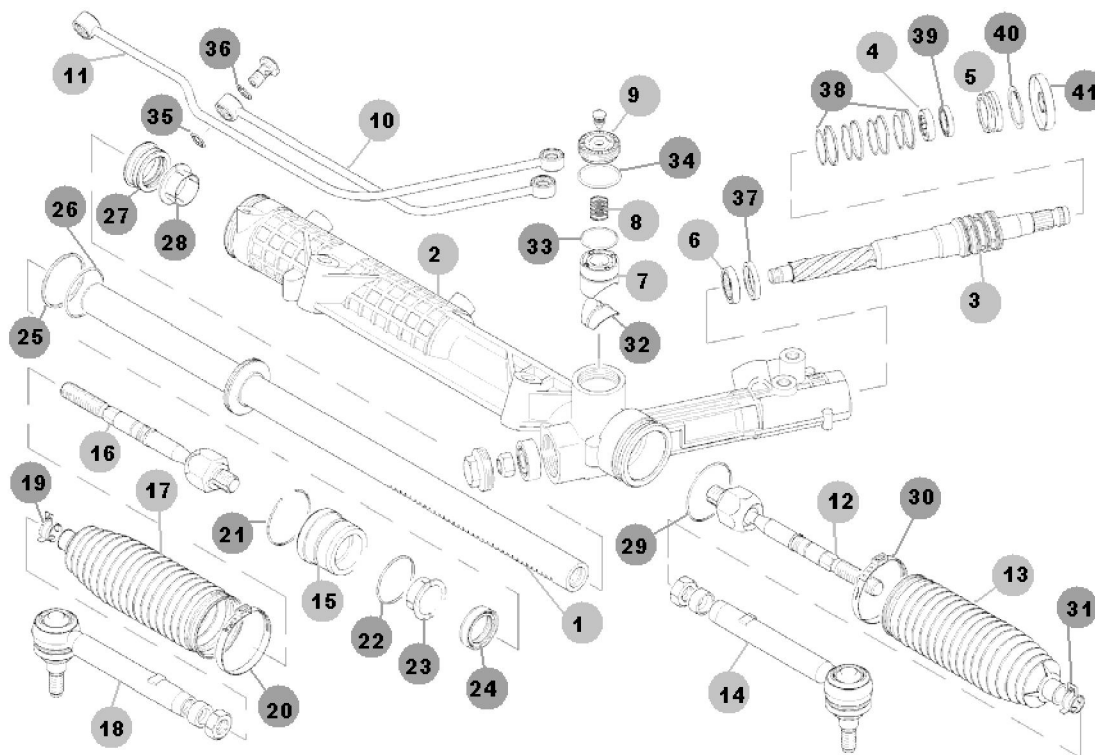
2) Другий вид конструкцій рульових рейок з гідропідсилювачем керма буває двох типів:

а) Рульова рейка з гідропідсилювачем II без серватроніка;

б) Рульова рейка з гідропідсилювачем II із серватроником .

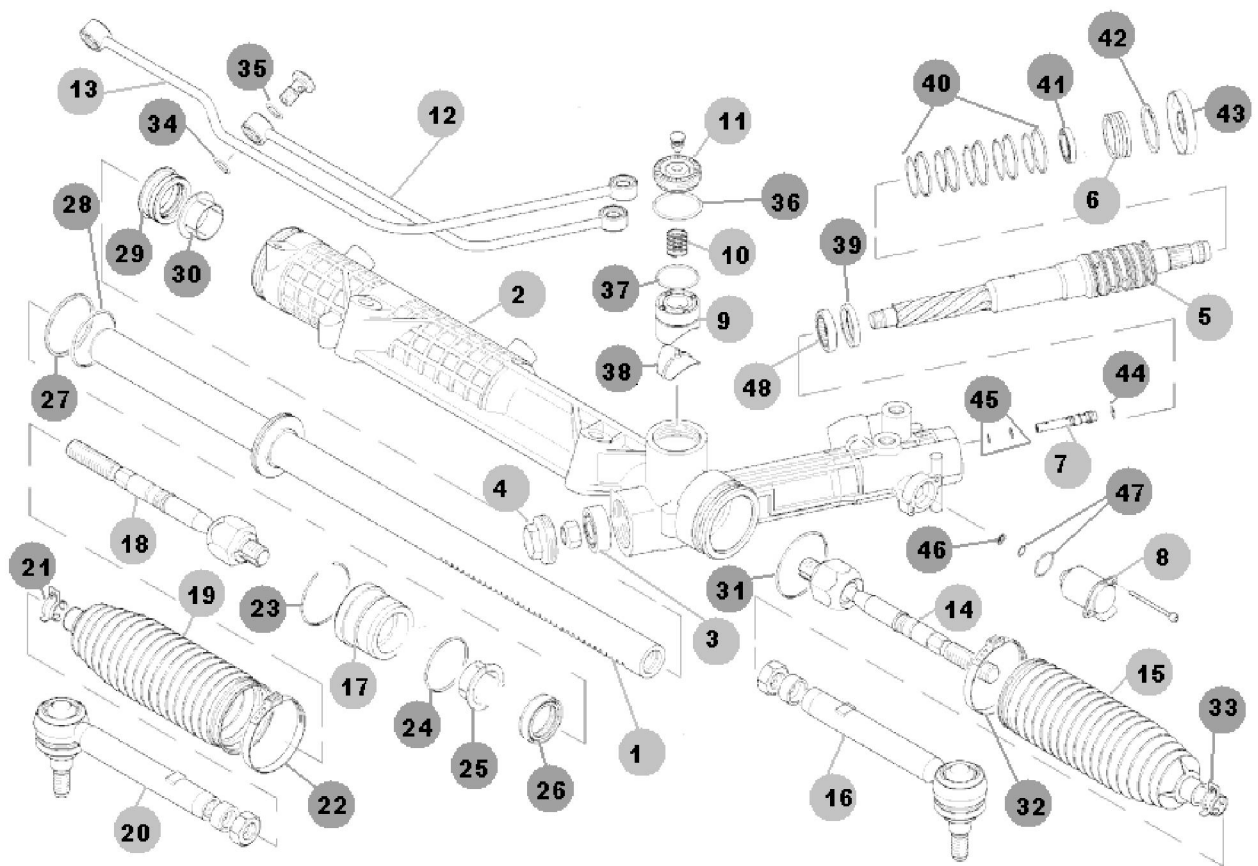
3) Третій вид конструкцій – механічні рульові рейки.

Конструктивні особливості рульових рейок представлені на рисунках 1.7 – 1.12.



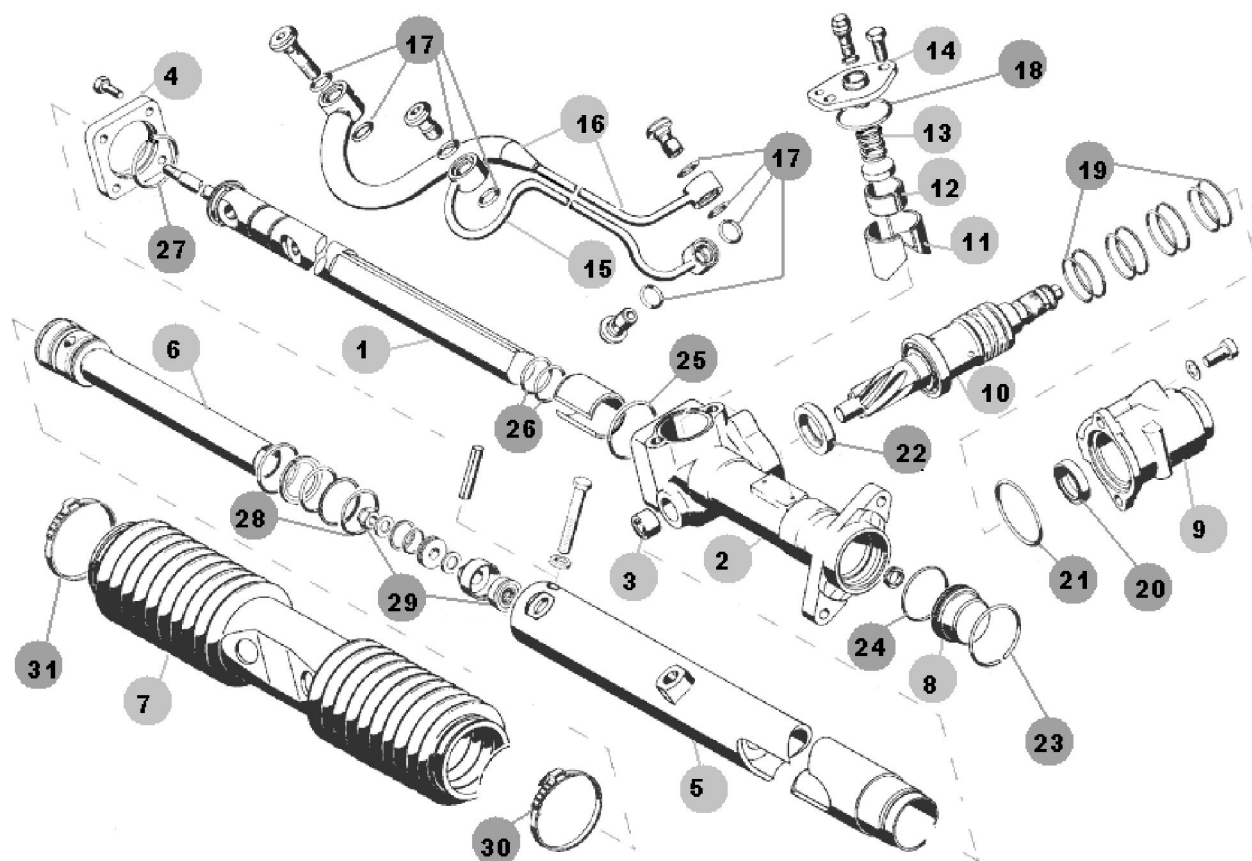
1 – вал рульової рейки, 2 – корпус рульової рейки, 3 – золотник, 4 – верхній підшипник, 5 – золотник, 6 – кришка золотника, 7 - регулювальний притиск, 8 - пружина, 9 – гайка регулювального притиску, 10 – трубопровід рульової тяги, 11 – пильник рульової тяги, 12 – наконечник рульової тяги, 13 – права втулка, 14 – рульова тяга, 15 – пильник рульової тяги, 16 – наконечник рульової тяги, 17 – підшипник, 18 – хомут пильникове кільце, 19 – права втулка ковзання, 20 – манжета силового циліндра, 21 – кільце ущільнювача поршня, 22 – кільце ущільнювача поршня, 23 – манжета силового циліндра, 24 – втулка ковзання, 25 – кільце ущільнювача, 26 – хомут пильника рульової тяги, 27 – хомут пильникове кільце ущільнювача витяг.

Рисунок 1.7 – Влаштування рульової рейки без серватроніка 1-го типу



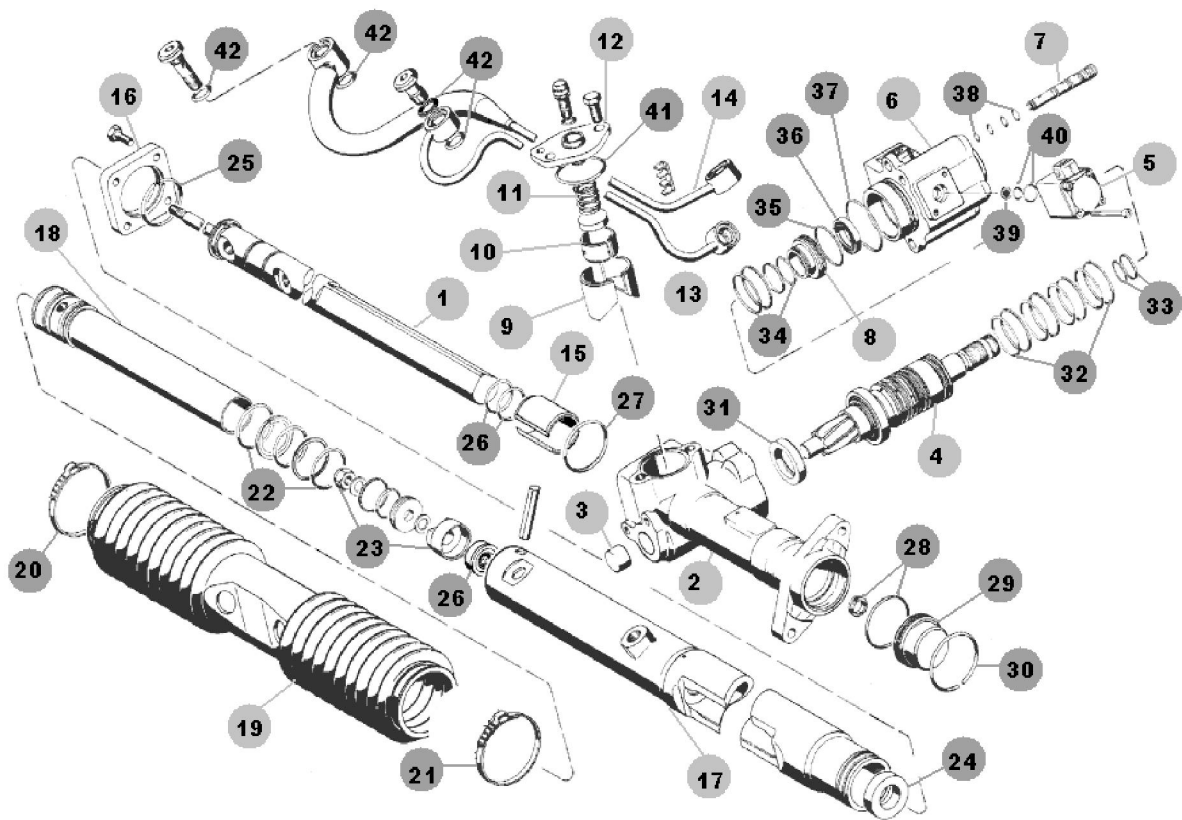
1 – вал рульової рейки, 2 – корпус рульової рейки, 3 – нижній підшипник золотника, 4 – кришка нижнього підшипника золотника, 5 – золотник, 6 – кришка золотника, 7 – регулювальний клапан, 8 – давач серватроніка, 9 – притиск, 11 – пружина; 13 – трубопровід рульової тяги, 15 – рульова тяга, 16 – пильовик рульової тяги, 20 – наконечник рульової тяги, 20 – наконечник рульової тяги; лівої тяги, 23 – стопорне кільце, 24 – кільце ущільнювача, 25 – втулка ковзання, 26 – сальник силового циліндра, 27 – ущільнювальне кільце поршня, 28 – ущільнювальне кільце поршня; лівої тяги, 34 – кільце ущільнювача, 35 – кільце ущільнювача, 36 – кільце ущільнювача, 37 – кільце ущільнювача, 38 – вкладиш притиску, 39 – золотий ущільнювач е кільце, 43 – брудознімач, 44 – кільце ущільнювача, 45 – кільця ущільнювача, 46 – фільтр серватроніка, 47 – кільця ущільнювача.

Рисунок 1.8 – Влаштування рульової рейки з серватроніком 1-й вигляд



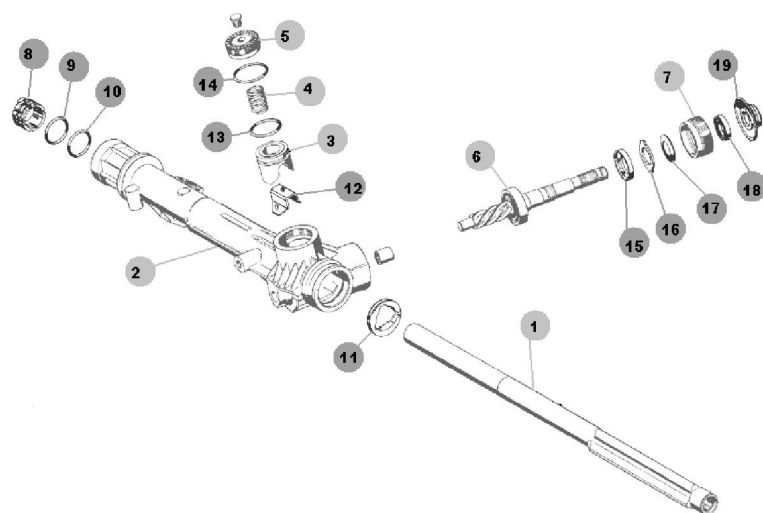
1 – вал рульової рейки, 2 – корпус рульової рейки, 3 – нижній підшипник золотника, 4 – фланець, 5 – корпус силового циліндра, 6 – силовий циліндр, 7 – пильовик рульової рейки, 8 – заглушка, 9 – корпус золотника, 10 – золотник, 11 – фіксатор притиску, 15 – трубопровід рульової рейки, 16 – трубопровід рульової рейки, 17 – кільця ущільнювачів (8 шт), 18 – кільце ущільнювача, 19 – кільця ущільнювача золотника, 20 – верхня манжету золотника, 22 – золотникове кільце, 24 – кільце ущільнювача, 25 – кільце ущільнювача, 26 – кільце ущільнювача, 27 – кільце ущільнювача кільце, 28 – ущільнення поршня, 29 – ущільнення силового циліндра, 30 – хомут пильовика рульової рейки, 31 – хомут пильовика рульової рейки.

Рисунок 1.9 – Пристрій рульової рейки з серватроніком 2-й вигляд



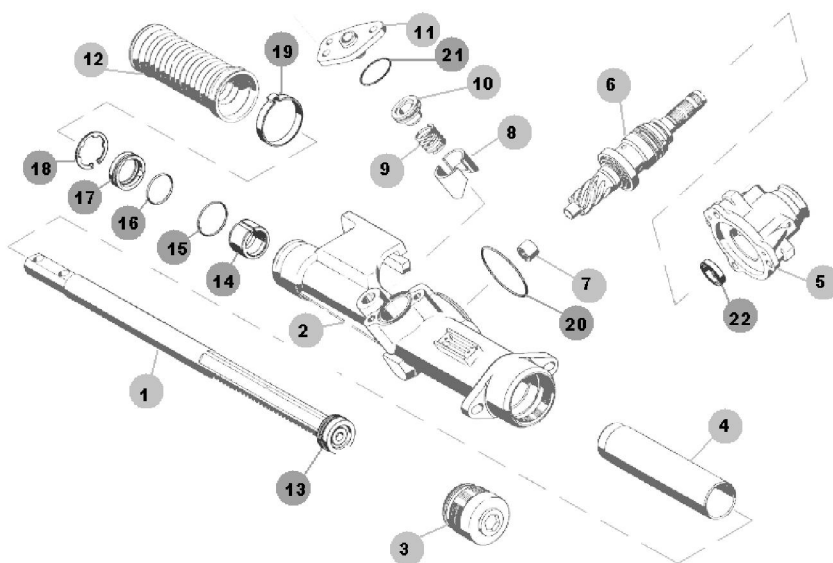
1 – вал рульової рейки, 2 – корпус рульової рейки, 3 – нижній підшипник золотника, 4 – золотник, 5 – давач серватроніка, 6 – корпус золотника, 7 – регулювальний клапан серватроніка, 8 – регулятор серватроніка, 9 – вкладиші притиску, 10 – ковпак; 13 – трубопровід рульової рейки, 14 – трубопровід рульової рейки, 15 – середня втулка ковзання, 16 – фланець, 17 – корпус силового циліндра, 18 – силовий циліндр, 19 – пильник рульової рейки, 20 – хомут пильника, 21 – хомут пильника, 24 – втулка ковзання, 25 – кільце ущільнювача, 26 – кільця ущільнювача, 27 – кільце ущільнювача, 28 – кільця ущільнювача, 29 – заглушка, 30 – стопорне кільце, 31 – нижня манжета золотника, 32 – кільця ущільнювача серватроніка, 35 – кільця ущільнювача, 36 – верхня манжета золотника, 37 – кільце ущільнювача, 38 – кільця ущільнювача, 39 – фільтр серватроніка, 40 – кільця ущільнювача, 41 – кільце ущільнювача, 42 – кільце ущільнювача

Рисунок 1.10 – Пристрій рульової рейки з серватроніком 2-й вигляд



1 – вал рульової рейки, 2 – корпус рульової рейки, 3 – регулювальний притиск, 4 – пружина, 5 – гайка притиску, 6 – первинний вал, 7 – верхній підшипник, 8 – права втулка, 10 – ковтіння, 11 – ущільнення; 12 – ліва втулка ковзання, 13 – вкладиш притиску, 14 – кільце ущільнювача притиску, 15 – кільце ущільнювача притиску, 16 – верхній підшипник золотника, 17 – кільце ущільнювача, 18 – кільце ущільнювача, 19 – верхня манжета золотника, 20 – брудознімач.

Рисунок 1.11 – Механічна рульова рейка 1-й вид



1 – вал рульової рейки, 2 – корпус рульової рейки, 3 – заглушка, 4 – напрямна правої втулки ковзання, 5 – корпус золотника, 6 – первинний вал, 7 – нижній підшипник, 8 – регулювальний притиск, 9 – пружина, 10 – напрямна, 14 – права втулка ковзання, 15 – середня втулка ковзання, 16 – ущільнювальне кільце, 17 – ущільнювальне кільце, 19 – стопорне кільце, 20 – хомут пильника, 21 – кільце, 23 – верхня манжета золотника.

Рисунок 1.12 – Механічна рульова рейка 2-й вид

1.3 Патентно-інформаційний огляд

Гідростатичний рульовий механізм транспортного засобу згідно патенту України на корисну модель №142530 [12] представлено на рисунку 1.13. В основу корисної моделі поставлена задача удосконалення гідростатичного рульового механізму, в якому шляхом нового виконання деталей розподільника забезпечується дроселювання робочої рідини і за рахунок цього збільшується стійкість роботи механізму і виключається вібрація.

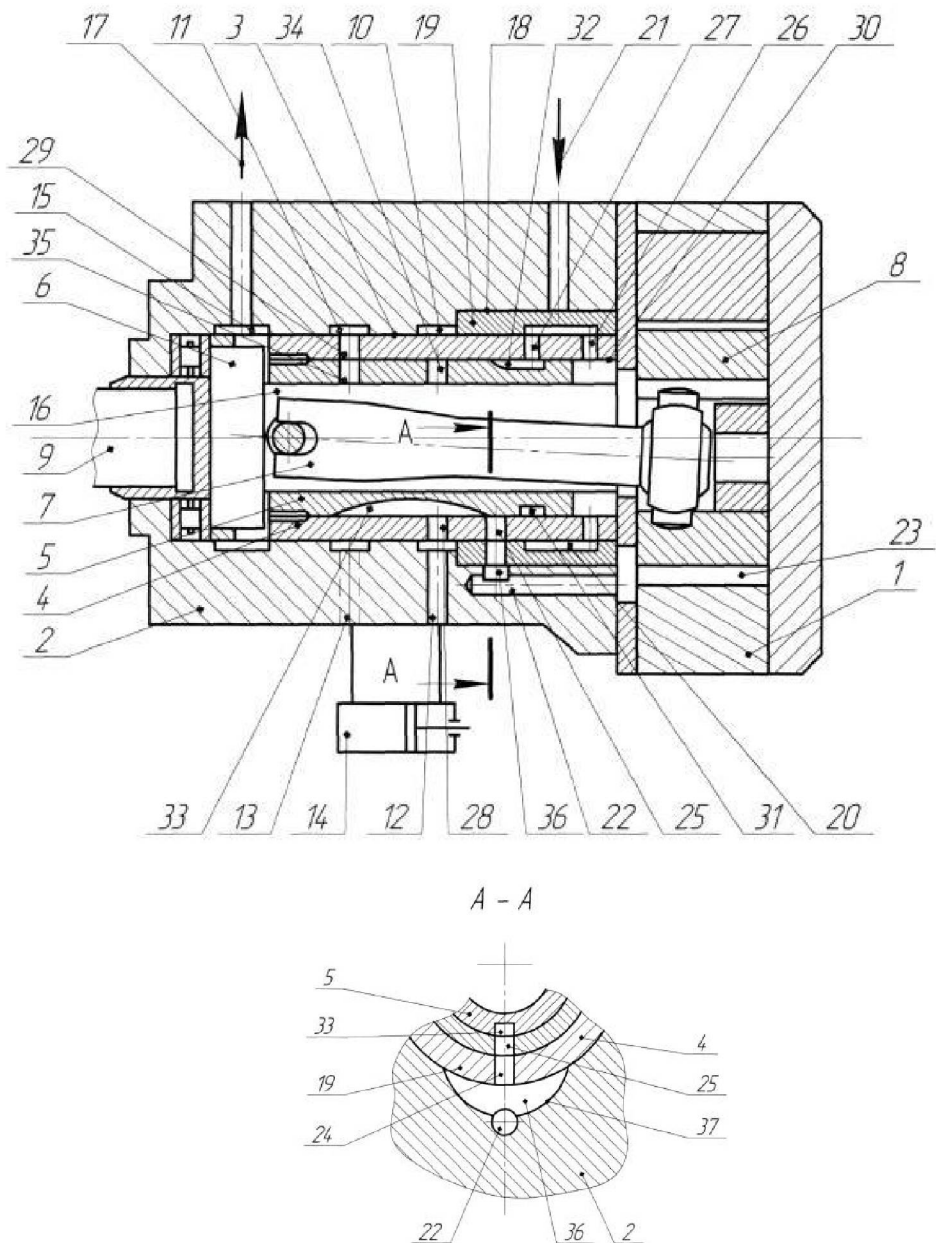


Рисунок 1.13 – Гідростатичний рульовий механізм транспортного засобу згідно патенту України на корисну модель №142530

Гідростатичний рульовий механізм містить дозуючий насос 1, жорстко з'єднаний з корпусом 2 розподільника. У центральному отворі 3 корпусу 2 встановлені концентрично і з можливістю обертання один відносно одного зовнішній золотниковий елемент 4 і внутрішній золотниковий елемент 5, кінематично пов'язані між собою центруючою пружиною 6. Зовнішній золотниковий елемент 4 жорстко з'єднаний за допомогою карданного вала 7 з ротором 8 дозуючого насоса 1. Внутрішній золотниковий елемент 5 жорстко з'єднаний з приводним валом 9.

У центральному отворі 3 корпусу 2 виконані кільцеві канавки 10 і 11, які через корпусні отвори 12 і 13 з'єднані з порожнинами гідроциліндра 14 управління, а також канавка 15, що з'єднує внутрішню порожнину 16 корпусу 2 із зливною магістраллю 17. Окрім того, в центральному отворі 3 виконана розточка 18 в якій, без зазору і нерухомо відносно корпусу 2, розміщена втулка 19 (в запропонованому варіанті - на клею), яка має кільцеву канавку 20, гідравлічно з'єднану з напірною магістраллю 21. У корпусі 2 виконані управляючі канали 22, з'єднані з кожною камерою 23 дозуючого насоса 1, а у втулці 19 перший ряд отворів. Діаметр отворів 24 дорівнюватиме діаметру керуючих каналів 22.

На зовнішньому золотниковому елементі 4 виконаний другий ряд отворів 25, відповідних першому ряду отворів 24, які взаємодіють між собою, утворюючи розподільче з'єднання. Окрім цього, на зовнішньому золотниковому елементі 4 виконані отвори 26 і 27, які з'єднані з канавками 20 втулки 19, отвір 28, з'єднаний канавкою 10 і отвір 29, з'єднаний з канавкою 11.

Внутрішній золотниковий елемент має наскрізні пази 30, котрі через отвір 26 гідравлічно пов'язують напірну магістраль 21 з внутрішньою порожниною 16, зовнішню кільцеву канавку 31, 5 з'єднану з повздовжніми канавками 32, при цьому канавка 31 з'єднується через отвір 27 і канавку 20 з напірної магістраллю 21, а канавки 32 через отвір 25 і управляючі канали 22 з'єднуються з камерами 23 дозуючого насоса 1.

Окрім того, на внутрішньому золотниковому елементі 5 виконані поздовжні канавки 33 і розміщені між ними ряди отворів 34 і 35. Поздовжні канавки 33 за допомогою отворів 25, 28 і 29 з'єднують камери 23 дозуючого насоса 1 з порожнинами гідроциліндра 14, а отвір 34 через отвір 28 і отвір 35 через отвір 29 з'єднують порожнину гідроциліндра 14 внутрішньою порожниною 16.

В управляючих каналах 22 розміщені дроселі, кожен з яких виконаний у вигляді порожнини 36, утвореної зовнішньою поверхнею втулки 19 і дугоподібною канавкою 37, яка виконана в корпусі 2.

Гідростатичний рульовий механізм працює наступним чином.

В нейтральному положенні робоча рідина з напірної магістралі 21 через канавку 20, отвір 26, пази 30 надходить у внутрішню порожнину 16, з якої через канавку 15 надходить в зливну магістраль 17 канавки 32, в які робоча рідина надходить через отвір 27 і канавку 31, перекриті зовнішнім золотниковим елементом 4. Робоча рідина в обох порожнинах гідроциліндру 14 закрита в своїх об'ємах.

При повороті приводного вала 9, внутрішній золотниковий елемент 5 повертається відносно зовнішнього золотникового елемента 4, стискає центральну пружину 6, після чого обертальний момент передається через зовнішній золотниковий елемент 4 і карданний вал 7 на ротор 8 дозуючого насоса 1. Це призводить до закриття отворів 26 внутрішнім золотниковим елементом 5. Частина канавок 32 з'єднується з отворами 25, 24 і управляючими каналами 22 і робоча рідина з напірної магістралі 21 через отвори 27, канавку 31 надходять в камери 23 дозуючого насоса 1, які розширюються. Одночасно, робоча рідина з камер 23, котрі звужуються через інші управляючі канали 22, отвори 24 і 25 надходить в поздовжні канавки 33, а звідти через отвір 28, кільцеву канавку 10 і отвір 12 - в одну з порожнин гідроциліндра 14, при цьому наявність в управляючих каналах 22 порожнин 36 призводить до дроселювання робочої рідини. З іншої порожнини гідроциліндра 14 робоча рідина через отвір

13, канавку 11, отвори 35 та 29 надходить в порожнину 16, а звідти через канавку 15 в зливну магістраль 17.

При повороті приводного вала 9 в протилежному напрямку, частина камер 23 дозуючого насоса 1, які були з'єднані з напірною магістраллю 21, з'єднуються з порожниною гідроциліндра 14, котра раніше була з'єднана зі зливною магістраллю 17, а частина камер 23, котрі були з'єднані з порожниною гідроциліндра 14, з'єднується з напірною магістраллю 21.

Робоча рідина з напірної магістралі 21 через частину канавок 32 і управляючих каналів 22 надходить в камери 23 дозуючого насоса 1, які розширюються. З камер 23, які звужуються, робоча рідина через інші управляючі канали 22, отвори 24 і 25, канавки 33, отвір 29, канавку 11 і отвір 13 надходить в порожнину гідроциліндра 14, при цьому також відбувається дроселювання робочої рідини в управляючих каналах 22.

З іншої порожнини гідроциліндра 14 робоча рідина через отвір 12, канавку 10, отвори 28 і 34 надходить в порожнину 16, а звідти через канавку 15 - в зливну магістраль 17.

Гідравлічний рульовий механізм транспортного засобу представлено на рисунку 1.14 (патент України на корисну модель №86521) [13]. В основу корисної моделі поставлена задача створення рульового механізму транспортного засобу, в якому за рахунок того, що торцева порожнина керованого зливного золотника з боку пружини з'єднана через другий дросельний отвір з входом керованого зливного золотника, а на зовнішній циліндричній поверхні золотника розподільника певним чином виконана додаткова канавка, забезпечується спрощення конструкції золотника та гільзи розподільника і зменшення їх осьових розмірів, відповідно і зменшення осьових розмірів всього механізму.

Гідравлічний рульовий механізм транспортного засобу (фіг. 1) містить розподільник, який складається з корпусу 1, гільзи 2 та золотника 3, а також дозатор 4 та керований зливний золотник 5, який своєю кромкою з розточкою 6 в корпусі 1 утворює зливний дросель 7.

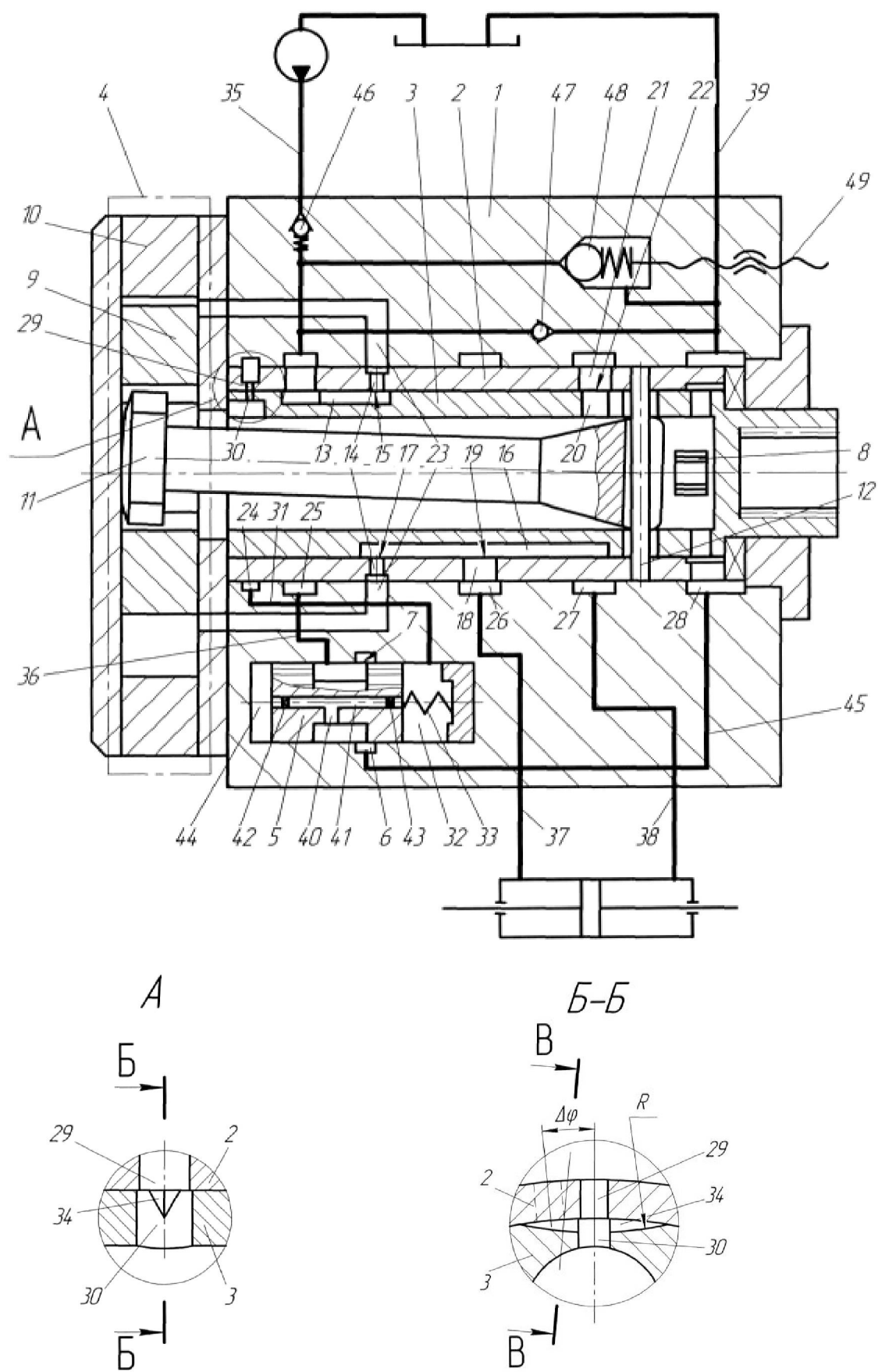


Рисунок 1.14 – Гідравлічний рульовий механізм транспортного засобу (патент України на корисну модель №86521).

Гільза 2 встановлена у центральному отворі корпусу 1 з можливістю обертання, а золотник 3 встановлений в циліндричному отворі гільзи 2 з можливістю обмеженого повороту відносно гільзи. На торцях гільзи 2 та золотника 3 виконані пази, в яких розміщені центруючі пружини 8, що забезпечують фіксацію середнього положення золотника 3 відносно гільзи 2 при відсутності повороту рульового вала системи рульового керування транспортного засобу (на кресленні не показаний), з яким золотник 3 кінематично з'єднаний.

Дозатор 4 виконаний героторного типу і включає в себе ротор 9 та статор 10, між робочими поверхнями яких утворені робочі камери дозатора. Ротор 9 дозатора 4 з'єднаний з валом 11, який, в свою чергу, за допомогою штифта 12 з'єднаний з гільзою 2, за рахунок чого реалізується кінематичний зв'язок між ротором 9 та гільзою 2.

На гільзі 2 та золотнику 3 розподільника виконані отвори та пази, які утворюють дроселі підведення або відведення робочої рідини на відповідних ділянках гідравлічної системи рульового керування. Так, кромки коротких пазів 13 на золотнику 3 з внутрішніми кромками половини ступінчастих отворів 14 на гільзі 2 утворюють дросель 15 підведення робочої рідини на вхід дозатора 4.

Кромки іншої половини ступінчастих отворів 14 з кромками довгих пазів 16 утворюють дросель 17 відведення робочої рідини від дозатора 4. В той же час, кромки пазів 16 з кромками отворів 18 утворюють дросель 19 підведення робочої рідини до порожнини виконавчого гідроциліндра, а кромки отворів 20 на золотнику 3 та отворів 21 на гільзі 2 утворюють дросель 22 відведення робочої рідини з порожнини виконавчого гідроциліндра. Зовнішніми кромками ступінчастих отворів 14 з кромками отворів 23 в корпусі 1 утворені розподільні кромки комутації робочих камер дозатора 4. Для підвищення надійності роботи системи рульового керування всі дроселі розподільника мають позитивне перекриття, тобто для відкриття дроселів спочатку при повороті золотника 3 від

рульового керма треба подолати позитивне перекриття (зону нечутливості), а лише потім починають відкриватися ці дроселі.

В корпусі 1 виконані основні концентричні з центральним отвором розточки 24, 25, 26, 27 та 28. Розточка 24 з одної сторони з'єднана через змінний дросель у вигляді двох радіальних отворів - один 29 на гільзі 2 і другий на золотнику 3 розподільника, які співвісні при середньому положенні золотника та гільзи, із внутрішньою порожниною золотника 3, а з другої сторони з'єднана гідравлічною лінією 31 з торцевою порожниною 32 керованого зливного золотника 5. Крім того, в торцевій порожнині 32 встановлена пружина 33.

На зовнішній циліндричній поверхні золотника 3 виконана додаткова канавка 34, яка перпендикулярна вісі золотника 3 і розташована так, що її середина співпадає з віссю радіального отвору 30, який виконано на золотнику 3 розподільника. Канавка виконана кутовим циліндричним металорізальним інструментом, що формує радіус R дна канавки, та трикутний профіль канавки. Таке виконання додаткової канавки 34 призводить до того, що при повороті золотника 3 відносно гільзи 2 розподільника на невеликий кут $\Delta\phi$ змінний дросель формується радіальним отвором 29 на гільзі 2 та одночасно радіальним отвором 30 і додатковою канавкою 34 на золотнику 3. При повороті золотника 3 відносно гільзи 2 розподільника на кут $\Delta\phi$, при якому отвори 29 та 30 перекриваються, змінний дросель формується радіальним отвором 29 на гільзі 2 та додатковою канавкою 34 на золотнику 3. Дросельна щілина змінного дроселя формується в площині, що проходить перпендикулярно поверхні канавки 34 через крайню точку отвору 29, і яка показана в перерізі В-В. Дросельна щілина змінного дроселя являє собою трикутник, ширина b та висота h якого змінюються в залежності від кута $\Delta\phi$ повороту золотника 3 відносно гільзи 2 розподільника.

Розточка 25 з одної сторони з'єднана гідравлічною лінією 35 з живильним насосом, а з другої сторони гідравлічною лінією 36 з'єднана з входом керованого зливного золотника 5.

Розточки 26 та 27 з'єднані гідравлічними лініями 37 та 38 з порожнинами виконавчого гідроциліндра, а розточка 28 з'єднана гідравлічною лінією 39 з баком насосної станції.

Внутрішня порожнина золотника 3 з'єднана із розточкою 28 і тому тиск в цій порожнині дорівнює тиску в гідравлічній лінії 39 і, відповідно, тиску в баці насосної станції.

На шийці керованого зливного золотника 5 виконано радіальний отвір 40 до перерізу з наскрізним осьовим отвором 41. В торцях отвору 41 встановлені дросельні отвори 42 та 43.

Цим забезпечується з'єднання торцевих порожнин 32 та 44 з входом керованого зливного золотника 5. При цьому максимальна площа змінного дроселя (при відсутності сигналу керування) більша за площу дросельного отвору 43, яким торцева порожнина 32 керованого зливного золотника 5 з боку пружини 33 з'єднана з входом керованого зливного золотника 5.

Розточка 6 з'єднана гідравлічною лінією 45 з розточкою 28, чим забезпечується з'єднання виходу керованого зливного золотника 5 з гідравлічною лінією 38.

Для забезпечення роботи гідравлічного рульового механізму транспортного засобу в 55 аварійному режимі в гідравлічній лінії 35 встановлені підпружинений герметизуючий зворотний клапан 46 та підсмоктуючий зворотний клапан 47. Крім того, для захисту гідравлічної системи рульового механізму транспортного засобу від перенавантажень в гідравлічній лінії 35 встановлено запобіжний клапан прямої дії 48, який налаштовується на тиск спрацьовування гвинтом 49.

Конструктивна схема згідно патенту України на винахід № 62864 рульового механізму транспортного засобу з вмонтованим гідропідсилювачем [14] представлено на рисунку 1.15.

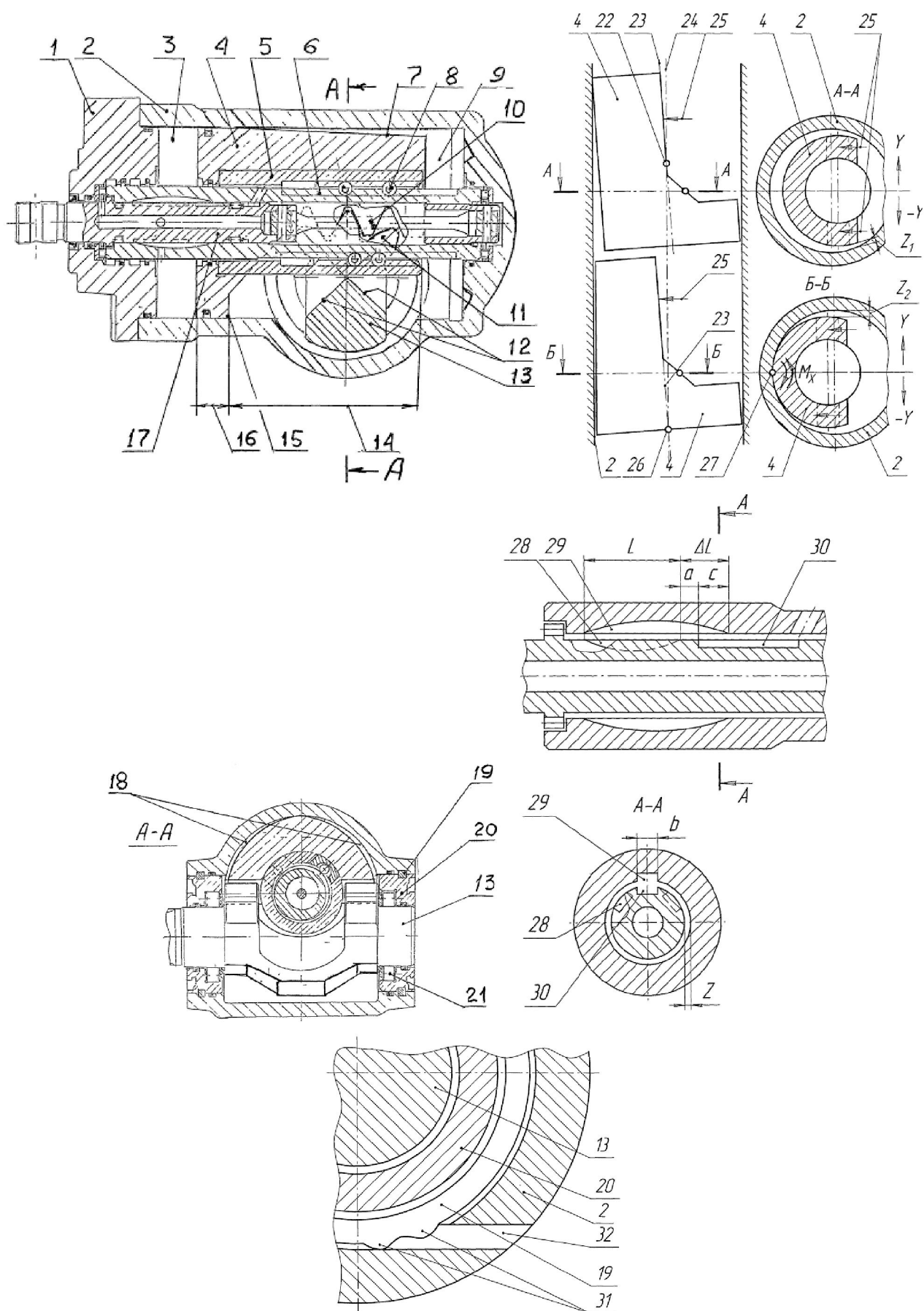


Рисунок 1.15 – Рульовий механізм транспортного засобу з вмонтованим гідро підсилювачем згідно патенту України на винахід № 62864

В основу винаходу покладена задача вдосконалення рульового механізму шляхом створення умов для компенсації перекосів, які виникають від неточності деталей і складання, а також від наявності пружних деформацій в процесі роботи. Рульовий механізм складається із кришки 1 з підводами напірної і зливної магістралі. Кришка 1 охоплює частину гвинта 6, і з'єднується нерухомо з корпусом 2. Поршень 4, який має ущільнюючу частину 16 і рейкову конічну частину 14, поділяє робочий циліндр корпуса на ближню 3 і віддалену 9 робочі камери. В осьовому отворі поршня 4 встановлена нерухомо гайка 5, яка кінематичне пов'язана з гвинтом 6 за допомогою кульково-гвинтової передачі 8. В осьовому отворі гвинта 6 розмішений внутрішній золотник 17. На внутрішній поверхні отвору гвинта 6 і зовнішній поверхні золотника 17 виконані поздовжні канавки різної довжини, які взаємодіють між собою і забезпечують передачу робочої рідини в ближню 3 або віддалену 9 камери. В радіальній площині рейкової частини поршня 14 розміщені зубці рейки 10, які взаємодіють з зубцями 11 вала сошки 13.

Цапфи 19 вала сошки 13 базуються на роликах 21 ексцентрикових бокових кришок 20. Кришки 20 фіксуються від переміщення закладними проволочками 19, які розміщені в опозитних канавках однакового профілю корпуса 2 і обумовлених кришок 20.

В перерізі *A-A*, завдяки виконанню рейкової частини поршня конічної форми, між внутрішньою поверхнею робочого циліндра корпуса 2 і зовнішньою поверхнею поршня 4, утворюються симетричні серповидні зазори 18, які дають змогу компенсувати перекози поршня при неточності виготовлення і складання.

При переміщенні поршня 6 циліндричної форми по робочому циліндру корпуса 2 має місце його перекоє в напрямлені дії розпірних сил 25, які виникають в рейковій передачі. При такій дії сил поршень 4 може повернутись відносно миттєвого центру обертання 22 таким чином, що його вісь 23 і вісь циліндра 24 перетинаються в обумовленій точці.

Компенсувати неточність ($A-A$) виготовлення і складання в напрямках $У$, можливо лише в межах зазору $Z1$.

При цьому тангенціальна компенсація в напрямку одного із векторів 25 неможлива внаслідок того, що зазор $Z1$ буде зменшуватись.

Таким чином, виконання поршня циліндричної форми не дає змоги компенсувати неточність виготовлення і складання вузла внаслідок чого при роботі можуть виникати заклинювання поршня або деталей, з якими він взаємодіє.

При роботі конічного поршня 4 миттєвий центр обертання 26 зміщується на його край, що дає змогу в усіх перерізах поздовж осі 23 мати симетричний серповидний зазор $Z1$ ($B-B$).

Наявність такого зазору дає змогу переміщення поршня в напрямках $У$ і обертання від сил 25 навколо точки 27 в напрямках $Мх$.

Величина серповидного зазору утворюється в місці початкової площини рейкової передачі, при цьому для більшості типорозмірів рульових агрегатів цей зазор достатній в межах 0,04...0,07мм.

Для передачі робочої рідини в віддалену камеру корпусу на внутрішній поверхні гвинта виконані канавки по довжині більші ніж канавки на внутрішньому золотнику, які з ними взаємодіють.

Для визначення довжини, на яку необхідно збільшити поздовжню канавку на гвинті розглянемо, на якій зображена частина гвинта з внутрішнім золотником.

Канавка 28 золотника 17, довжиною L повинна бути герметично ізолювана від канавки 30, яка поєднує канавку гвинта 24 з віддаленою камерою 9 корпусу 2.

Для забезпечення герметизації необхідно розрахувати необхідну і достатню довжину перемички a . Для забезпечення надійності фіксації ексцентрикових бокових кришок 20 відносно корпусу 2 передбачене використання закладних проволоч 19, які монтуються через тангенціальний паз 32, який виконаний на торцевій поверхні корпусу, яка прилягає до отвору.

Крім осьової фіксації необхідно забезпечити фіксацію від можливості проворота ексцентрикованих бокових кришок навколо осі власного отвору від дії обертового моменту, який виникає при обертанні вала сошки. З цією метою на закладних проволочках, в місці яке проходить в зоні тангенціального пазу 32 виконуються стовщення 31.

2 ДОСЛІДЖЕННЯ ПРИЧИН ПОЛОМОК РУЛЬОВИХ РЕЙОК

Аналізуючи літературні джерела можна виділити такі основні поломки:

1. Знос ущільнень. Зношені ущільнення призводять до витoku рідини гідропідсилювача, що може спричинити перегрів і вихід з ладу насоса [15].

2. Знос підшипників та втулок. З часом підшипники та втулки рульової рейки зношуються, що призводить до люфту та стуку в кермі. Це може бути спричинено тривалим тертям, корозією або механічними пошкодженнями [16].

3. Знос зубчастої передачі. Призводить до люфту та стуку при обертанні керма, особливо помітно при русі прямо [15].

4. Корозія та забруднення. Потрапляння вологи та бруду через пошкоджені пильовики може спричинити корозію внутрішніх компонентів рульової рейки, що веде до її передчасного зносу [15, 16].

5. Механічні пошкодження через удари [17]. Їзда по нерівностях, наїзди на бордюри або ями можуть спричинити механічні пошкодження рульової рейки, такі як деформація або тріщини.

6. Окислення електронних компонентів. У рейках з електропідсилювачем можливе окислення електричних плат, що призводить до помилок блоку управління та втрати посилення [15].

7. Недотримання правил експлуатації рульового механізму. В більшості випадків це не вчасне проходження технічного огляду, неякісний технічний огляд [15 - 17].

Підсумовуючи можна прийти до висновку, що використання якісних конструкційних та мастильних матеріалів з дотриманням правил експлуатації більшість поломок рульового механізму можна уникнути, лише проблемно протидіяти механічним пошкодженням внаслідок ударних навантажень. На нашу думку ефективним засобом протидії ударному навантаженню є впровадження конструктивних рішень, які забезпечать амортизаційний зв'язок між шестернею і зубчастою рейкою.

3 КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА

3.1 Вихідні дані

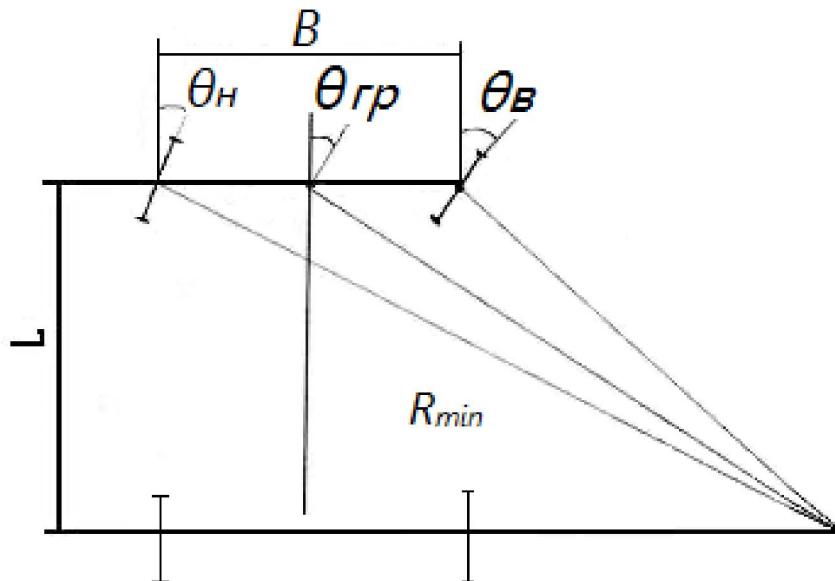


Рисунок 3.1 – Кінематична схема автомобіля

Таблиця 3.1 – Вихідні дані для розрахунку

Прототип	Skoda SuperB
Маса, що припадає на керовані колеса	$m = 825$ кг
Колія передньої осі	$B = 1430$ мм
База автомобіля	$L = 2470$ мм
Мінімальний радіус повороту	$R_{min} = 5200$ мм

3.2 Розрахунок параметрів рульової трапеції

3.2.1. Розрахунок геометричних параметрів рульової трапеції

Відстань між осями повороту коліс:

$$b = B - 0,9B_{ш}, \quad (3.1)$$

де B колія передньої осі, мм;

$B_{ш}$ ширина шин, мм.

$$b = 1430 - 0,9 \cdot 175 = 1275,5 \text{ мм}$$

Висота трапеції від площини дороги:

$$h_T = 0,9 \cdot r_c, \quad (3.2)$$

де r_c — статичний радіус колеса;

$$h_T = 0,9 \cdot 0,287 = 0,234 \text{ м}$$

Кути установки керованих коліс прийmemo:

кут розвалу..... $0^\circ 20' \pm 30'$;
сходження..... $0^\circ 20' \pm 10'$;
кут поздовжнього нахилу осі повороту..... $0^\circ 55' \pm 30'$.

Кути установки коліс автомобіля в спорядженому стані:

кут розвалу..... $0^\circ 30' \pm 30'$;
сходження..... $0^\circ 15' \pm 10'$ ($1,5 \pm 1$ мм);
кут поздовжнього нахилу осі повороту.... $0^\circ 20' \pm 30'$.

Приймаємо:

Кут поперечного нахилу..... $\beta = 13,24^\circ$;
Кут поздовжнього нахилу..... $\alpha = 1,43^\circ$;
Кут розвалу коліс..... $\varphi = 0^\circ$;
Кут сходження коліс..... $\theta = 0$.

Місце з'єднання пружного елемента підвіски з балкою керованого моста:

$$C = B - 3B_{\text{ш}} \quad (3.3)$$

$$C = 1430 - 3 \cdot 175 = 905_{\text{мм}}$$

Прийmemo максимальний кут повороту колеса назовні = 40° ;

З графічної побудови знаходимо кут повороту колеса всередину = 30° .

Відповідно для умови повороту автомобіля:

Кут повороту внутрішнього колеса $\theta_B = 40^\circ$;

Кут повороту зовнішнього колеса $\theta_H = 30^\circ$.

Співвідношення кутів повороту лівого та правого коліс:

$$\operatorname{ctg} \theta_H - \operatorname{ctg} \theta_B = \frac{B}{L}, \quad (3.4)$$

де $\theta_H - \theta_B$ – кут повороту коліс назовні та всередину, °;

B – колія, мм;

L – база автомобіля, мм.

$$x = 0,25 \frac{b}{L} + 0,555 \quad (3.5)$$

$$x = 0,25 \frac{1275,5}{2470} + 0,555 = 0,684$$

Відношення довжин важеля трапеції m до довжини поперечної тяги n вибираємо в межах:

$$\frac{m}{n} = 0,12 \dots 0,16$$

Прийmemo відношення $\frac{m}{n} = 0,16$

Кут нахилу важелів рульової трапеції:

$$\phi = \operatorname{arctg} \frac{b}{2 \cdot x \cdot L} \quad (3.6)$$

$$\phi = \operatorname{arctg} \frac{1275,5}{2 \cdot 0,684 \cdot 2470} \approx 68^0$$

Довжина поперечної тяги:

$$n = \frac{b}{1 + 2 \frac{m}{n} \cos \phi} \quad (3.7)$$

$$n = \frac{1275,5}{1 + 2 \cdot 0,16 \cdot \cos 68^0} = 1139 \text{ мм}$$

Розмір коефіцієнта відповідності:

$$\lambda = \frac{\sin \theta_B - \sin \theta_H}{\sin(\theta_B - \theta_H)} \cdot \frac{B}{L} \quad (3.8)$$

$$\lambda = \frac{\sin 40^0 \cdot \sin 30^0}{\sin 10^0} \cdot \frac{1430}{2470} = 1,07$$

Значення коефіцієнта відповідності має лежати у межах $0,9 \dots 1,08$

Довжина важеля трапеції:

$$m = 0,14 \cdot n \quad (3.9)$$

$$m = 0,14 \cdot 1139 = 159,6 \text{ мм.}$$

3.2.2 Визначення передавальних чисел рульового механізму:

Прийmemo, що кількість повних оборотів рульового колеса з нейтрального положення до останнього дорівнює 1,5, таким чином $\alpha = 540^\circ$, звідси:

$$U_{p.m.} = \frac{\alpha}{l_p} \quad (3.10)$$

$$U_{p.m.} = \frac{540}{160} = 3,37$$

3.2.3 Визначимо передавальні числа рульового управління:

$$\theta_{cp \max} = \arctg \frac{L}{\sqrt{R_{\min}^2 - L^2} - 0,5 \cdot B} \quad (3.11)$$

$$\theta_{cp \max} = \arctg \frac{2470}{\sqrt{5200^2 - 2470^2} - 0,5 \cdot 1430} \approx 28^\circ$$

$$U_{p.y.} = \frac{\theta_{p.k. \max}}{\theta_{cp \max}} \cdot 2 \quad (3.12)$$

$$U_{p.y.} = \frac{540}{2 \cdot 28} = 9,6$$

Силове передавальне число рульового керування:

$$U_p = U_{p.m.} \cdot U_{p.n} \cdot \eta_p, \quad (3.13)$$

де $\eta_{p.m.}$ – ККД рульового механізму;

$\eta_{p.n}$ – ККД рульового приводу;

η_p – ККД рульового управління.

$$\eta_p = 0,7 \dots 0,85$$

$$U_p = U_{p.m.} \cdot U_{p.n.} \cdot \eta_p \quad (3.14)$$

$$U_p = 3,37 \cdot 2,84 \cdot 0,85 = 8,14$$

3.2.4 Визначимо передавальні числа рульового приводу:

$$U_{p.n.} = \frac{U_{p.y.}}{U_{p.m.}} \quad (3.15)$$

$$U_{p.n.} = \frac{9,6}{3,37} = 2,84.$$

3.2.5 Розрахунок міцності рульового управління

Момент опору коченню коліс при повороті:

$$Mf = 2fG_k \cdot a, \quad (3.16)$$

де f – коефіцієнт опору коченню = 0,02;

G_k – вага, що припадає на одне колесо, Н;

a – радіус обкатки, мм:

$$a = l - r_c (\varphi + \beta), \quad (3.17)$$

де r_c – статичний радіус колеса;

φ – кут розвалу = 0°;

β – поперечний кут нахилу = 13,24°.

$$a = \frac{B - b}{2} - 3,84; \quad (3.18)$$

$$a = \frac{1430 - 1275,5}{2} - 3,84 = 73,4; \text{мм}$$

$$M_{\phi} = 2 \cdot 0,02 \cdot 4042,5 \cdot 0,0734 = 11,9 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

Момент тертя-крутіння коліс:

$$M_f = 2 \cdot f \cdot G_k \cdot \frac{l_0}{4} = \frac{1}{2} \cdot f \cdot G_k \cdot l_0, \quad (3.19)$$

де f – коефіцієнт зчеплення;

l_0 – плече моменту тертя-повернення, мм.

$$l_0 = 2\sqrt{r_0^2} - \sqrt{r_c^2}, \quad (3.20)$$

де r_0 – вільний радіус колеса.

$$r_c = r_0 = r_d = 0,287 \text{ м},$$

$$l_0 = 2\sqrt{0,287^2} - \sqrt{0,287^2} = 0,287 \text{ м},$$

$$M_f = 11,6 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

Момент опору підйому автомобіля при повороті:

$$M_n = (0,07 \dots 0,15)(M_f + M_{\phi}), \quad (3.21)$$

$$M_n = 0,15 \cdot 23,5 = 3,53 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

Сумарний момент опору повороту:

$$M_{\Sigma} = (1,07 \dots 1,15)(M_f + M_{\phi}) \quad (3.22)$$

$$M_{\Sigma} = 1,15 \cdot 23,5 = 27,03 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

Зусилля на обід рульового колеса:

$$P_o = \frac{M_{\Sigma}}{R_k \cdot U_{p.m} \cdot U_{p.n} \cdot \eta_{p.m} \cdot \eta_{p.n}}, \quad (3.23)$$

де R_k – радіус рульового колеса

Вибираємо з умови, що зусилля на рульовому колесі складе не більше 40 кг

$$P_o = \frac{27,03}{0,16 \cdot 8,13} = 20,8 \text{ Н.}$$

Гальмівний момент:

$$M_m = \frac{G_A}{2} \cdot \varphi \cdot a \frac{a_2 + \varphi \cdot h_g}{L + 0,5\varphi \cdot h_g}, \quad (3.24)$$

де G_A – вага автомобіля, Н;

φ – коефіцієнт зчеплення коліс = 0,9;

a_2 – відстань від центру ваги а/м до задньої осі, мм;

h_g – висота центру ваги автомобіля, мм;

a – радіус обкатки, мм.

$$M_m = 6875 \cdot 0,9 \cdot 0,073 \cdot \frac{1,23 + 0,85 \cdot 0,5}{2,47 + 0,5 \cdot 0,9 \cdot 0,5} = 277,4 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

Зусилля на рульовому колесі:

$$P_{\kappa} = \frac{M_m \cdot \eta_{T.P}}{R_k \cdot U_p}, \quad (3.25)$$

де $\eta_{T.P}$ – зворотний ККД

$$P_{\kappa} = \frac{277,4 \cdot 0,5}{0,16 \cdot 8,13} = 106,62 \text{ Н}$$

3.2.6 Розрахунок рульового валу, важелів, тяг та шарнірів приводу:

Момент на рульовому валу:

$$M = P_{\kappa} \cdot R_k, \quad (3.26)$$

$$M = 106,62 \cdot 0,16 = 17,06 \text{ Н} \cdot \text{м},$$

$$\tau = \frac{M \cdot R_k \cdot 10^2}{W}, \quad (3.27)$$

$$\tau = \frac{17,06 \cdot 16}{3,14 \cdot (0,02)^3} = 10,87 \text{ МПа}.$$

Еквівалентна напруга в небезпечному перерізі:

$$\sigma_e = P_\Omega \sqrt{\frac{q^2}{W_{uz}^2}} + 4 \sqrt{\frac{p^2}{W_{K.P.}^2}}, \quad (3.28)$$

$$\sigma_e = 1187,07 \sqrt{\frac{(0,124)^2 \cdot 32^2}{3,14^2 \cdot (0,02)^6}} + 4 \sqrt{\frac{(0,027)^2 \cdot 16^2}{3,14^2 \cdot (0,02)^6}} = 191,9 \text{ МПа}.$$

Тяги розраховуємо на поздовжню жорсткість:

$$P_{жс} \leq \frac{\pi^2 EJ_i}{l_i^2}, \quad (3.29)$$

де l_i – довжина тяги, мм;

J_i – момент інерції перерізу тяги, Н·м.

$$J_i = \frac{\pi D^4}{64} \left(1 - \frac{d}{D}\right), \quad (3.30)$$

де D і d зовнішній та внутрішній діаметр.

Вважатимемо, що тяги виконані не порожніми, а у вигляді стрижнів, тоді

$$d = 0$$

Бокові тяги:

$$P_{жс} \leq \frac{(3,14)^2 \cdot 2 \cdot 10^6}{(45,5)^2} \cdot \frac{3,14(2,2)^4}{64} = 10947,3 \text{ кг}$$

Кульові пальці:

$$\tau = \frac{4P_{\Omega}}{\pi d^2}, \quad (3.31)$$

де d – діаметр стрижня головки (прийmemo = 12мм).

$$\tau = \frac{4 \cdot 1187,07}{3,14 \cdot (0,012)^2} = 10,5 \text{ МПа}$$

$$\sigma = \frac{P_{\Omega} \cdot h}{W_{32}} = \frac{32P_{\Omega}h}{\pi d^3}, \quad (3.32)$$

де h – висота від центру кульової опори до перерізу переходу сфери в стрижень (прийmemo $h = 12,5$ мм).

$$\sigma = \frac{32 \cdot 1187,07 \cdot 0,0125}{3,14 \cdot (0,012)^3} = 87,5 \text{ МПа}$$

Еквівалентна напруга:

$$\sigma_e = \sqrt{\sigma^2 + 4\tau^2} \quad (1.33)$$

$$\sigma_e = \sqrt{(87,5)^2 + 4(10,5)^2} = 89,98 \text{ МПа}$$

3.2.7 Розрахунок рульового механізму

Тип рульового керування: шестерня-рейка

Вихідні дані для розрахунків:

1. Число зубів шестерні $z_1=7$

для рейкових рульових механізмів зазвичай лежить у межах 6...9

2. Модуль за номограмами $m_1=2,0$

зазвичай із стандартного ряду (1,75;1,9;2,0;...) залежно від ходу рейки та числа оборотів рульового колеса

3. Кут нахилу зуба шестерні $\beta=20^0$

4. Коефіцієнт головки зуба інструменту для виготовлення шестерні $h_{apIII} = 1,5$

5. Коефіцієнт головки зуба інструменту для виготовлення рейки $h_{apP} = 0,82$

6. Коефіцієнт зміщення вихідного контуру мінімальний $x_{\min} = 0,9$

7. Кут вихідного контуру $\alpha_{и.к.}=20^0$

8. Коефіцієнт радіального зазору шестерні $C_1=0,25$ мм

9. Коефіцієнт радіального зазору рейки $C_2=0,25$ мм

10. Діаметр рейки $d=26$ мм

11. Хід рейки $l_p=160$ мм

12. Міжосьова відстань $a=15$ мм

3.2.8 Розрахунок параметрів шестерні:

Мінімальний діаметр ніжки зуба:

$$d_{f_1 \min} = (2x_{\min} \cos \beta_0 + z_1) \frac{m_1}{\cos \beta_0} - 2m_1 h_{apIII} \quad (3.34)$$

$$d_{f_1 \min} = 14,6268 \text{ мм.}$$

Діаметр основного кола:

$$d_{B1} = \frac{z_1 \cdot m_1}{\sqrt{\tan^2 \alpha_0 + \cos^2 \beta_0}}, \quad (3.35)$$

$$d_{B1} = 15,877 \text{ мм}$$

Діаметр початкового кола:

$$d_{01} = \frac{z_1 \cdot m_1}{\cos \beta_0}, \quad (3.36)$$

$$d_{01} = 17,0268 \text{ мм.}$$

Коефіцієнт висоти голівки зуба:

$$h_{a1}^* = h_{apP} - C_1^*, \quad (3.37)$$

$$h_{a1}^* = 0,57$$

Діаметр кола головки зуба:

$$d_{a1} = \frac{d_{B1}}{\cos \alpha_{SK}}, \quad (3.38)$$

прийmemo $\alpha_{SK}=49,2^0$, тоді:

$$d_{a1} = \frac{15,877}{\cos 49,2} = 24,3047 \text{ мм.}$$

Коефіцієнт зміщення вихідного контуру:

$$x_{1\max} = \frac{d_{a1} - d_{01} - 2m_1 h_{a1}^*}{2m_1} \quad (3.39)$$

$$x_{1\max} = 1,249 ,$$

де x_1 вибирається в межах $x_{1\min} < x_1 < x_{1\max}$ ближче до $x_{1\max}$ (за умовою міцності):

$$x_1 = 1,2$$

Діаметр кола головки зуба шестерні d_{a1} при вибраному x_1 :

$$d_{a1} = 2m_1(h_{a1}^* + x_1) + d_{01} \quad (3.40)$$

$$d_{a1} = 24,1 \text{ мм.}$$

Діаметр кола ніжки зуба шестерні:

$$d_{f1} = (2x_1 \cos \beta_{01} + z_1) \frac{m_1}{\cos \beta_{01}} - 2m_1 h_{apIII}^* \quad (3.41)$$

$$d_{f1} = 13,4268 \text{ мм}$$

Висота зуба шестерні:

$$h_1 = \frac{d_{a1} - d_{f1}}{2} \quad (3.42)$$

$$h_1 = 5,3366 \text{ мм}$$

Основний крок:

$$P_b = \pi m_n \cos \alpha_{01} \quad (3.43)$$

$$P_b = 5,901 \text{ мм}$$

3.2.9 Розрахунок параметрів рейки

Кут нахилу зуба рейки:

$$\beta_{02} = \delta - \beta_{01}, \quad (3.44)$$

$$\beta_{02} = -20^\circ.$$

Відстань від осі рейки до середньої лінії зуба прийmemo:

$$r_2 = 5,45 \text{ мм}$$

Висота головки зуба рейки:

$$h_{a2} = r_{a2} - r_2 \quad (3.45)$$

$$h_{a2} = 2,6 \text{ мм}$$

Відстань від осі рейки до лінії ніжки зуба прийmemo:

$$r_{f2} = 3,8 \text{ мм}$$

Висота ніжки зуба рейки:

$$h_{f2} = r_2 - r_{f2} \quad (3.46)$$

$$h_{f2} = 1,65 \text{ мм.}$$

Висота зуба рейки:

$$h_2 = h_{a2} + h_{f2}, \quad (3.47)$$

$$h_2 = 4,25 \text{ мм.}$$

Торцевий крок:

$$P_{t2} = \frac{m_n \pi}{\cos \beta_{02}}, \quad (3.48)$$

$$P_{t2} = 6,68 \text{ мм.}$$

Товщина зуба рейки у ніжки:

$$S_{fn2} = 2 (r_2 - r_{f2}) \operatorname{tg} \alpha_0 + 0,5 \pi m_n \quad (3.49)$$

$$S_{fn2} = 4,341 \text{ мм}$$

Мінімальна кількість зубів рейки:

$$z_{2\min} = \frac{l_p - l_q}{P_{t2}}, \quad (3.50)$$

$$z_{2\min} = 23,77.$$

Втрата довжини:

$$l_p = 2 \{ [(l_2 - l_s) \cdot |\sin \delta| + l_b] |\operatorname{tg} \beta_{02} + \operatorname{tg} \delta| + \frac{l_s}{\cos \delta} \} \quad (3.51)$$

$$l_p = 1,2066 \text{ мм.}$$

Відстань від осі рейки до активної лінії голівки зуба:

$$r_{Na2} = r_2 + m_n h_{apIII} - m_n C_2 \quad (3.52)$$

$$r_{Na2} = 7,95 \text{ мм.}$$

Відстань від осі рейки до лінії головки рейки зуба:

$$r_{a2} = r_{Na2} + 0,1, \quad (3.53)$$

$$r_{a2} = 8,05 \text{ мм.}$$

Товщина голівки зуба рейки:

$$S_{an2} = 0,5 \pi m_n - (r_{Na2} + 0,1 - r_2) 2 \operatorname{tg} \alpha_0, \quad (3.54)$$

$$S_{an2} = 1,476 \text{ мм.}$$

3.3 Перевірочний розрахунок на міцність зубчастого зачеплення

Статичне навантаження від рульового колеса $M_d = \pm 180 \text{ Н} \cdot \text{м}$

3.3.1 Розрахунок сил зчеплення

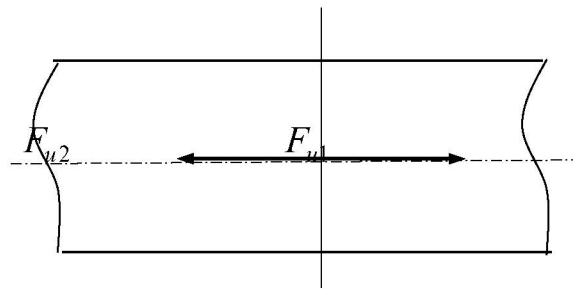


Рисунок 3.2

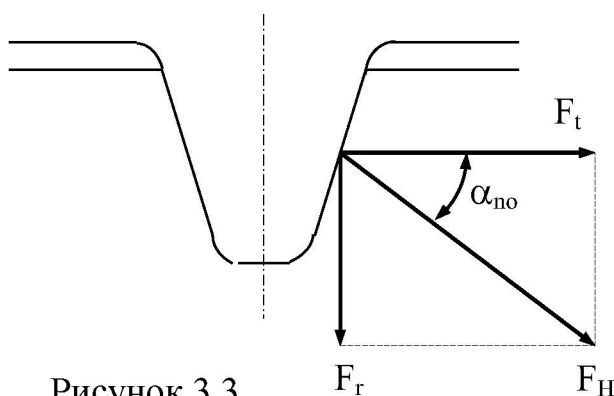


Рисунок 3.3

Індекс 1 відноситься до шестирні,
2 – до рейки.

$\alpha_{no} = 20^\circ$ - кут зачеплення

$\beta_{o1} = 0^\circ$ - кут нахилу зуба (прямозуба

$d_{o1} = 13,3$ – дільний діаметр шестирні мм;

F_u – згинальна сила, Н;

F_r – радіальна сила, Н;

F_t – тангенційна сила, Н;

F_n – нормальна сила, Н.

$$F_{u1} = F_{u2} = \frac{2M_d}{d_{01}}, \quad (3.55)$$

$$F_{u1} = F_{u2} = \frac{2 \cdot 180}{13,3 \cdot 10^{-3}} = 27067 \text{ Н},$$

$$F_{t1} = F_{t2} = F_{u1} = 27067 \text{ Н},$$

Так як кут $\beta_{o1} = 0^\circ$:

$$\left(F_t = \frac{F_u}{\cos \beta_{o1}} \right) \quad (3.56)$$

$$F_r = F_{t1} \cdot \operatorname{tg} \alpha_{no} = 27067 \cdot 0,36397 = 9851 \text{ Н}.$$

3.3.2. Навантаження на рейку

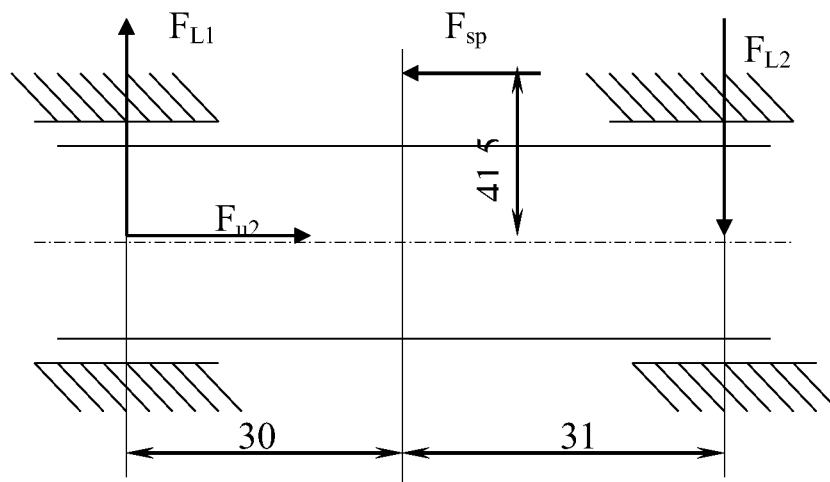


Рисунок 3.4

$$F_{sp} = F_{u2} = 27067 \text{ Н}$$

$$1. \quad \sum M = 0 \quad F_{L2} \cdot 618 - F_{sp} \cdot 41,5 = 0,$$

$$F_{L2} = \frac{F_{sp} \cdot 41,5}{618} = \frac{27067 \cdot 41,5}{618} = 1817,6 \text{ Н};$$

$$2. \quad \Sigma M = 0 \quad F_{L1} \cdot 618 - F_{sp} \cdot 41,5 = 0,$$

$$F_{L1} = F_{L2} = 1817,6 \text{ Н.}$$

3.3.3. Схема розподілу сил та моментів

$$M_{\epsilon \text{ max}} = F_{sp} \cdot 41,5 \cdot 10^{-3}; \quad (3.57)$$

$$M_{\epsilon \text{ max}} = 27067 \cdot 41,5 \cdot 10^{-3} = 1123,280 \text{ Н} \cdot \text{м.}$$

Напруга вигину рейки

$$\sigma_{\epsilon} = \frac{M_{\epsilon}}{W_{\epsilon}}; \quad (3.58)$$

$$W_{\epsilon} = \frac{\pi \cdot d^3}{32}; \quad (3.59)$$

$$W_{\epsilon} = \frac{3,14 \cdot 26^3}{32} = 1725,5 \text{ мм}^3;$$

$$\sigma_{\epsilon} = \frac{1123280}{1725,25} = 650,98 \text{ Н/мм}^2;$$

$$\sigma_{\epsilon \text{ разрыв}} = 950 \text{ Н/мм}^2;$$

$$[\sigma_{\epsilon}] = 790 \text{ Н/мм}^2.$$

Коефіцієнт запасу міцності

$$S = \frac{950}{790} = 1,2; \quad (3.60)$$

3.3.4. Радіальне навантаження на підшипник опори шестерні

$$F_R = \sqrt{F_{u1}^2 + (F_{r1} + F_{L1})^2} = \sqrt{27067^2 + (9851 + 1817,6)^2} = 29475 \text{ Н} \quad (3.61)$$

$$\gamma = \arctg \frac{F_u}{F_{r1} + F_{L1}} = \arctg \frac{27067}{11668,6} = 66,7^\circ; \quad (3.62)$$

$$\gamma = \arctg \frac{27067}{11668,6} = 66,7^\circ.$$

де F_{RV} – радіальне навантаження роликового підшипника, Н;

F_{RR} – радіальне навантаження кулькового підшипника, Н.

$$F_{RV} = \frac{F_R \cdot 26}{48}; \quad (3.63)$$

$$F_{RV} = \frac{29475 \cdot 26}{48} = 15965 \text{ Н};$$

$$F_{RR} = F_R - F_{RV} \quad (3.64)$$

$$F_{RR} = 29475 - 15965 = 13510 \text{ Н}.$$

3.3.5. Максимальні сили, що діють на підшипник і виявляються під час навантаження.

Таблиця 2

Радіальний кульковий підшипник		Односторонній закритий голковий підшипник без внутрішнього кільця, F_{RN} , Н
F_a , Н	F_{RR} , Н	
0	13510	15820

Евольвентне статичне навантаження радіального шарикопідшипника:

$$P = X_S \cdot F_{RR} + Y_S \cdot F_{a1}, \quad (3.65)$$

де $X_S = 1$; $Y_S = 0,75$;

$$P = 13510 + 0,75 \cdot 0 = 13510 \text{ Н}$$

Коефіцієнти працездатності:

C – при динамічному навантаженні;

C_o – при статичному навантаженні;

C_e – руйнівне навантаження, $C_e = 10 C_o$.

Для радіального шарикопідшипника:

$$C = 4650 \text{ Н};$$

$$C_o = 2800 \text{ Н};$$

$$C_e = 28000 \text{ Н};$$

Коефіцієнт запасу міцності від зносу

$$S = \frac{C_e}{P}; \quad (3.66)$$

$$S = \frac{28000}{13510} = 2,07..$$

Втулка голка (односторонній закріплений голковий підшипник без внутрішнього кільця)

$$C = 6191 \text{ Н},$$

$$C_o = 4365 \text{ Н},$$

$$C_e = 43650 \text{ Н}.$$

Запас міцності від розлому із формули (3.67):

$$S = \frac{43650}{13510} = 3,23.$$

4 ОХОРОНА ПРАЦІ

На дільниці розробки та виготовлення механізму рульового керування транспортного засобу діють небезпечні та шкідливі виробничі фактори фізичної, хімічної та психофізичної груп.

Фізичні небезпечні та шкідливі виробничі фактори:

- рухомі машини та механізми, рухомі частини виробничого обладнання;
- підвищена запиленість та загазованість робочої зони;
- підвищена температура поверхонь обладнання та матеріалів;
- підвищена або понижена температура повітря робочої зони;
- недостатня освітленість робочої зони;
- відсутність або нестача природного освітлення;
- підвищена або понижена вологість повітря;
- підвищений рівень шуму на робочому місці.

Хімічні небезпечні та шкідливі виробничі фактори:

- загально токсичні;
- подразнюючі, ці фактори виникають внаслідок застосування в виробництві змашувально-охолоджувальних рідин для нормальної роботи ріжучого інструменту і можуть бути причиною хронічних та гострих отруєнь; в зв'язку з цим санітарні правила при роботі із змашувально-охолоджуючими рідинами (ЗОР) і технологічними мастилами (ТМ) передбачають наступний перелік хімічних з'єднань, які потребують гігієнічного контролю, в повітрі робочої зони при експлуатації ЗОР (водорозчинних та на основі масел) та ТМ: аерозоль мастила, вуглеводи граничні та неграничні, окись вуглецю – при застосуванні ЗОР на основі мастила, а також супроводжуючі газовиділення: сірчастий вуглець, хлористий вуглевод, триетаноламін, нітрат натрію, трьохвалентний хром, жирні ефіри, акролеїн, меркаптани, формальдегід, вищі спирти. Їх граничне допустима концентрація повинна не перевищувати (1мг/м^3).

Психофізіологічні небезпечні та шкідливі виробничі фактори, що можуть бути на дільниці:

- нервово-психічні перевантаження (так як спеціалізація оброблених деталей широка і від робітника вимагається необхідна установка та зняття деталей з робочого стола верстату, виконання і контроль необхідних для кожної деталі режимів різання, що веде до розумових перевантажень);

- фізичні перевантаження (статичні).

Біологічні шкідливі виробничі фактори на дільниці відсутні.

4.1. Технічні рішення з безпечної експлуатації об'єкта

4.1.1 Технічні рішення з безпечної організації робочих місць

Вимоги безпеки до технологічних процесів визначаються безпекою виробничого обладнання, технологічних операцій і матеріалів, що використовуються.

Вимоги безпеки до виробничого обладнання забезпечуються правильним вибором принципів дії кінематичних схем, конструктивних рішень, параметрів робочих процесів, використанням засобів механізації та автоматизації, застосуванням спеціальних охоронних засобів, дотриманням ергономічних вимог, включенням специфічних вимог безпеки в технологічну документацію. Для забезпечення безпеки повинні передбачатися пристрої, які б виключали можливість проникнення робітника в небезпечну зону обладнання а також послабляли або виключали б дію небезпечного фактору. Конструктивні частини обладнання повинні передбачати пристрої, які б виключали можливість їх випадкового пошкодження, що могло б викликати небезпеку. Рухомі частини обладнання, що представляють небезпеку для працюючих повинні огорожуватися або оснащатися іншими засобами захисту.

4.1.2 Електробезпека

Безпека праці забезпечується виготовленням верстатів у відповідності вимогами до електрообладнання:

– обладнання повинно бути обов'язково занулено, що зменшить небезпеку ураження електричним струмом працюючих. Занулення – це передбачене електричне з'єднання із нульовим захисним провідником металевих не струмонесучих частин, які можуть знаходитися під напругою. У відповідності із ПУЕ занулення застосовується і являє собою ефективну міру захисту при живленні електрообладнання від трифазних чотирьох провідних мереж із заземленою нейтраллю.

Приміщення відносяться (класифікуються по небезпеці ураження струмом) до приміщень із особливою небезпекою, так як одночасно мають в наявності слідуєчі умови підвищеної небезпеки: наявність струмопровідного пилу, наявність струмопровідної підлоги, можливість одночасного дотику людини до металевих частин конструкції і обладнання;

– в електричних схемах обладнання повинно бути передбачено блокуючі пристосування на випадок падіння чи збільшення напруги у електричній мережі.

Для запобігання враженню робітників електричним струмом при роботі вжито наступних заходів:

–забезпечено недоступність струмоведучих частин електрообладнання; зовнішні проводи розміщено у металевих трубах, для виключення випадкового пошкодження ізоляції на них, всю електроавтоматику розміщено у електрошафі чи у спеціальних нішах станини. Дверці оснащено відповідними надписами і знаками;

– для захисту від струмів короткого замикання застосовано вимикальні автомати і плавкі запобіжники.

4.2. Технічні рішення з гігієни праці та виробничої санітарії

4.2.1. Мікроклімат

Роботи, що виконуються на ділянці виконання технологічного процесу відновлення та зміцнення вала 322-03-09 відносяться до категорії робіт Пб – середньої важкості. Вони пов'язані з процесами відновлення та зміцнення

деталей, їх збиранням та розбиранням. Ці роботи пов'язані з середнім фізичним навантаженням.

Температура, відносна вологість, швидкість руху повітря це параметри, що характеризують мікроклімат в приміщенні.

Норми з [15] визначають оптимальні і допустимі норми цих параметрів в залежності від категорії робіт, періоду року. Числові значення цих норм додано в таблицю 4.1.

Таблиця 4.1 – Оптимальні і допустимі норми параметрів мікроклімату в приміщенні

Період року	Категорія	Температура, °C			Відносна вологість, %		Швидкість руху повітря, м/хв	
		Оптим.	Допустима		Оптим.	Допуст.	Оптим.	Допуст.
			Верхня гран.	Нижня гран.				
Холод	ІІб	17-19	21	15	40-60	75	0.3	0.4
Тепло	ІІб	20-22	27	16	40-60	70	0.4	0.5

Для нормалізації мікроклімату в виробничому приміщенні необхідно улаштувати вентиляцію і опалення. Інтенсивність опромінення 100Вт/м^2 .

Опромінення людського тіла не більше 25%.

На ділянці характерне забруднення повітря виробничих приміщень отруйними газами та парами.

Попадаючи в організм людини шкідливі речовини негативно діють на людину. Концентрація шкідливих речовин у повітрі робочої зони не повинна перевищувати значень приведених у табл. 4.2 [16].

Контроль вмісту шкідливих речовин у повітрі робочої зони проводиться на найбільш характерних робочих місцях. При однаковому обладнанні, або при виконанні однакових операцій контроль проводиться вибірково на окремих робочих місцях, розташованих в центрі і по периферії приміщення. Система вентиляції приміщення буде комбінована, тобто буде поєднувати в собі механічну і природну, організовану вентиляцію.

Таблиця 4.2 – Допустимі показники шкідливих речовин повітря робочої зони

Назва речовини	Величина ГДК, мг/м ³	Переважний агрегатний стан в умовах	Клас небезпеки	Особливості дії на організм
Мастила мінеральні нафтові	5	а	III	
Кремнію діоксид аморфний у вигляді аерозолу конденсації при вмісту від 10 до 60%	2	а	III	Ф
Бензапірен	0,00015	а	I	К
Альдегід масляний	5	п	III	
Вуглеводні аліфатичні C ₁ -C ₁₀ (в перерахунку на С)	300	п	IV	
Молібдену розчинні з'єднання у вигляді аерозолу конденсації	2	а	III	

Механічна вентиляція буде здійснюватиметься за рахунок вентилятора з приводом від електродвигуна. При обертанні вентилятора створюється різниця тиску, в результаті чого повітря переміщується з переміщення(витяжна вентиляція) і в приміщення (поточна вентиляція).

Приточна вентиляція забезпечуватиме приток чистого повітря в приміщення, а витяжна вентиляція забезпечуватиме видалення забрудненого повітря назовні.

Природна вентиляція здійснюватиметься за рахунок різниці густини повітря, що виникатиме за рахунок різниці температури повітря, а також за рахунок енергії вітру.

4.2.2 Освітлення

При виконанні в приміщенні робіт ІІБ розряду слід приймати систему комбінованого освітлення E=350 (лк) [17].

Характеристика зорової роботи - середньої точності; найменший розмір об'єкту від 0,3 (мм) до 0,5 (мм); розряд та під розряд зорової роботи ІІБ; освітленість при комбінованому освітленні 350 (лк).

Освітлення робочої поверхні, що здійснюється світильниками загального освітлення в системі комбінованого освітлення повинно складати 10(%) від тієї, що нормується для комбінованого освітлення при тих джерелах світла, що використовуються для місцевого освітлення. При цьому найменші і найбільші значення освітленості приймаються згідно табл. 4.3.

Таблиця 4.3 – Граничні значення освітленості

Лампи	Освітленість від світла загального освітлення в системі комбінованого, лк	
	найбільша	найменша
Газорозрядні	500	150
Розжарювання	100	50

Для загального освітлення в системі комбінованого слід передбачити, як правило, газорозрядні лампи незалежно від типу джерела світла місцевого освітлення.

При проектуванні загального освітлення (незалежно від системи освітлення) на підставі техніко-економічних розрахунків, слід приймати мінімально нерівномірність освітленості в зоні розташування робочих місць, при цьому відношення максимальної освітленості до мінімальної не повинно перевищувати для робіт I - III розрядів при люмінесцентних лампах 1,5; при інших джерелах світла-2.

При виконанні в приміщеннях робіт 1-V розрядів освітленість проходів та дільниць де роботи не виконуються, повинна складати не менше 25(%) освітленості, що створюються світильниками загального освітлення на робочому місці, але не менше 75(лк) при газорозрядних лампах.

Аварійне освітлення передбачається, якщо відключення робочого освітлення може викликати:

- порушення норм обслуговування обладнання;
- тривале порушення технологічного процесу;
- порушення роботи пристроїв вентиляції і кондиціонування повітря для виробничих приміщень.

4.2.3 Виробничий шум

Джерелом шуму на ділянці є працююче обладнання, верстати, установки та системи вентиляції.

За характером спектру шум на ділянці широкополосний із безперервним спектром шириною більше октави. За часовими характеристиками шум постійний, так як рівень звуку за восьмигодинний робочий день змінюється в часі не більш, ніж на 5 дБА. За походженням шум механічний (від працюючого обладнання) і аеродинамічний (від вентиляційних установок). Характеристикою шуму на робочих місцях є рівні звукового тиску (дБ) в октавних смугах з середньгеометричними частотами 31,5, 63, 125, 250, 500, 1000, 2000, 4000, 8000 Гц. Допускається в якості характеристики постійного широкополосного шуму на робочих місцях при орієнтовній оцінці приймати рівень звуку (дБА), виміряний на тимчасовій характеристиці "повільно" шумоміра по [18].

Гранично допустимий спектр шуму на робочих місцях на відновлювальній ділянці приведений у табл. 4.4.

Таблиця 4.4 – Допустимий спектр шуму на робочих місцях

Вид трудової діяльності	Октавні рівні звукового тиску, дБ на середньгеометричних частотах, Гц									Рівні звуку та еквівалентні рівні звуку, дБА
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
На постійних робочих місцях	107	95	87	82	78	75	73	71	69	80

Для зменшення шуму на ділянці використовують архітектурно-планувальні методи захисту. Сюди відноситься раціональне розміщення

технологічного обладнання, верстатів, раціональне розміщення робочих місць, раціональне акустичне планування зон і режиму руху транспорту, створення різних шумозахищених зон в різних місцях знаходження людей.

Вимоги по допустимому рівню шуму виконуються.

4.2.4 Виробничі вібрації

Вібрація характеризується такими показниками як віброшвидкість, віброприскорення, рівень віброшвидкості, рівень віброприскорення. Від систем вентиляції та іншого обладнання на працюючих може діяти вібрація.

Категорія вібрації 3 тип "а" - технологічна на робочих місцях. Критерій оцінки - межа зниження продуктивності праці. На працюючих діє локальна і загальна вібрація. Вона передається через руки працюючих і через підшви ніг.

Санітарні норми одночислових показників вібраційного навантаження на працюючого при тривалості зміни 8 год приведені в табл. 4.5 [19].

Таблиця 4.5 – Норми вібраційного навантаження

Вид вібрації	Категорія вібрації за санітарними нормами	Напрямок дії	Нормативні коректовані за частотою та еквівалентні коректовані значення			
			Віброприскорення		Віброшвидкість	
			м/с ²	дБ	м/с · 10 ⁻²	дБ
Локальна	-----	X _n ; Y _n ; Z _n	2,0	126	2,0	112
Загальна	3 тип "а"	X ₀ ; Y ₀ ; Z ₀	0,1	100	0,2	92

Для зменшення вібрації, яка передається на робочі місця, обладнання на ділянці встановлено на віброізоляторах. Вентилятори систем вентиляції також встановлюють на віброізолятори і розміщують поза приміщеннями.

Вимоги по допустимому рівню вібрації виконуються.

4.3 Технічні рішення з пожежної безпеки

За ступенем вогнестійкості приміщення відноситься до I ступені – приміщення з несучими і огорожуючими конструкціями з природних чи

штучних матеріалів, бетону, залізобетону з використанням листових чи плитних перегороджуючи матеріалів.

Пожежі на виробничих підприємствах являють собою велику небезпеку для працюючих і можуть спричинити велику матеріальну шкоду. Можливими причинами виникнення пожеж можуть бути: порушення технологічного режиму, несправність системи опалення і вентиляції, несправність електрообладнання (коротке замикання, перевантаження), несправність замираючої арматури, самозапалення матеріалів, схильних до горіння. У відповідності з [23] усі виробництва поділяються на декілька категорій по пожежній вибуховій і вибуховопожежної безпеки. Дільниця відноситься до категорії Д - виробництво, в якому оброблюються негорючі речовини і матеріали в холодному стані (табл.4.6)

Таблиця 4.6 – Визначення категорії приміщення

Категорія приміщення	Допустима кількість поверхів	Ступінь вогнестійкості	Площа поверхів в межах пожежного відділення, м ²
Д	6	1	не обмежується

Таблиця 4.7 – Мінімальні границі вогнестійкості і максимальні границі розповсюдження вогню, см

Стіни				Колони	Поверхові площадки, косовури, балки, марші поверхових клітин	Ненесучі конструкції перекриття	Елементи покриття
Несучі та поверхових клітин	Само-несучі	Зовнішні не несучі	Внутрішні не несучі (перегородки)				
2,5/0	1,25/ 0	0,5/0	0,5/0	2,5/0	1 /О	1 /О	0,5/0

При проектуванні виробничих приміщень передбачаємо безпечну евакуацію людей на випадок виникнення пожежі у відповідності з [23]: висота від підлоги донизу виступаючих конструкцій перекриття повинна бути не менше 2,2 (м); висота від підлоги донизу виступаючих частин комунікацій і

обладнання в місцях регулярного надходження людей і на шляхах евакуацій не менше 2(м), а в місцях нерегулярного приходу людей - не менше 1,8 (м).

Кількість евакуаційних виходів не повинна складати менше двох з кожного поверху. Евакуаційні виходи повинні розташовуватись окремо. Кількість людей на 1(м) евакуаційного виходу (дверей) для приміщень I ступені вогнестійкості категорії Д - 260 чоловік.

Таблиця 4.8 – Відстань до виходу.

Розміщення виходів	Категорія приміщення	Ступінь вогнестійкості	Відстань по коридорам до виходу, м
Між двома зовнішніми виходами	Д	1	Більше/120

Для запобігання пожеж необхідно провести ряд заходів по техніці безпеки:

- установити пожежні сповісники;
- навчити робітників елементарним правилам та основам вогнегасіння;
- проводити своєчасні профілактичні огляди і випробовування обладнання;
- підвести на ділянку аварійне водопостачання;
- установити повний комплекс пожежного щита.

ВИСНОВКИ

В бакалаврській кваліфікаційній роботі розроблено механізм рульового керування транспортного засобу з покращеними технічними характеристиками, а саме шляхом раціонального підбору матеріалу зубчастої рейки та шестерні з відповідною термічним обробленням забезпечено покращення довговічності на 10%. Під час виконання роботи був виконаний теоретичний аналіз існуючих конструкцій механізмів рульового керування, визначено позитивні та негативні властивості кожної із конструкцій та встановлено сфери застосування кожного із типів рульових механізмів.

Патентно-інформаційний огляд підтвердив актуальність теми бакалаврської кваліфікаційної роботи, адже було встановлена велика кількість патентних джерел, що засвідчило високу актуальність теми роботи та перспективність такого типу розробок. Під час дослідження було обрано як об'єкт роботи саме механізм типу рульова рейка, як одна з найбільш перспективних конструктивних схем рульових механізмів, що використовується на різноманітних транспортних засобах.

Аналіз причин поломок свідчить, що використання якісних конструкційних та мастильних матеріалів з дотриманням правил експлуатації більшість поломок рульового механізму можна уникнути, лише проблемно протидіяти механічним пошкодженням внаслідок ударних навантажень. На нашу думку ефективним засобом протидії ударному навантаженню є впровадження конструктивних рішень, які забезпечать амортизаційний зв'язок між шестернею і зубчастою рейкою. Тому в майбутньому планується розробити демпферний пристрій для рульового керування, який буде захищати зубчасту пару від шкідливого впливу ударних та вібраційних навантажень в процесі експлуатації.

В пояснювальній записці представлено результати виконання конструкторський розрахунків, на основі який була виконана ілюстративна частина.

Для забезпечення безпечної експлуатації розробленого рульового механізму транспортного засобу розроблені відповідні заходи з охорони праці у відповідності до діючих нормативних документів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Кубіч В. І. Конструкції рульового керування автомобілів : навч. посіб. – Запоріжжя : НУ «Запорізька політехніка», 2023. – 227 с.
2. Вахламов В. К. Теорія і конструкція автомобіля і двигуна: Підручник для студентських установ середньої професійної освіти / В. К. Вахламов, М. Г. Шатров, А. А. Юрчевській. [під ред. А. А. Юрчевського]. - 2-ге вид., – М.: Видавничий центр «Академія», 2005. – 816 с.
3. Коробочка О.М. Основи розрахунків, проектування і експлуатації технологічного обладнання для автомобільного транспорту: Навч. посібник / Коробочка О.М., Скорняков Е.С., Сасов О.О. – Дніпродзержинськ: ДДТУ, 2007– 252 с
4. Підйомно-транспортні машини: Підручник / Ю.Г. Козуб, С.В. Маслійов – Старобільськ: вид-во ДЗ „ЛНУ імені Тараса Шевченка”, 2018. – 277с.
5. Рудь Ю.С. Основи конструювання машин: Підручник для студентів інженерно-технічних спеціальностей вищих навчальних закладів. 2-е вид., переробл. - Кривий Ріг: Видавець ФОП Чернявський Д.О., 2015. – 492 с.; з іл. ISBN 978-617-7250-29-5
6. Лудченко О.А. Технічне обслуговування і ремонт автомобілів: Підручник. – К.: Знання-Прес, 2003. – 511с. ISBN 966-7767-38-8
7. Тарара А. М. Проектування і конструювання об'єктів техніки : навчальний посібник. Київ : КОНВІ ПРІНТ, 2019. 144 с.
8. Пат. №142530 Україна, МПК (2018.01) B62D5/06. Гідростатичний рульовий механізм транспортного засобу / Підгаєцький М.М., Апаракін А.Р.; заявник і власник Центральнотехнічний національний технічний університет – U202000014; заявл. 02.01.2020; опуб. 10.06.2020, Бюл. №11.
9. Пат. №86521 Україна, МПК (2013.01) B62BD5/06. Гідравлічний рульовий механізм транспортного засобу / Іванов М.І, заявник і власник Вінницький національний аграрний університет – u 201301264; заявл. 04.02.2013; опуб. 10.01.2014, Бюл. №1.

10. Пат. №62864 Україна, B62BD5/06. Рульовий механізм транспортного засобу з вмонтованим гідропідсилювачем / Бахмач Є.С., заявник і власник Бахмач Є.С. u2003108893; заявл. 01.10.2003; опуб. 15.12.2003, Бюл. №12.
11. https://avtodoctor.com.ua/ua/blog/polomki-rulevykh-reyek-i-kak-ikh-izbezhat/?utm_source=chatgpt.com
12. https://master.shop/articles/shoo-ne-tak-z-kermovoyu-rejkoyu?utm_source=chatgpt.com
13. https://spro.kiev.ua/rulovi-rejky-nespravnosti-i-vidnovl/?utm_source=chatgpt.com
14. Мархель І. І. Деталі машин : навчальний посібник / І. І. Мархель – К. : Алерта, 2017. – 368 с.
15. ДСН 3.3.6.042-99 Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень. URL: <http://mozdocs.kiev.ua/vie>.
16. ДБНВ.2.5-67:2013. Опалення, вентиляція та кондиціонування. К. : Мінрегіонбуд України, 2013.
17. ДСН 3.3.6.037-99 Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку.
18. ДСТУ 2272:2006 Пожежна безпека. Терміни та визначення основних понять. URL: https://ammokote.com/wp-content/uploads/2020/08/DSTU_2272_2006.pdf.
19. ДСТУ 8828:2019 Пожежна безпека. Загальні положення. URL: <https://dwg.ru/dnl/15125>.
20. ДБН В.1.1-7:2016 Пожежна безпека об'єктів будівництва. Загальні вимоги. URL: http://www.poliplast.ua/doc/dbn_v.
21. ДСТУ Б В.1.1-36:2016 Визначення категорій приміщень, будинків та зовнішніх установок за вибухопожежною та пожежною небезпек. URL: https://dbn.co.ua/load/normativy/dstu/dstu_b_v_1_1_36/5-1-0-1759.

ДОДАТОК А
(обов'язковий)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри ГМ

д. т. н., професор Поліщук Л.К.

(підпис)

« ____ » _____ 2025

ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ

На розробку механізму рульового керування транспортного засобу

Розробив студент, групи 1ГМ – 216

Спеціальності 133

«Галузеве машинобудування»

Барабаш П.М.

« ____ » _____ 2025

Керівник: к.т.н., доцент

Слабкий А.В.

1 Найменування і область застосування

Найменування – механізм рульового керування транспортного засобу.

2 Підстава для виконання роботи

Підставою для розробки даної роботи є індивідуальне завдання на бакалаврську кваліфікаційну роботу та наказ ректора по ВНТУ про закріплення тем.

3 Мета і призначення дослідження

Метою є розробка механізму рульового керування транспортного засобу. Призначення розробки – керування транспортного засобу.

4 Джерела розробки

4.1 Кубіч В. І. Конструкції рульового керування автомобілів : навч. посіб. – Запоріжжя : НУ «Запорізька політехніка», 2023. – 227 с.

4.2 Вахламов В. К. Теорія і конструкція автомобіля і двигуна: Підручник для студентських установ середньої професійної освіти / В. К. Вахламов, М. Г. Шатров, А. А. Юрчевскій. [під ред. А. А. Юрчевського]. - 2-ге вид., – М.: Видавничий центр «Академія», 2005. – 816 с.

4.3 Коробочка О.М. Основи розрахунків, проектування і експлуатації технологічного обладнання для автомобільного транспорту: Навч. посібник / Коробочка О.М., Скорняков Е.С., Сасов О.О. – Дніпродзержинськ: ДДТУ, 2007– 252 с

4.4 Мархель І. І. Деталі машин : навчальний посібник / І. І. Мархель – К. : Алерта, 2017. – 368 с.

4.5 Рудь Ю.С. Основи конструювання машин: Підручник для студентів інженерно-технічних спеціальностей вищих навчальних закладів. 2-е вид., переробл. - Кривий Ріг: Видавець ФО-П Чернявський Д.О., 2015. – 492 с.; з іл. ISBN 978-617-7250-29-5

4.6 Павлище В. Т. Основи конструювання та розрахунок деталей машин / В. Т. Павлище – Львів : Афіша, 2004. – 578 с.

5 Показники призначення:

Маса, що припадає на керовані колеса	$m = 825$ кг
Колія передньої осі	$B = 1430$ мм
База транспортного засобу	$L = 2470$ мм
Мінімальний радіус повороту	$R_{\min} = 5200$ мм

5.1 Технічні вимоги

- регулювання органів управління – безступінчасте;
- вимоги монтажно-ї придатності до продукції – поставка в зібраному вигляді;
- маса продукції – до 100кг;
- захист від вологи, шкідливих випаровувань та корозії, здійснюється за рахунок герметичності та покриттів;
- складові частини конструкції взаємозамінні;
- деталі, вузли механізму рульового керування транспортного засобу, повинні виготовлятися з матеріалів стійких до дії миючих засобів, мастила, цементу;
- система керування – логістичний контролер чи механічна система.

5.2 Вимоги до надійності:

довговічність – не менше 6 тис. год; безвідмовність – напрацювання на відмову – 1 тис. год; збереженість – повинна забезпечуватися працездатність в режимі очікування, роботи, консервації; ремонтпридатність – компоновочне рішення повинно бути таким, що забезпечує легкодоступність до деталей, які вірогідно можуть мати найменший термін служби (підшипник) та відносно простий їх ремонт.

5.3 Вимоги до технологічності розробки, виробництва і експлуатації - конструкція деталей механізму рульового керування транспортного засобу повинна бути такою, щоб забезпечувати їх виготовлення без застосування спеціального обладнання і устаткування.

5.4 Вимоги до рівня уніфікації і стандартизації, вимоги до використання стандартних, уніфікованих і запозичених складальних одиниць і деталей при розробці, показники рівня уніфікації – по можливості під час розробки конструкції механізму рульового керування транспортного засобу використовувати уніфіковані деталі і стандартні вироби.

5.5 Вимоги безпеки життєдіяльності – забезпечується безпека під час монтажу і ремонту. Допустимі рівні вібраційних і шумових навантажень, допустимі випаровування робочої рідини у відповідності з санітарними нормами. Повинні бути розроблені заходи, що забезпечують технічну безпеку під час монтажу, експлуатації і ремонту механізму рульового керування транспортного засобу.

5.6 Конструкція повинна відповідати естетичним і ергономічним вимогам, повинна бути зручною в обслуговуванні та управлінні.

5.7 Матеріали, що використовуються для деталей механізму рульового керування транспортного засобу слід вибирати відповідно до рекомендацій, що застосовують під час виготовлення обладнання, що працює у важких умовах.

5.8 Умови експлуатації, вимоги до технічного обслуговуванню і ремонту:

- умови експлуатації, при яких повинно забезпечуватися використання продукції з заданими технічними показниками – продукція призначена для використання у середньоширотних кліматичних умовах;

- час підготовки продукції до використання після транспортування і зберігання – 1 год;

- вид обслуговування періодичний;

-періодичність і орієнтовна трудомісткість технічного обслуговування і ремонту – 1 день (один раз в три місяці);

5.9 Вимоги по транспортуванню і збереженню

-можливість транспортування на будь-якому виді транспортних засобів

-захист від ударів під час завантаження і розвантаження

-зберігання на складі готової продукції

-зберігання у законсервованому вигляді

-складування на стелажах.

6 Етапи НДР і терміни їх виконання:

- Дослідити тенденції розвитку механізмів рульового керування транспортних засобів;

- Виконати патентно-інформаційний огляд аналогічного обладнання;

-Базуючись на результатах теоретичного дослідження проблематики теми роботи розробити конструкцію розробку механізму рульового керування транспортного засобу;

- Визначити основні поломки механізмів рульового керування транспортних засобів;

-Запропонувати заходи з охорони праці для безпечної експлуатації розробленої конструкції розробку механізму рульового керування транспортного засобу.

- висновки.

- оформлення текстових документацій та ілюстративних матеріалів для захисту бакалаврської кваліфікаційної роботи.

7Порядок контролю і прийомки

- попередній захист БКР.

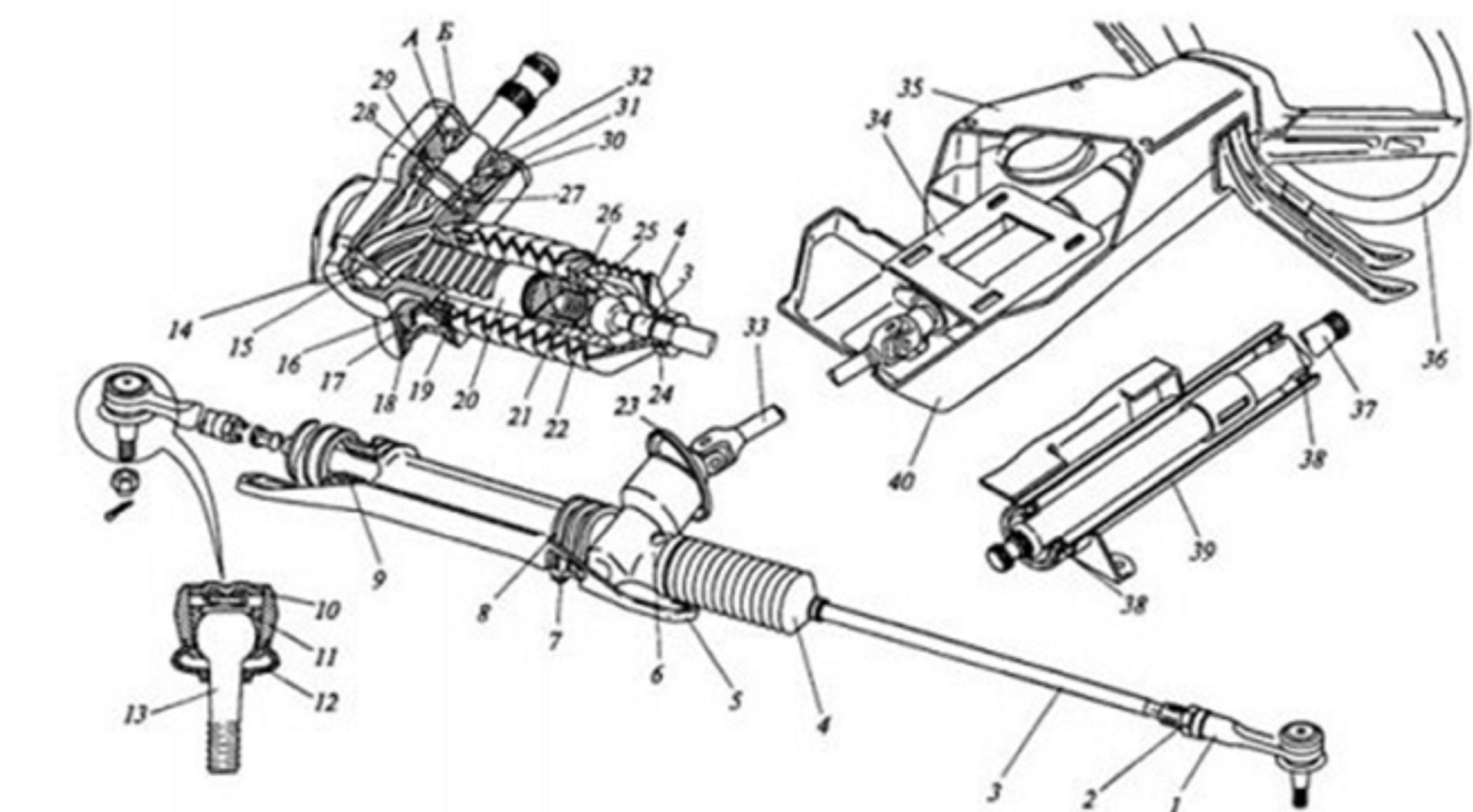
- захист БКР.

Додаток Б (обов'язковий)

ІЛЮСТРАТИВНА ЧАСТИНА

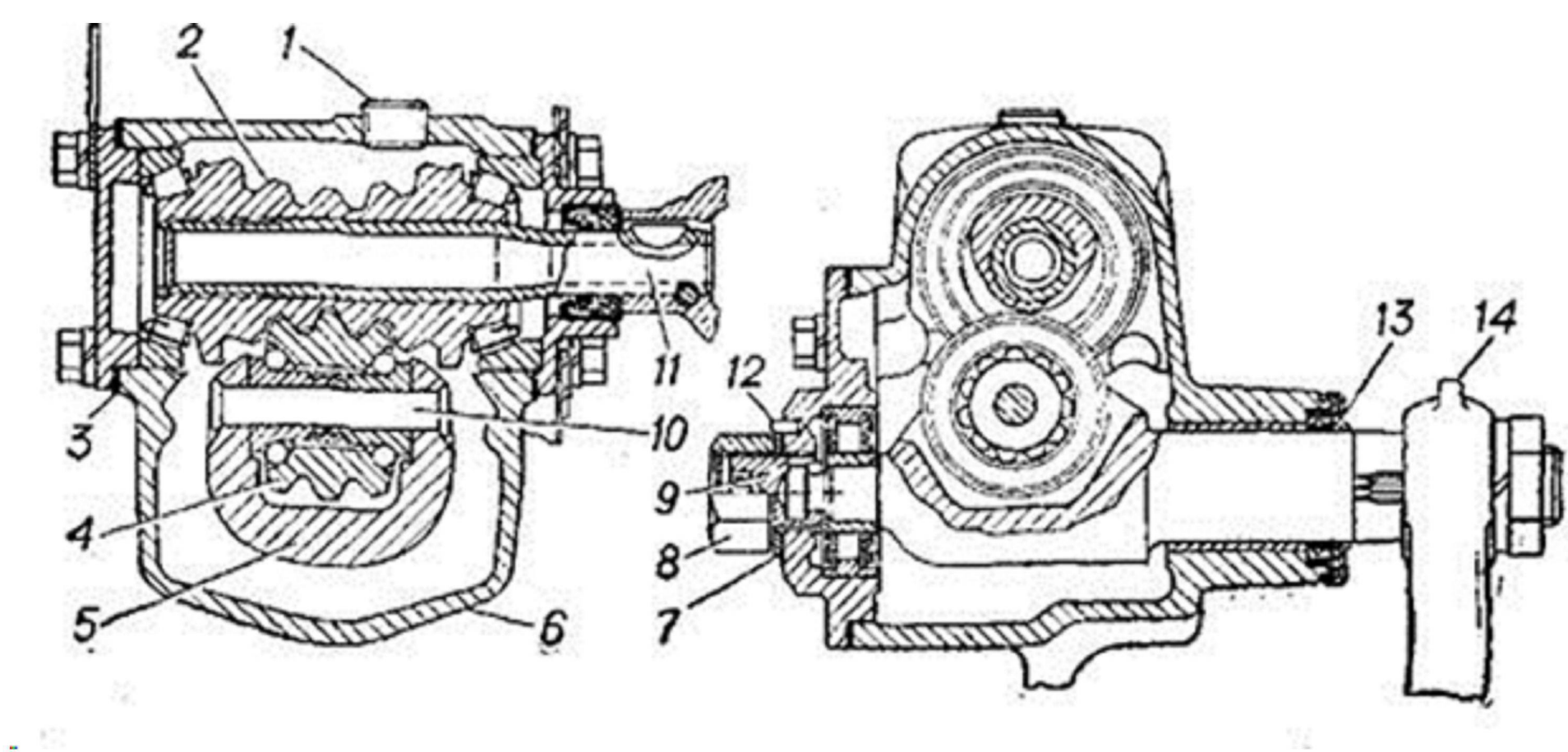
**«РОЗРОБКА МЕХАНІЗМУ РУЛЬОВОГО КЕРУВАННЯ ТРАНСПОРТНОГО
ЗАСОБУ»**

АНАЛІЗ ІСНУЮЧИХ КОНСТРУКЦІЙ МЕХАНІЗМІВ КЕРУВАННЯ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ



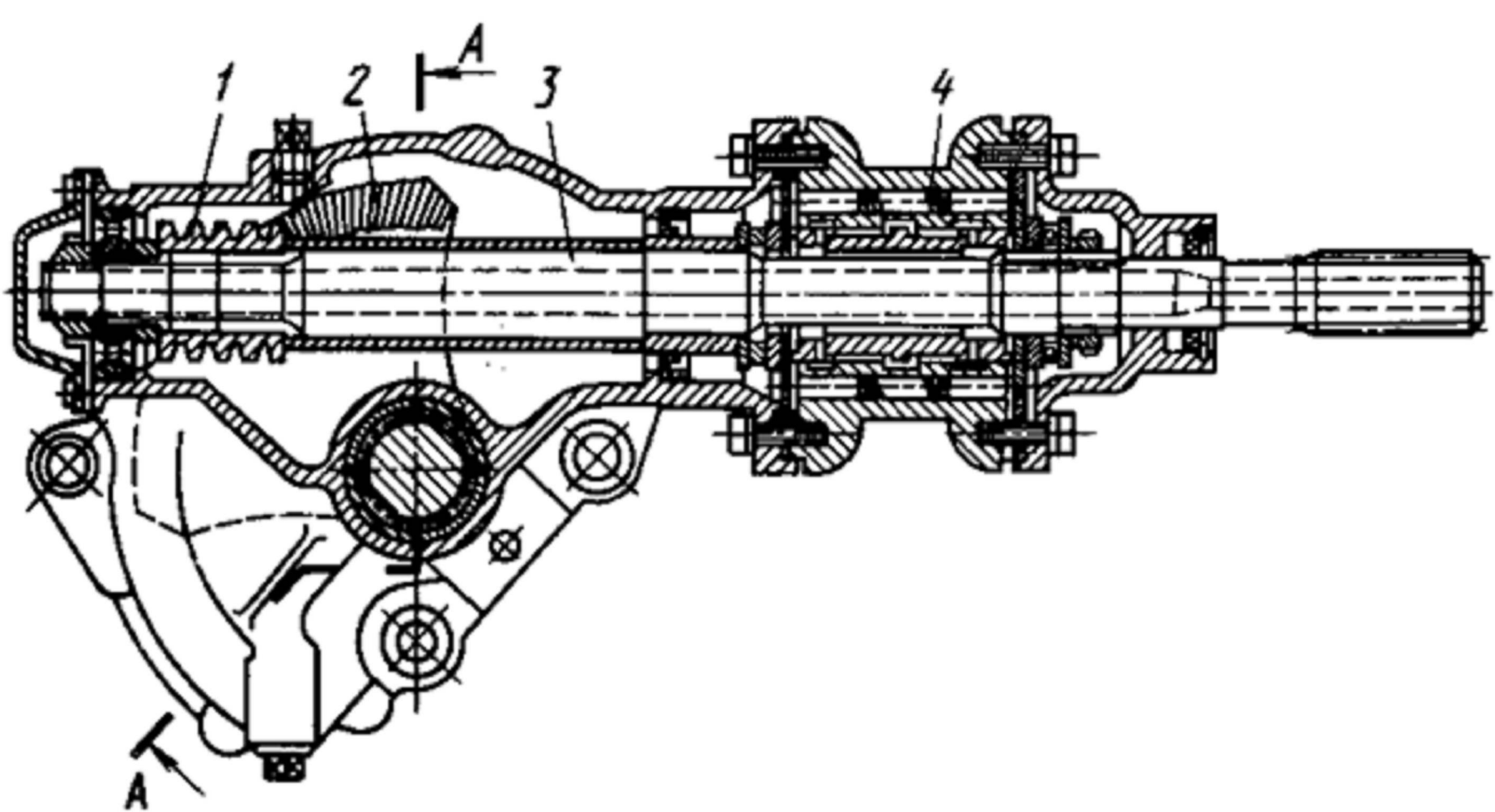
- 1 і 3 – зовнішній та внутрішній наконечники рульової тяги; 2, 21 – контргайки; 4 – захисний чохол;
5, 8 – опори рульового механізму; 6 – картер рульового механізму; 7 – хомут кріплення рульового механізму;
9 – втулка рейки; 10 – опорна шайба; 11– вкладки кульового пальця; 12 – захисний ковпачок;
13 – палець кульового шарніра; 14 – роликовий підшипник; 15 – приводна шестерня; 16 – упор рейки;
17 – кільце ущільнювача упору; 18 – рейка упору; 19 – стопорне кільце гайки; 20 – рейка;
22 – кульова опора; 23 – ущільнювач валу; 24 – хомут чохла; 25 – упор тяги; 26 – пружина упору;
27 – кульовий підшипник; 28 – стопорне кільце; 29 – захисна шайба; 30 – кільце ущільнювача;
31 – гайка кріплення підшипника; 32 – ущільнення; 33 – проміжний карданний вал;
34 – кронштейн кріплення валу рульової колонки; 35 і 40 – верхній та нижній одлицювальні кожухи;
36 – рульове колесо; 37 – вал рульової колонки; 38 – підшипники валу рульової колонки; 39 – труба рульової колонки;

Рисунок 1 – Конструктивна схема рейкової передачі



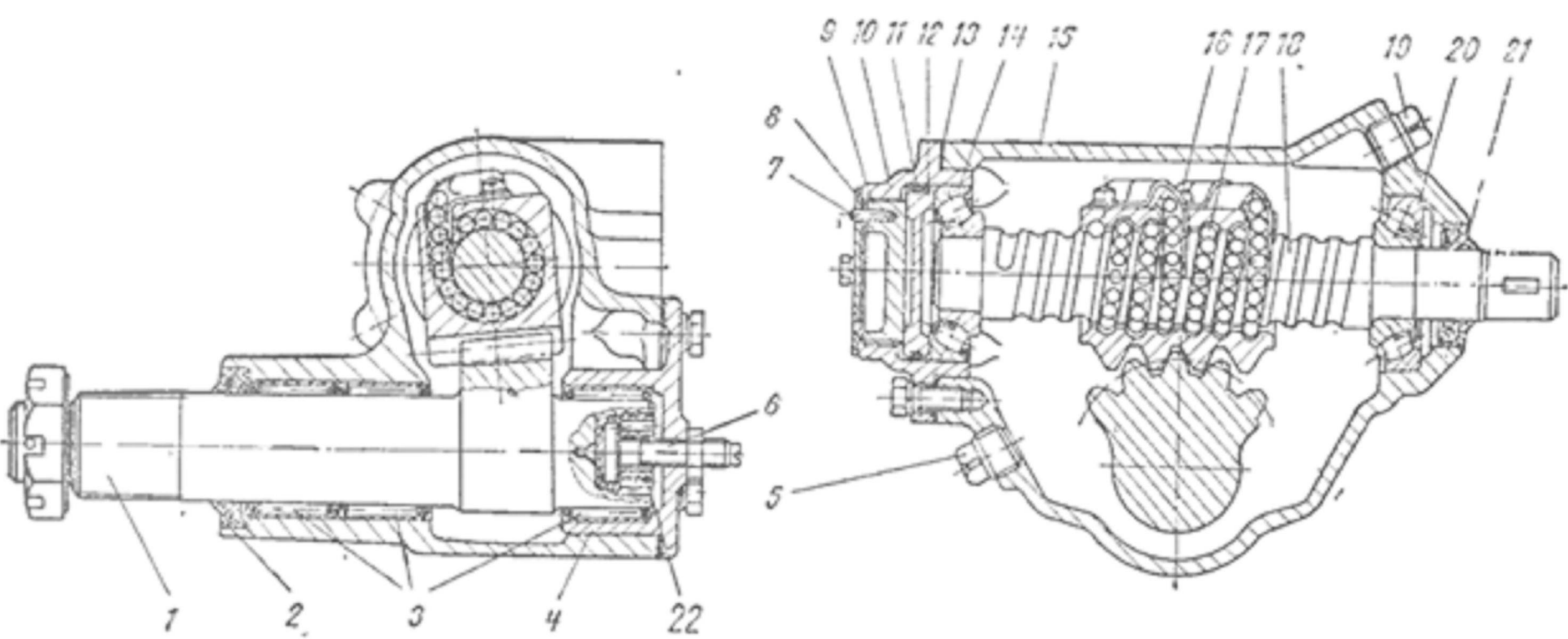
- 1 - пробка; 2 - черв'як; 3 - прокладка; 4 - тригребневий ролик; 5 - вал сошки;
6 - картер; 7 - стопорна шайба; 8 - гайка; 9 - регулювальний гвинт;
10 - вісь ролика; 11 - вал; 12 - стопорний штифт; 13 - манжета; 14 - рульова сошка.

Рисунок 2 – Черв'ячно–роликовий механізм



- 1 - черв'як;
2 - бічний сектор;
3 - рульовий вал;
4 - розподільник підсилювача.

Рисунок 3 – Черв'ячно–секторний механізм



- 1 – сектор; 2 – сальник; 3 – підшипник голковий; 4 – дічна кришка; 5 – пробка зливна; 6 – гвинт регулювальний;
7 – штифт; 8 – стопорна пластина; 9 – гайка регулювальна; 10 – кришка нижня; 11 – кільце гумове;
12 – ущільнювальна шайба; 13 – прокладка; 14 – підшипник; 15 – картер керма; 16 – гайка–рейка; 17 – кулька;
18 – гвинт; 19 – пробка зливна; 20 – підшипник; 21 – сальник; 22 – запірна гайка.

Рисунок 4 – Гвинтовий рульовий механізм з кульковою гвинтовою передачею

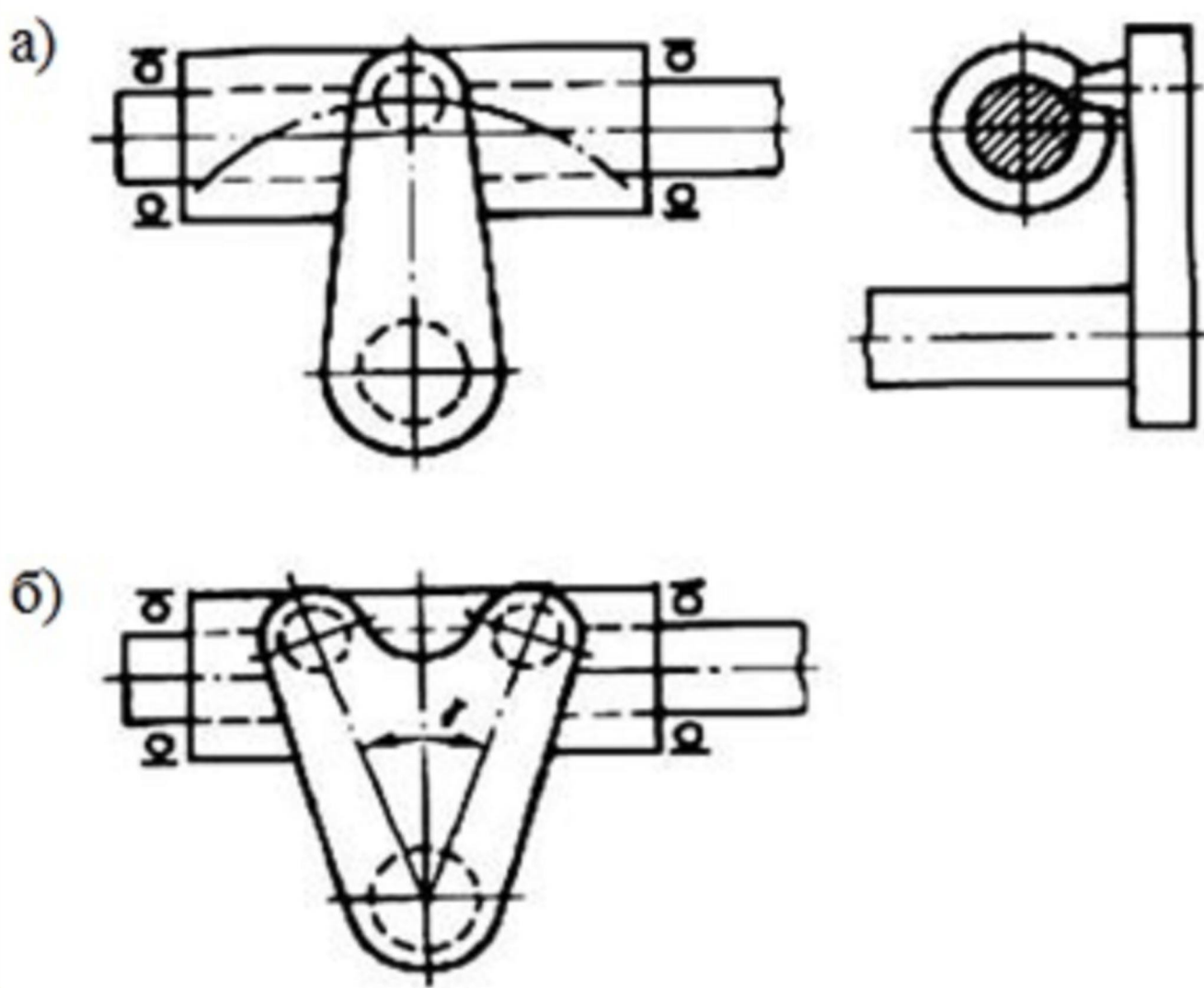
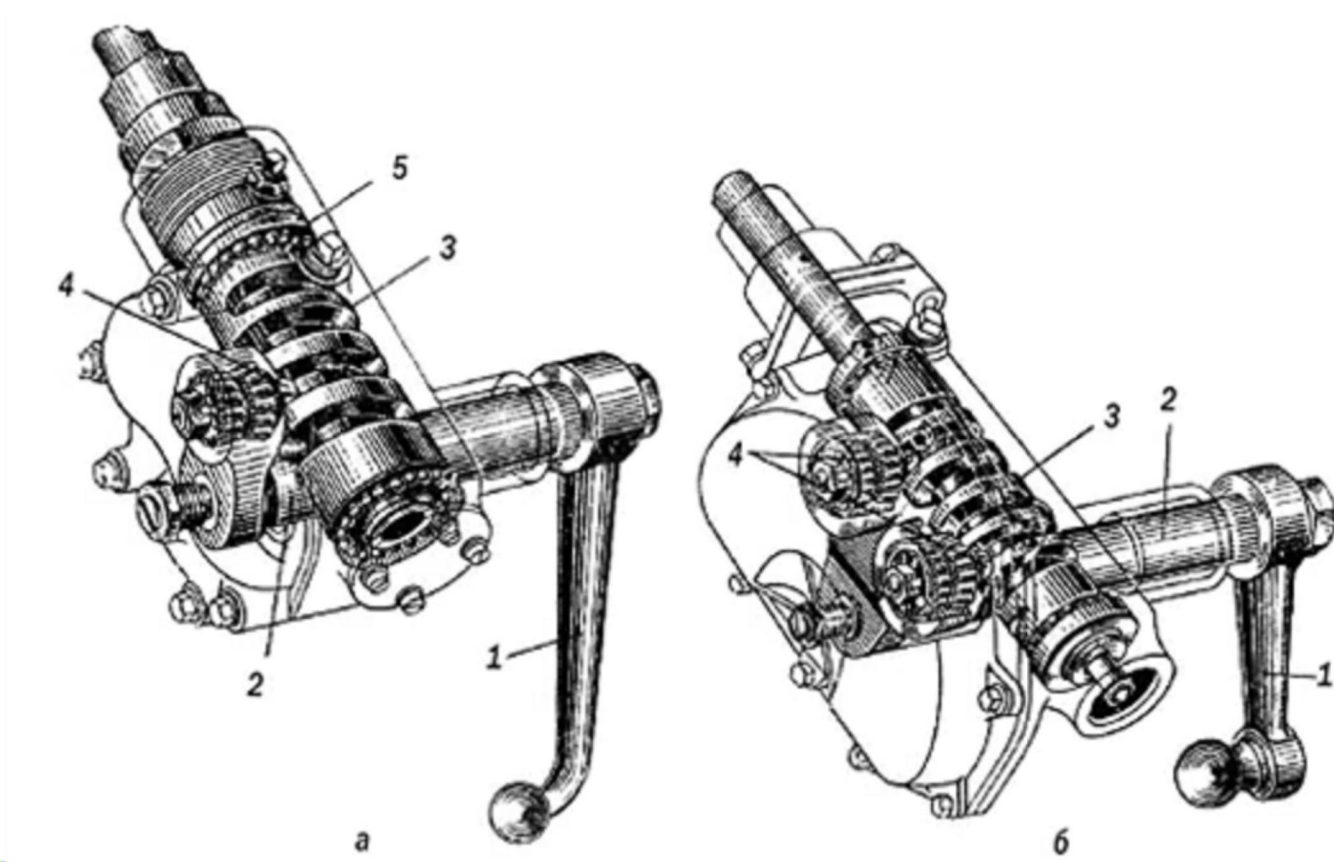


Рисунок 5 – Кривошипні рульові механізми



- а) Рульовий механізм з кривошипом, що має один шип (палець) на роликах:
1 – рульова сошка; 2 – вал сошки керма; 3 – черв'як керма;
4– палець кривошипу; 5 – упорний підшипник валу рульового управління.
б) Рульовий механізм з кривошипом, що має два шипи на роликах:
1 – рульова сошка; 2 – вал сошки керма; 3 – черв'як керма;
4 – палець кривошипу.

Рисунок 6 – Рульовий механізм з гвинтом та кривошипом

ПАТЕНТНО-ІНФОРМАЦІЙНИЙ ОГЛЯД

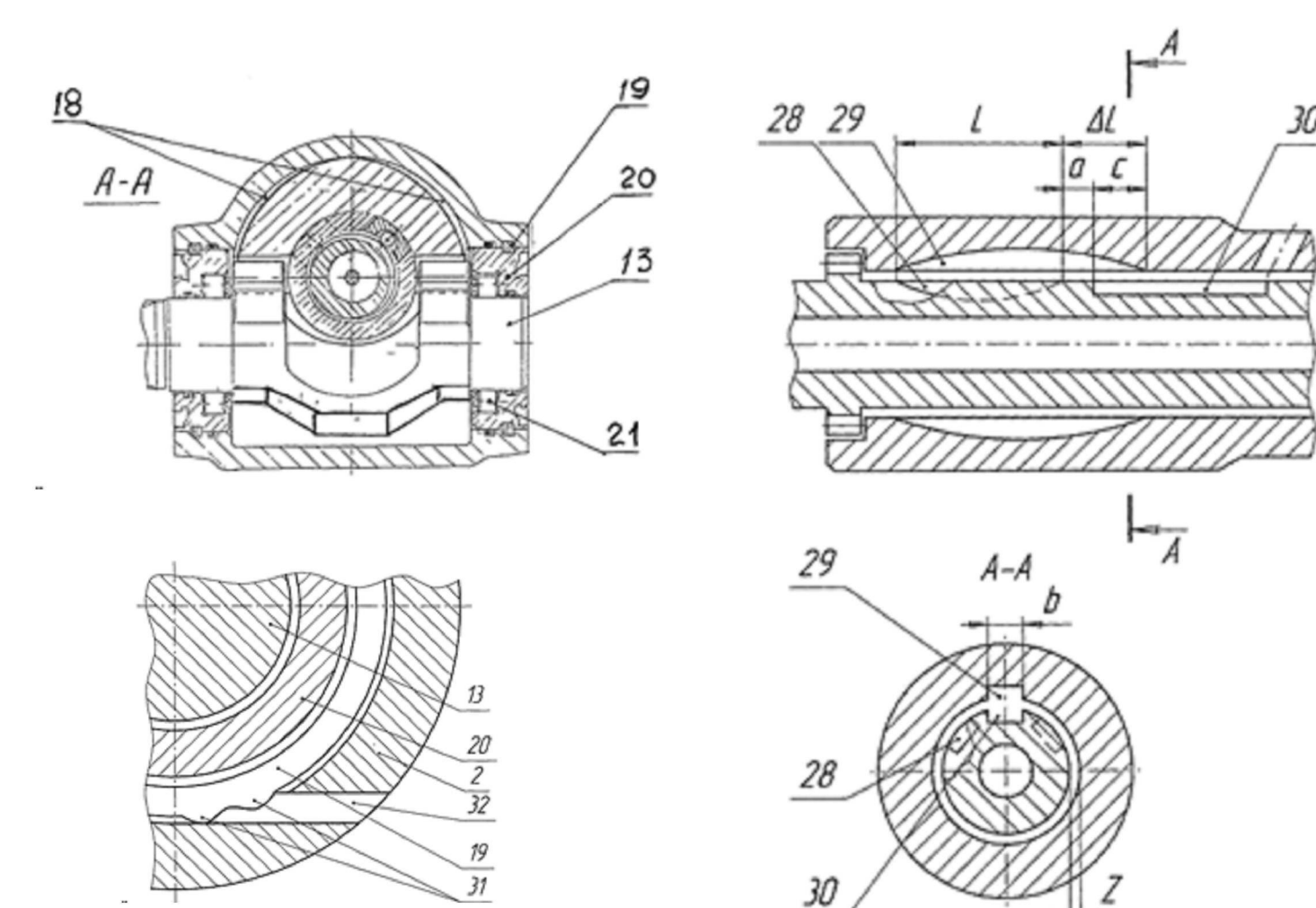
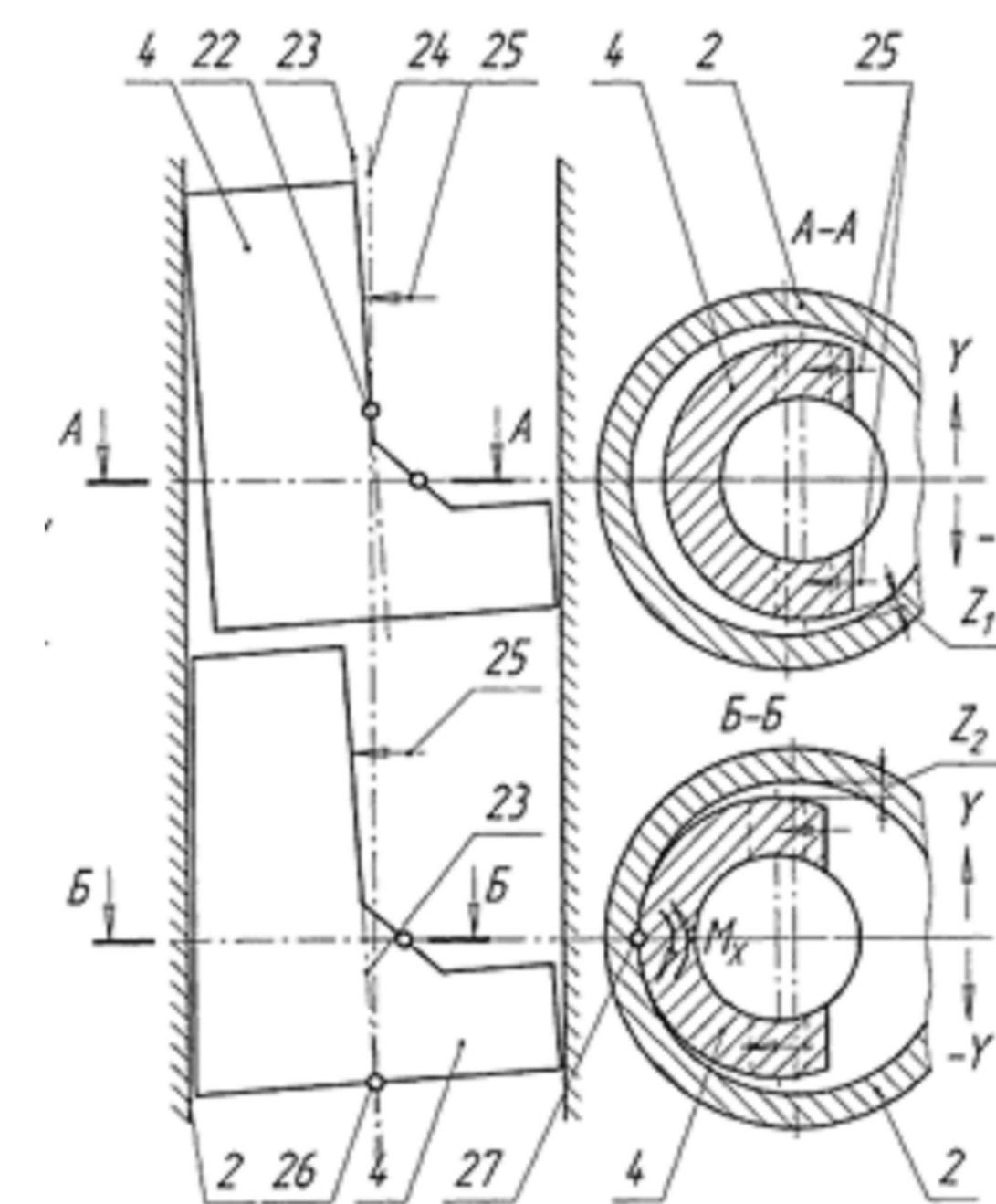
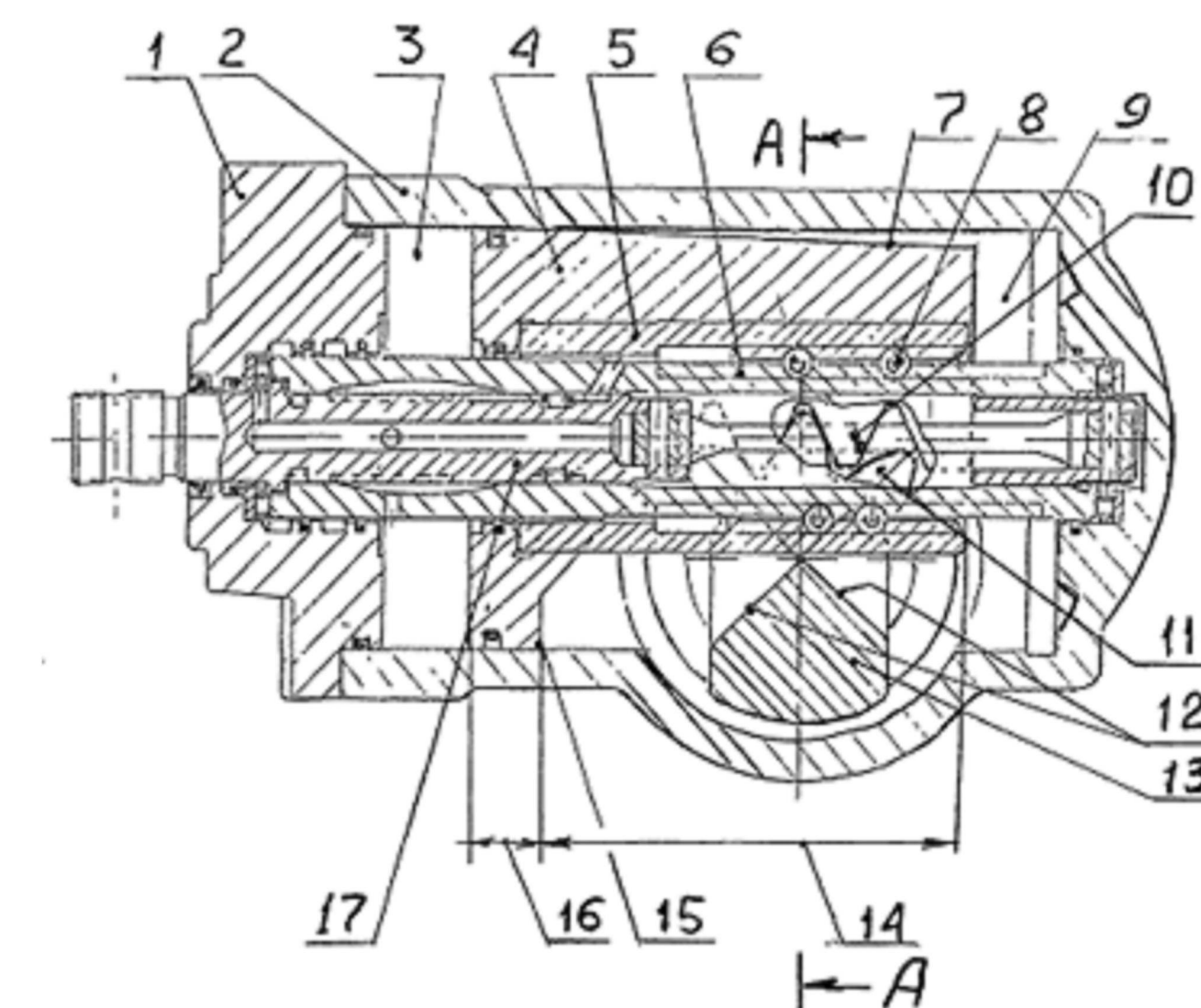
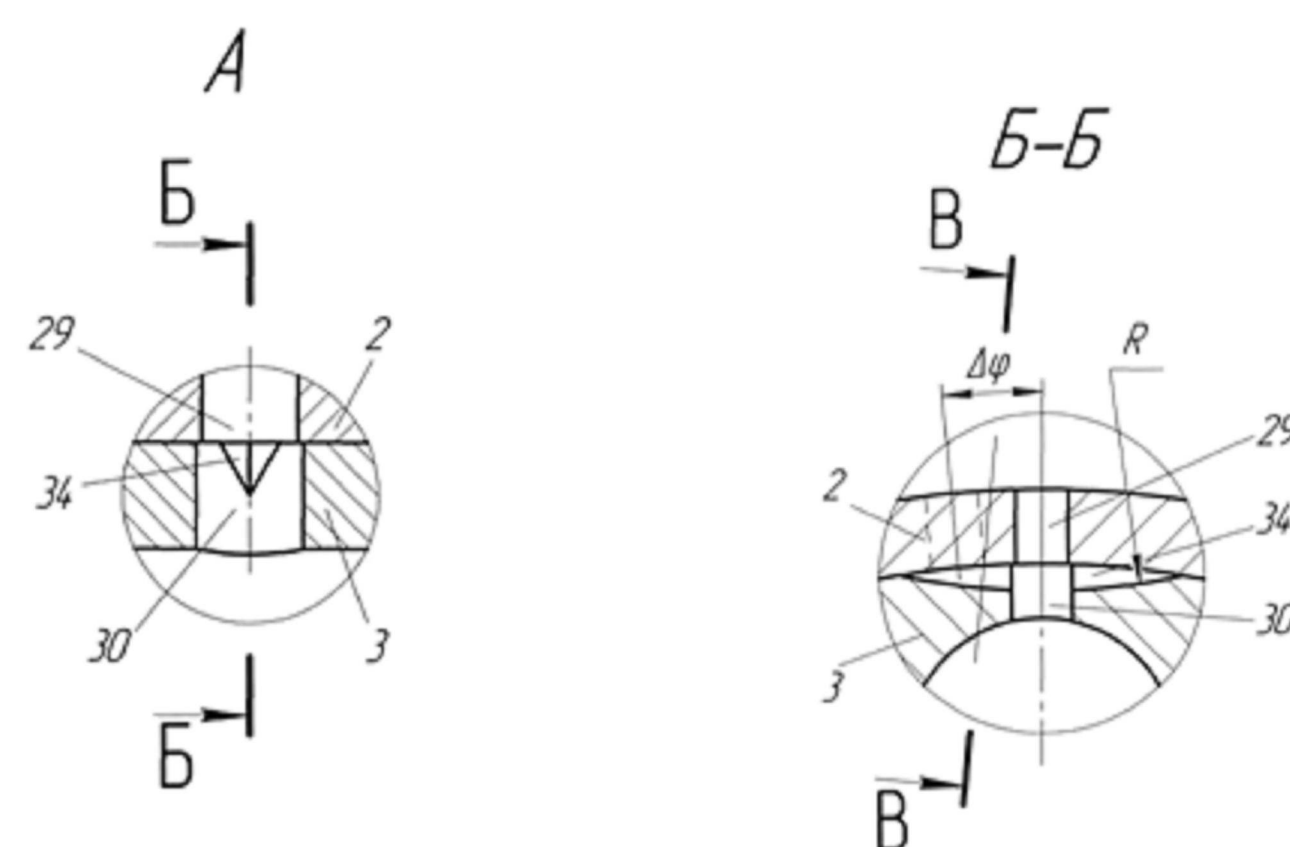
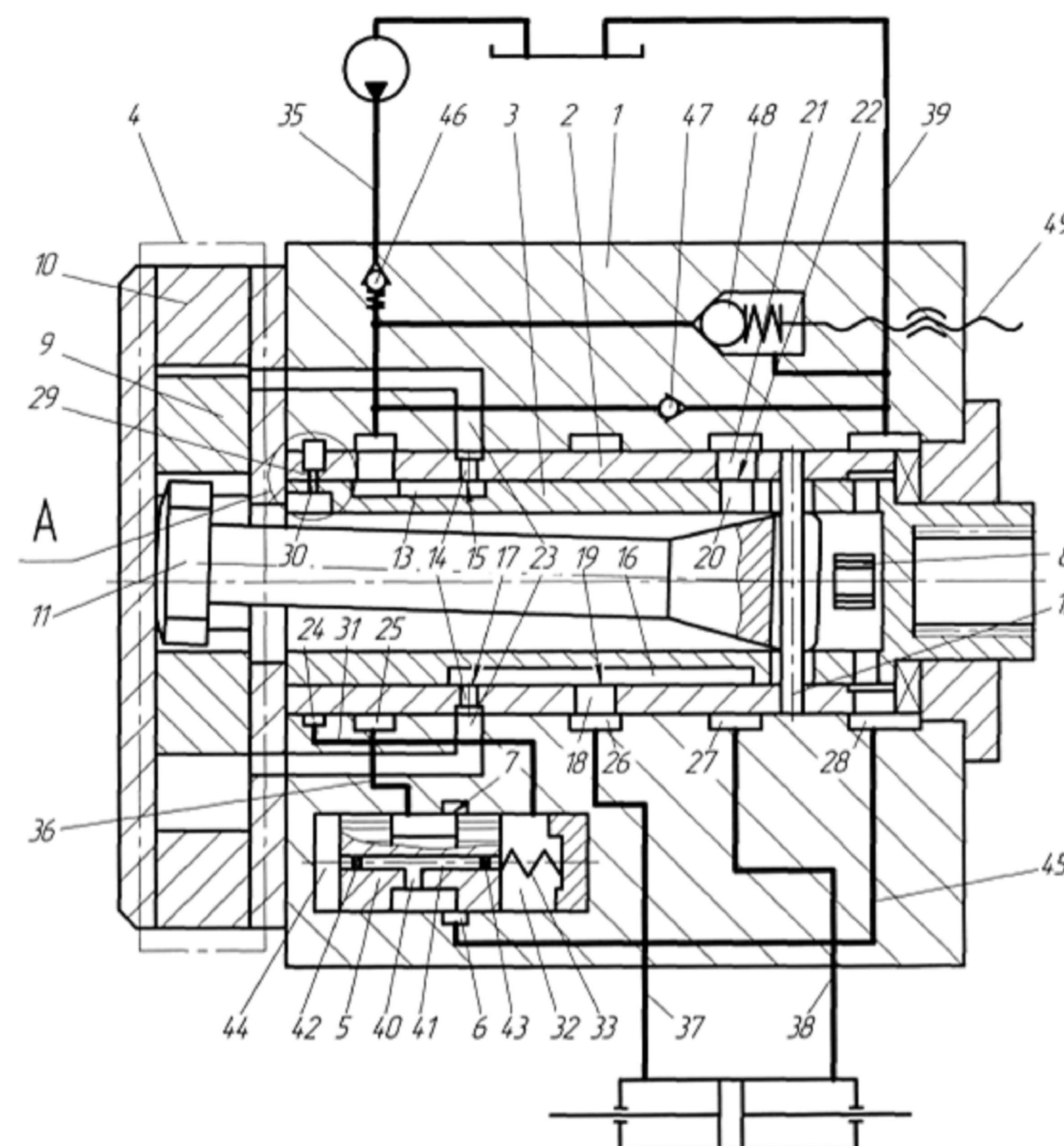
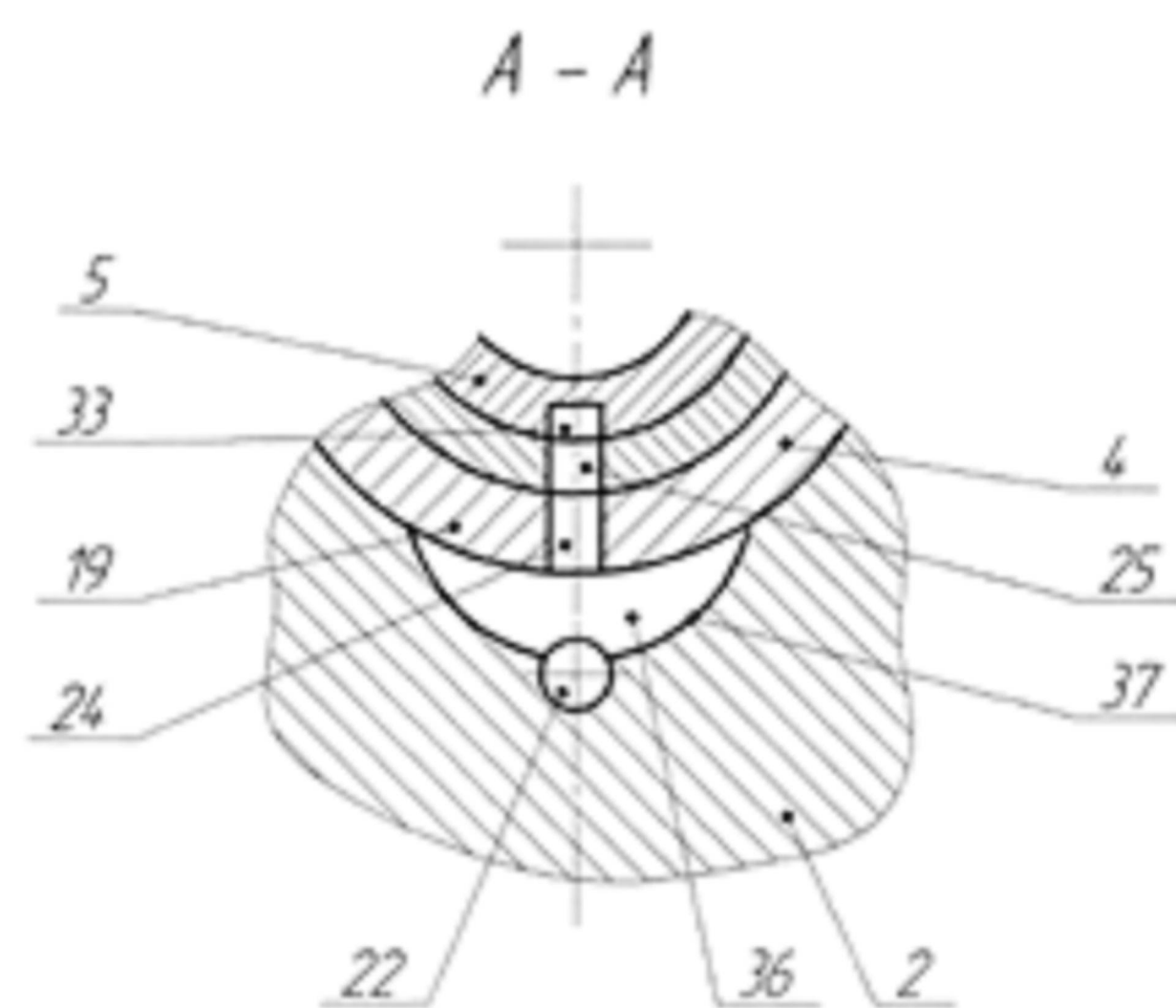
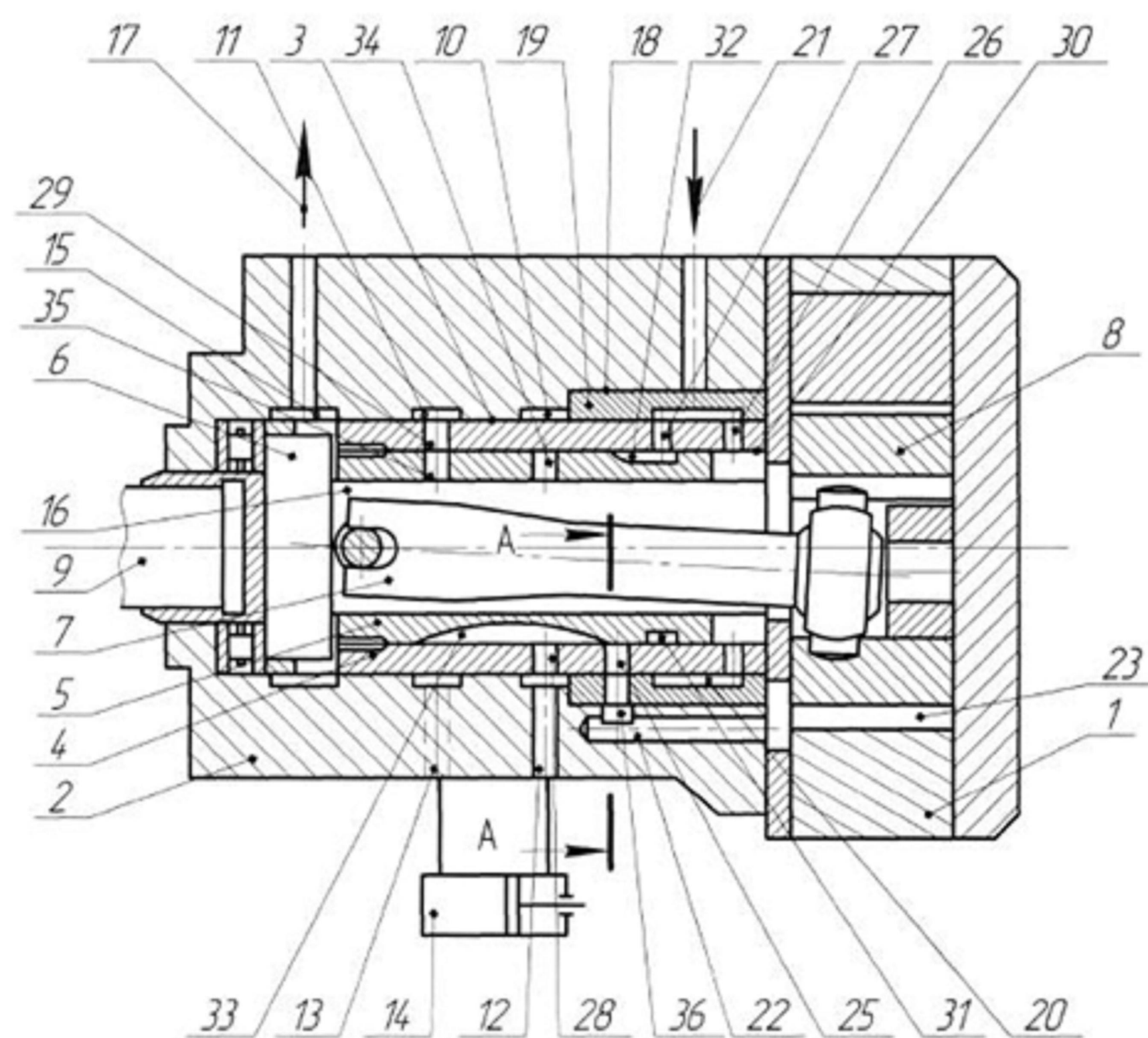
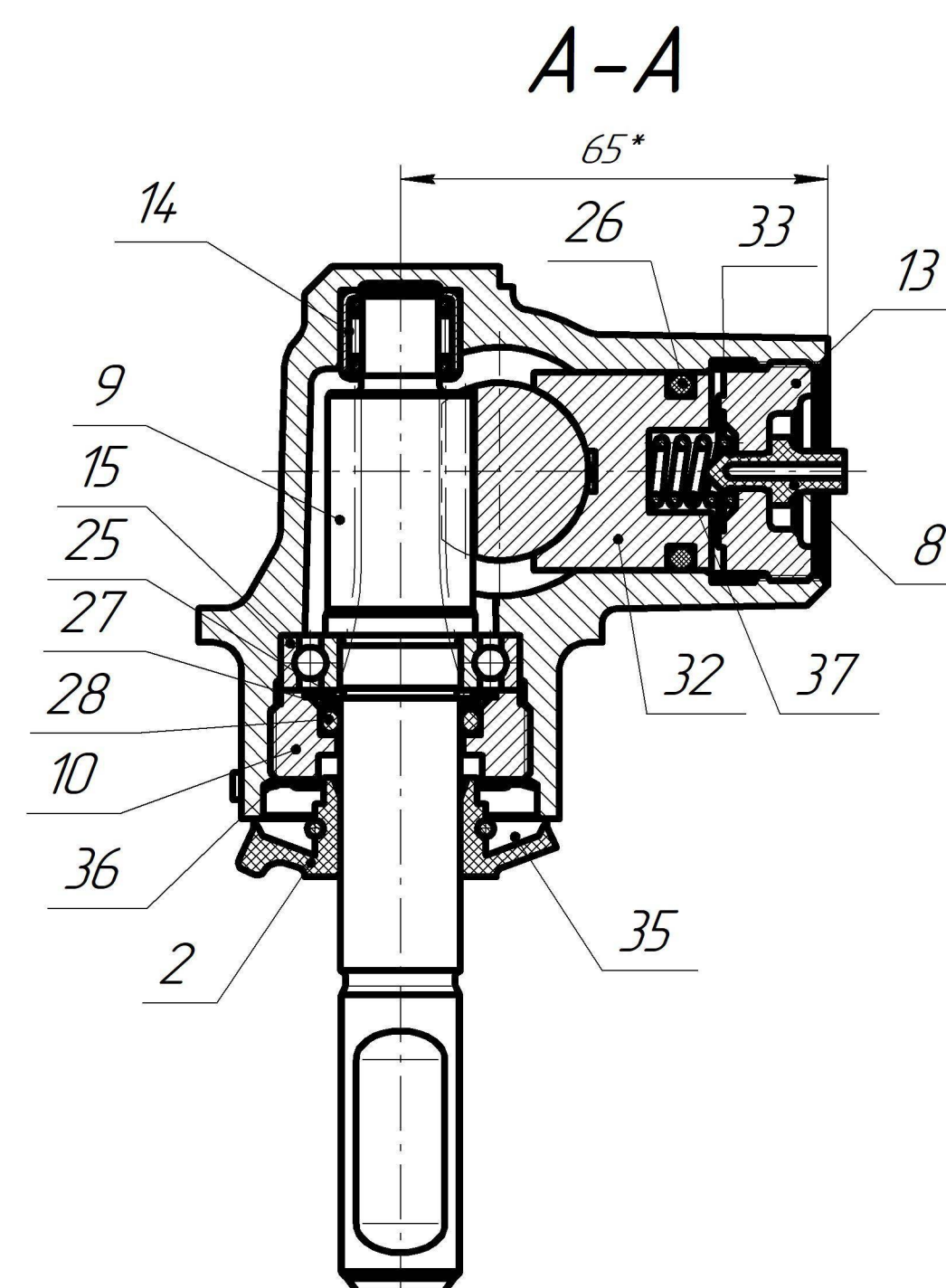
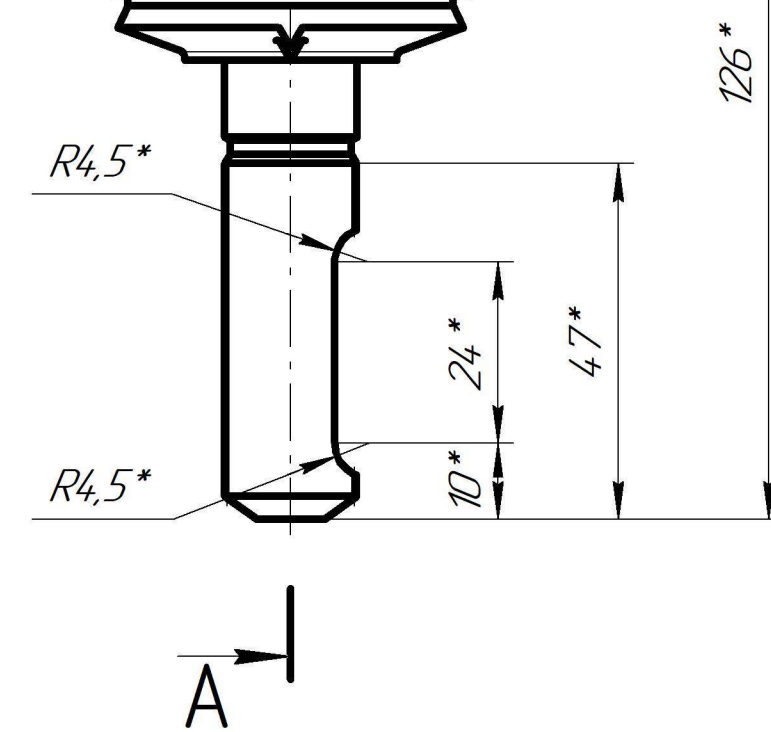
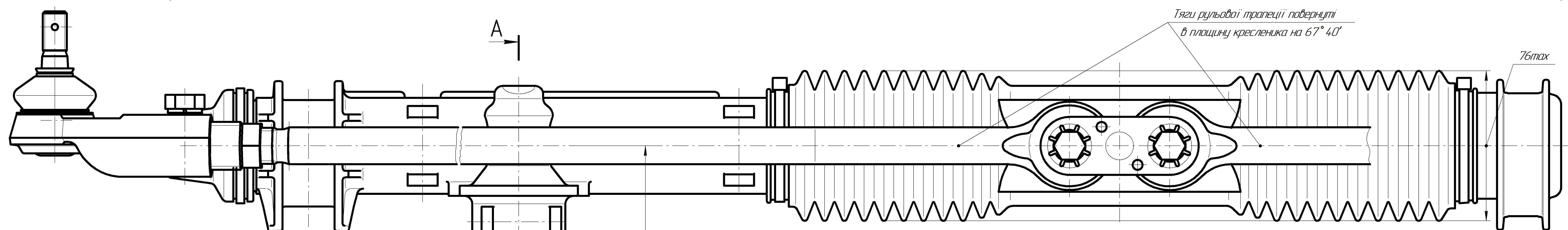
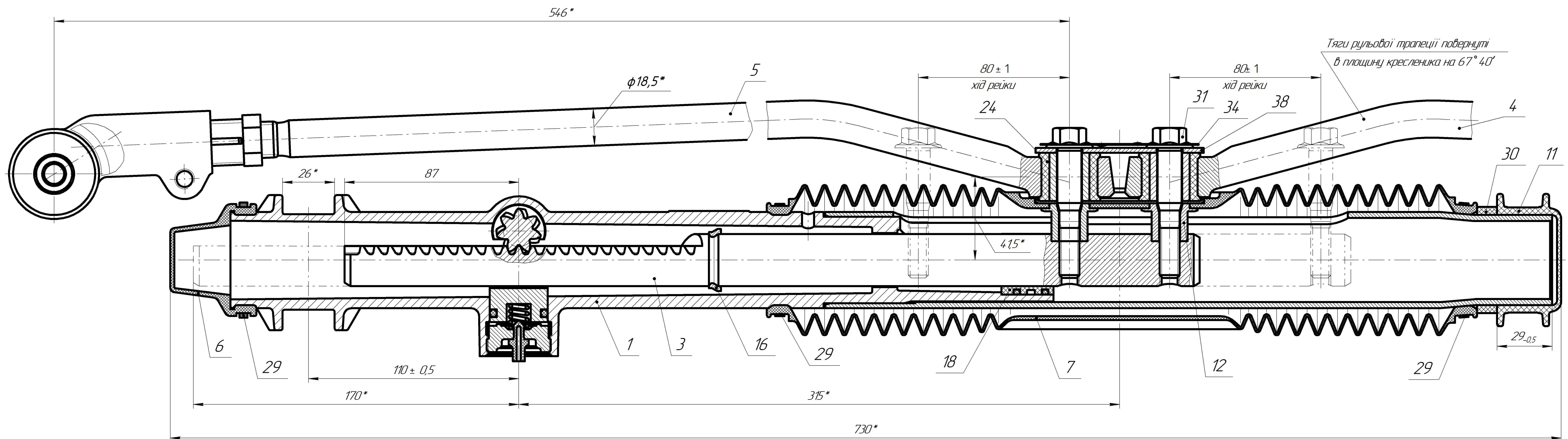


Рисунок 1 – Гідростатичний рульовий механізм транспортного засобу згідно патенту України на корисну модель №142530

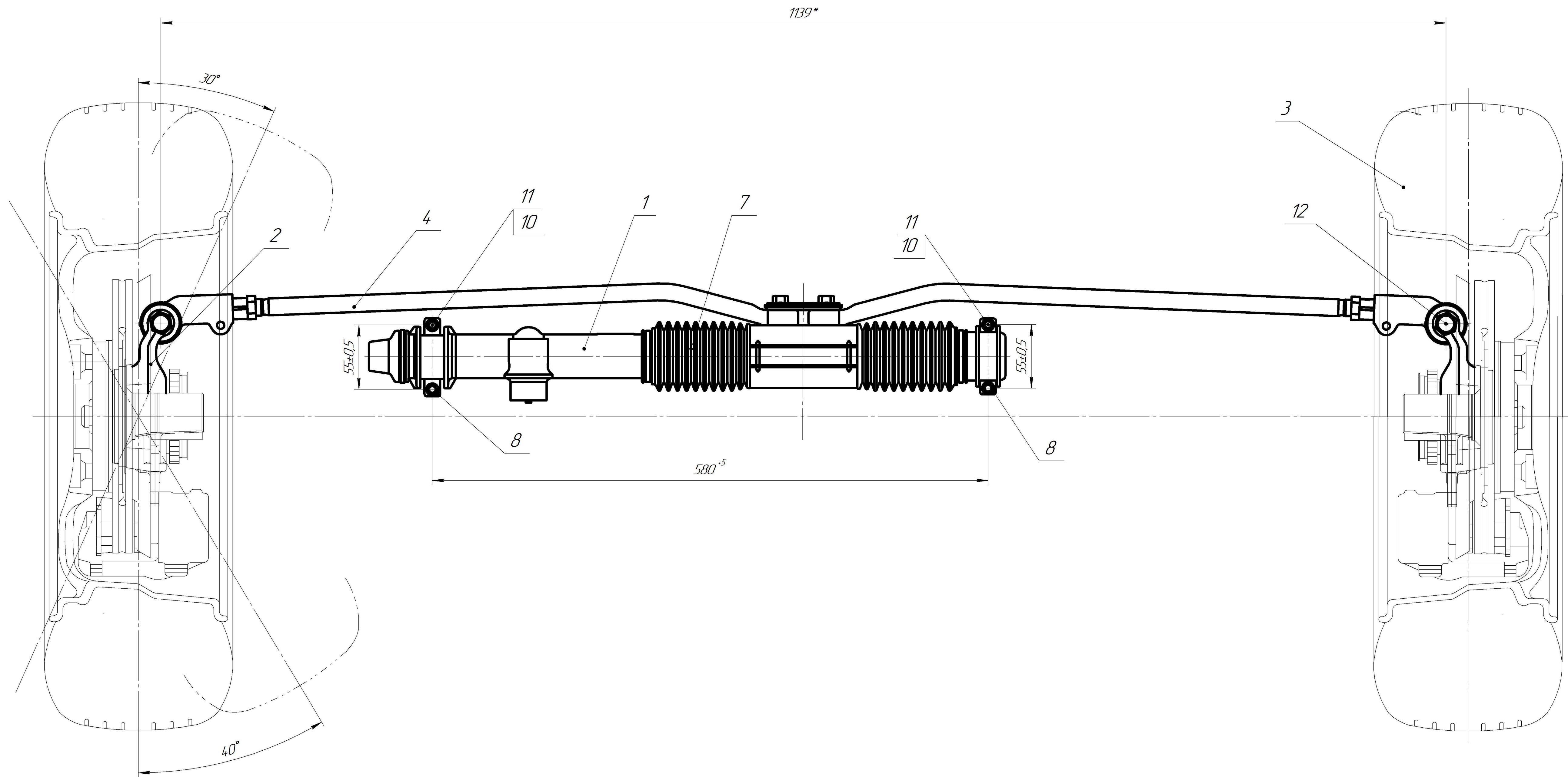
Рисунок 2 – Гідравлічний рульовий механізм транспортного засобу (патент України на корисну модель №86521).

Рисунок 3 – Рульовий механізм транспортного засобу з вмонтованим гідро підсилювачем згідно патенту України на винахід № 62864



1. * Розміри для довідок.
2. Під час складання не допускається потрапляння пилу, бруду та інших задринуювальних матеріалів.
3. Зуби шестерні і рейки змазати пластичним мастилом FLOL-1.
4. Заповнити підшипники мастилом FLOL-1.
5. Максимальне зусилля запресовки підшипників 1500 Н.
6. Після збирання перевірити, що на чохлах рейки відсутнє вздуття і перекоси.
7. Максимально допустимий зазор між гайкою і упором 0,2 мм.
8. Невказані граничні відхилення згідно ГОСТ 37.001.246-82.

						08-62.5KP.05.01.000. CK			
						Механізму рульового керування транспортного засобу (складальний кресленням)	Лист	Маса	Масштаб
									1:1
							Лист	Листів	1
						Нконтр. Затв.	Слабийк / АБ Поліцик / ЛК	ВНТУ, 1ГМ-216	

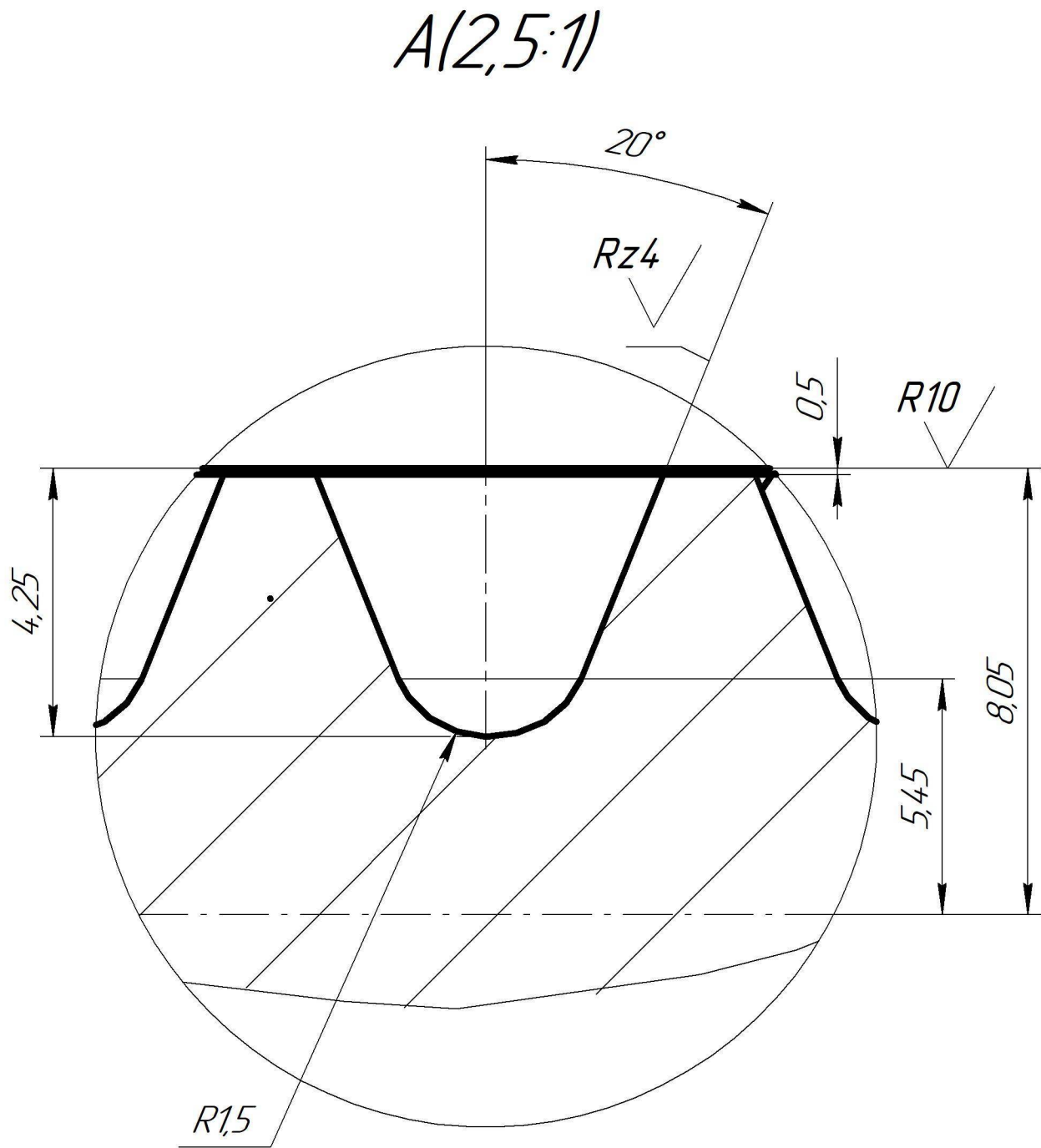
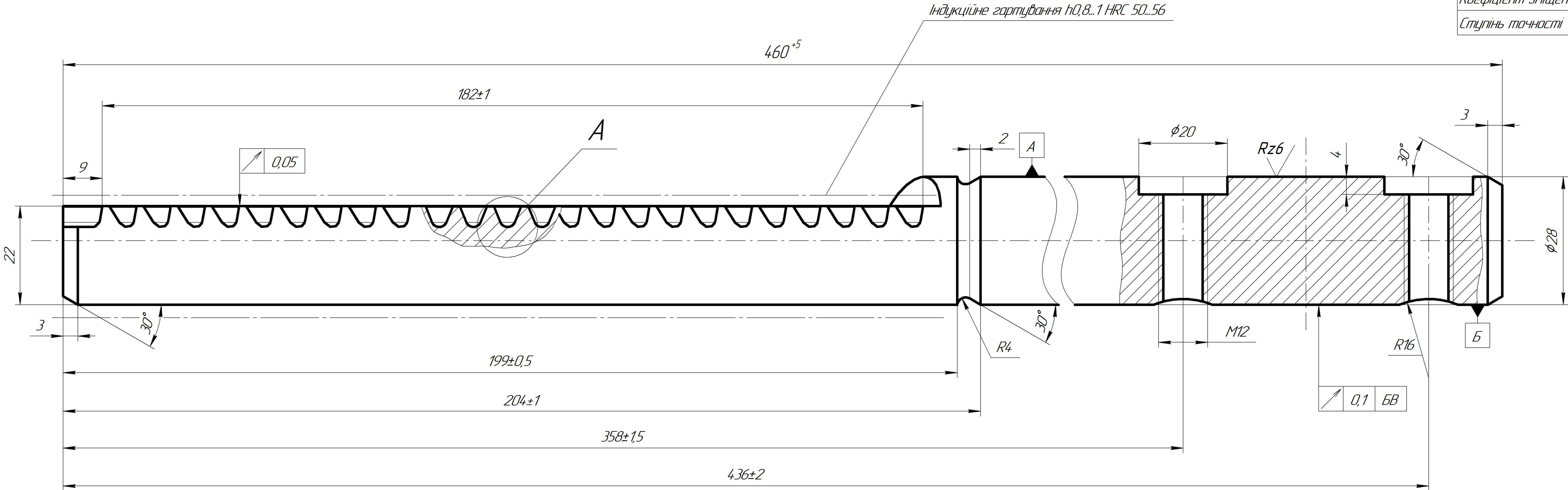


1. Крутний момент затяжки гайки 4,21 Нм (4,3 кгс м)...
2. 53 Нм (5,4 кгс м). Момент рушання з місця 47...68,6 Нм.
3. * Розміри для довідок.

					08-62.БКР.05.00.000. В3					
Зм. Розроб. Перед. Т.контр.	Лист	№ док. Борислав ГИМ Слободий АВ	Підп. Слободий АВ	Дата	Система рульового керування транспортного засобу (Вид загальний)			Лист	Маса	Масштаб
										1:1
					Лист		Листів		1	
					ВНТУ, 1ГМ-210					
Н.контр.		Слободий АВ								
Затв.		Поліщук ЛК								

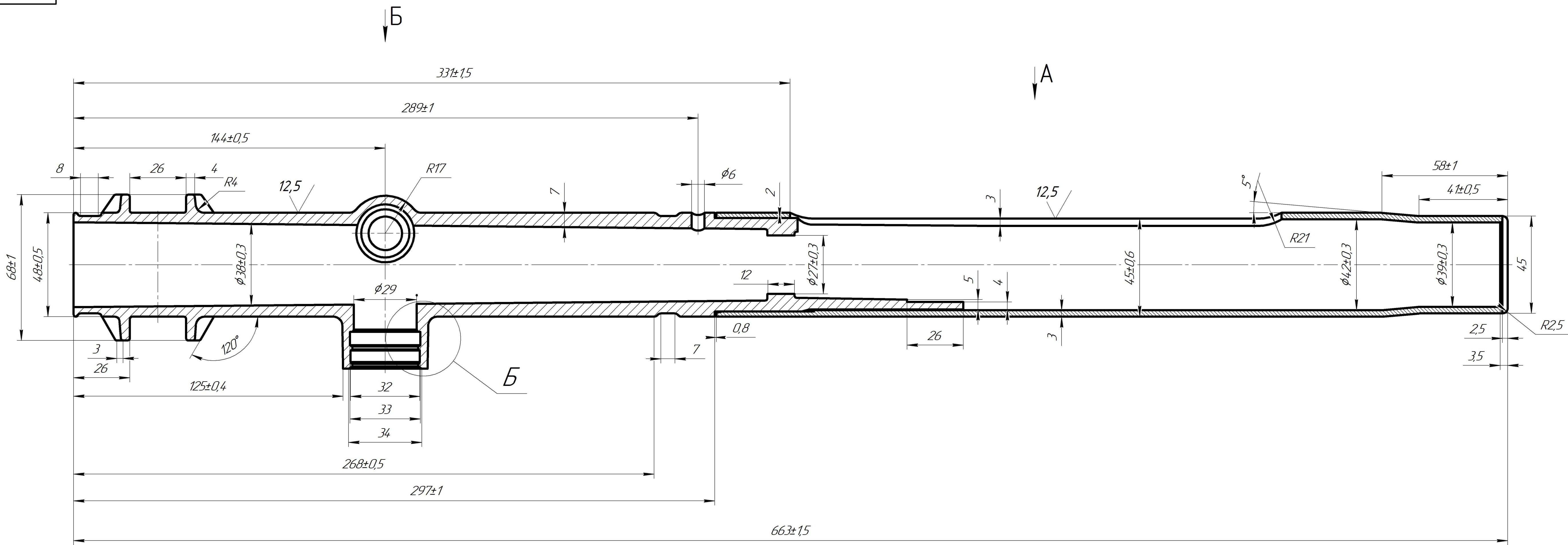
Рейка рулева

Модуль	m	2
Число зубів	z	24
Кут нахилу	β	20°
Напряг лінії зуба	-	Праве
Вихідний контур	-	ГОСТ 113755-81
Коефіцієнт зміщення	x	0
Ступінь точності	-	9

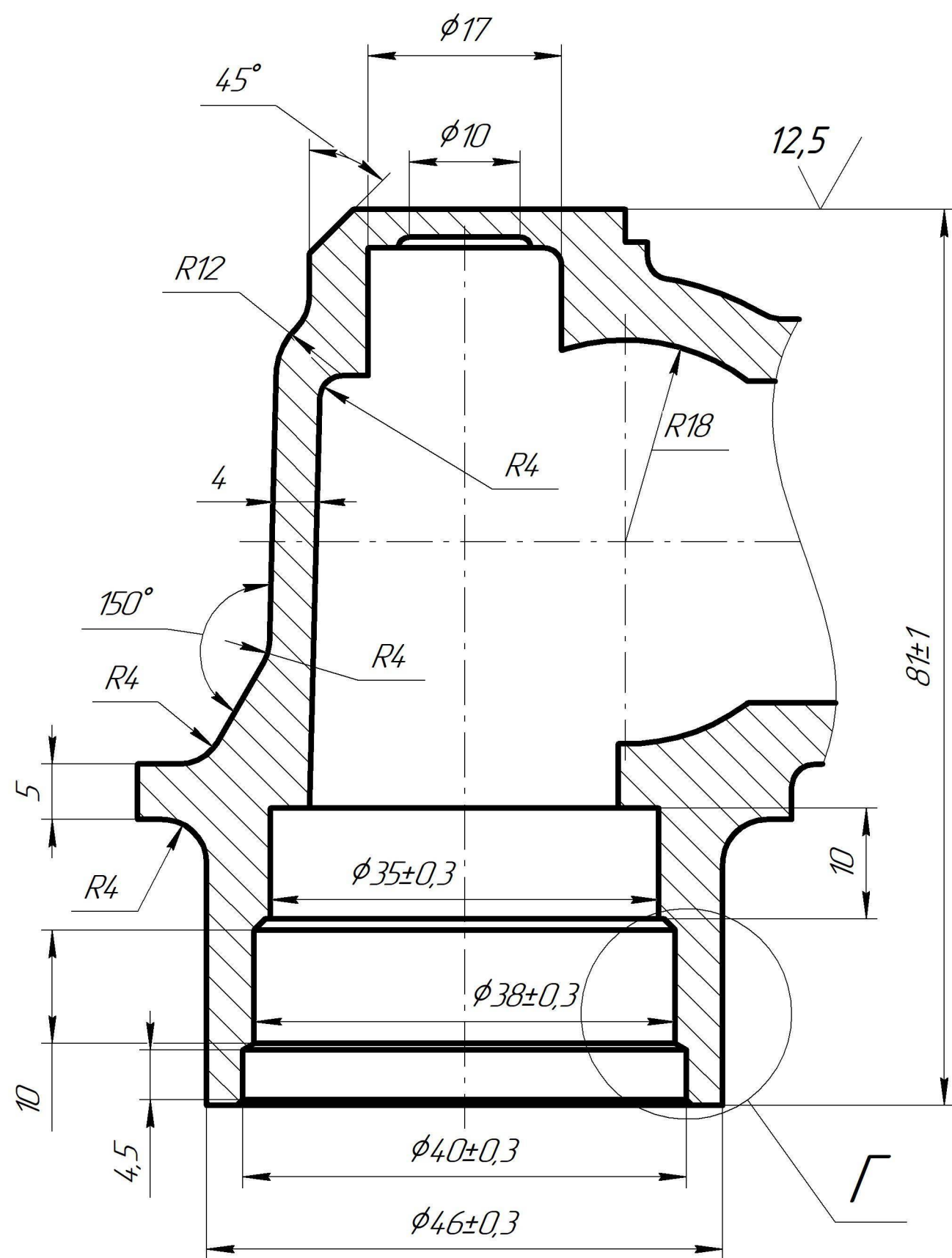


- Невказані граничні відхилення по ОСТ 37.001246-82.
- 240...280 НВ, окрім місць зазначених на кресленні.
- Матеріал-аналог: Сталь ZF50 по нормі ZFN168.
- Серцевина нетермооброблена і недеформована частини рейки 143...169 НВ. Контроль виконувати на торці деталі.
- Вихідний контур згідно ДСТУГОСТ 13755-81.

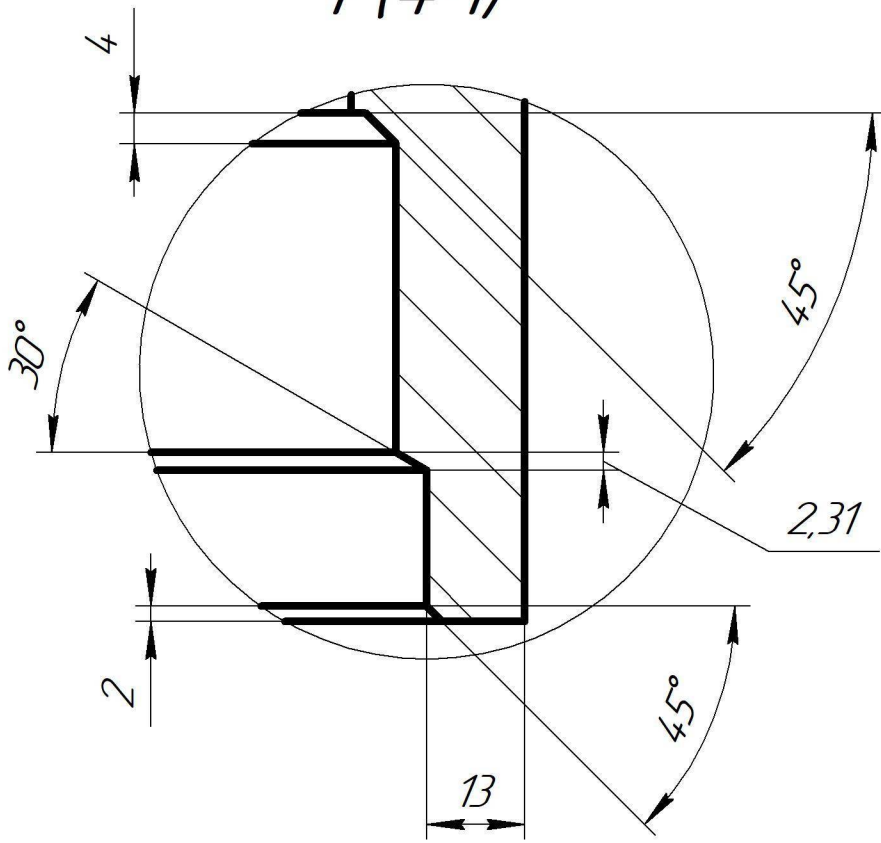
08-62.БКР.05.00.003			
Зм.	Лист	№ док.	Підп.
Розроб.	Борислав ПМ	Лист	Маса
Перев.	Слодій А.В.	Лист	Масштаб
Т.контр.		Лист	1
Н.контр.	Слодій А.В.	38ХМА ГОСТ 4543-71 ВНТУ, 1ГМ-210	
Затв.	Поліщук ЮС		



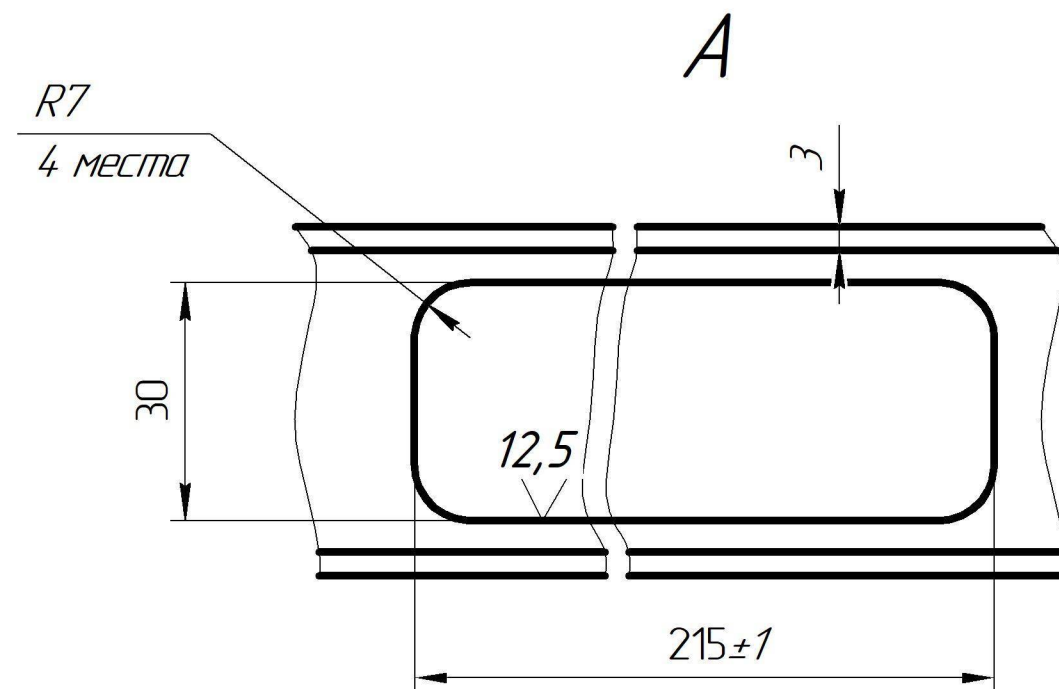
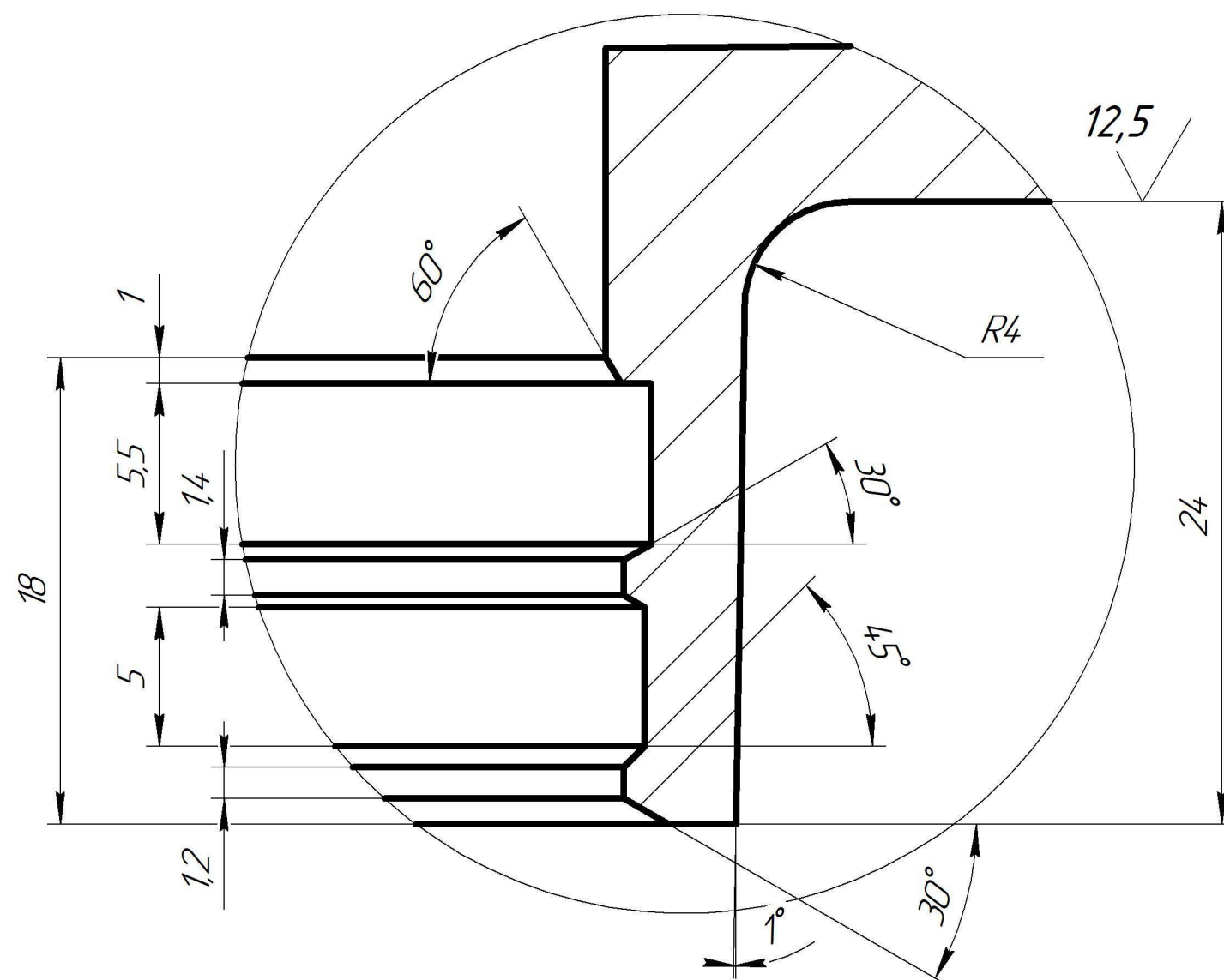
Б(2:1)



Г(4:1)



Б(4:1)



1. Неказанні граничні відхилення згідно ОСТ 37.001.246-82.
2. 240..280 НВ.
3. Неказанні ливарні кути - 2°.
4. Неказанні ливарні радіуси - R1.
5. Точність відливки 7 клас, ДСТУ ГОСТ 26645-85.

						08-62.БKP.05.00.001									
						Картер рульового механізму	Лист		Маса		Масштаб				
Зм.	Лист	№ докум.			Підп.		Дата					1:1			
Розроб.	Борислав ПМ														
Перев.	Слободий АВ														
Технік.															
							Лист		Листів		1				
Нконтр.	Слободий АВ					АМ26 ГОСТ 4 784-97	ВНТУ, 1ГМ-210								
Затв.	Полещук ЛК														

Додаток В

СПЕЦИФІКАЦІЇ

**«РОЗРОБКА МЕХАНІЗМУ РУЛЬОВОГО КЕРУВАННЯ ТРАНСПОРТНОГО
ЗАСОБУ»**

Додаток Г

**ПРОТОКОЛ
ПЕРЕРЕВІРКИ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ НА НАЯВНІСТЬ
ТЕКСТОВИХ ЗАПОЗИЧЕНЬ**

**«РОЗРОБКА МЕХАНІЗМУ РУЛЬОВОГО КЕРУВАННЯ ТРАНСПОРТНОГО
ЗАСОБУ»**

ПРОТОКОЛ ПЕРЕВІРКИ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

Назва роботи: Розробка механізму рульового керування транспортного засобу.

Тип роботи: бакалаврська кваліфікаційна робота

Підрозділ: кафедра галузевого машинобудування, ФМТ, гр. 1ГМ-216
(кафедра, факультет, навчальна група)

Коефіцієнт подібності текстових запозичень, виявлених у роботі
системою StrikePlagiarism 32 %

Висновок щодо перевірки кваліфікаційної роботи (відмітити потрібне)

- ☒ Запозичення, виявлені у роботі, є законними і не містять ознак плагіату, фабрикації, фальсифікації. Роботу прийняти до захисту
- ☐ У роботі не виявлено ознак плагіату, фабрикації, фальсифікації, але надмірна кількість текстових запозичень та/або наявність типових розрахунків не дозволяють прийняти рішення про оригінальність та самостійність її виконання. Роботу направити на доопрацювання.
- ☐ У роботі виявлено ознаки плагіату та/або текстових маніпуляцій як спроб укриття плагіату, фабрикації, фальсифікації, що суперечить вимогам законодавства та нормам академічної доброчесності. Робота до захисту не приймається.

Експертна комісія:

Поліщук Л.К., зав. кафедри ГМ
(прізвище, ініціали, посада)

А. Мосіш
(підпис)

Шенфельд В.Й., доцент кафедри ГМ
(прізвище, ініціали, посада)

[підпис]
(підпис)

Особа, відповідальна за перевірку [підпис]
(підпис)

Шенфельд В.Й.
(прізвище, ініціали)

З висновком експертної комісії ознайомлений(-на)

Керівник [підпис] Слабкий А.В., к.т.н., доцент
(прізвище, ініціали, посада)

Здобувач [підпис] Барабаш П.М.
(прізвище, ініціали)