

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ЛЬВІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ  
ФАКУЛЬТЕТ МЕХАНІКИ, ЕНЕРГЕТИКИ ТА ІНФОРМАЦІЙНИХ  
ТЕХНОЛОГІЙ  
КАФЕДРА АВТОМОБІЛІВ І ТРАКТОРІВ

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА**  
другого (магістерського) рівня вищої освіти

на тему: **«Удосконалення процесу ремонту системи рульового управління з обґрунтуванням пристрою для знімання кермових тяг автомобілів»**

Виконав: студент VI курсу групи Ат-63

Спеціальності 274 «Автомобільний транспорт»

(шифр і назва)

Богдан ОКОПСЬКИЙ

(ім'я та прізвище)

Керівник: Ігор ДУФАНЕЦЬ

(ім'я та прізвище)

ДУБЛЯНИ 2023

УДК 629.113.066.

Окопський Б.Б. Удосконалення процесу ремонту системи рульового управління з обґрунтуванням пристрою для знімання кермових тяг автомобілів: кваліфікаційна робота. Дубляни: Львівський НУП, 2024. 62 с.

Рисунок 24, табл. 3, бібл. посилань 17.

Метою роботи є – розробка пристрою для знімання кермових тяг автомобілів з метою удосконалення процесу ремонту системи рульового управління.

Об’єкт дослідження – ефективність застосування спеціальних пристроїв для ремонту вузлів рульового управління.

Предмет дослідження – довговічність роботи вузлів рульового управління та необхідність їх ремонту.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити такі задачі:

1. Провести аналіз проблем експлуатації та ремонту вузлів кермового керування транспортних засобів.
2. Зробити аналіз існуючого обладнання для спрощення процесу ремонту вузлів кермового керування.
3. Визначити недоліки існуючого обладнання і можливі шляхи їх вдосконалення.
4. Провести ефективну модернізацію або розробку власного обладнання для вирішення поставленого завдання.
5. Зробити техніко економічне обґрунтування доцільності розробки.

Ключові слова: КЕРМОВА ТЯГА, КУЛЬОВИЙ ШАРНІР, ОБЛАДНАННЯ, РЕМОНТ, КЕРМОВЕ КЕРУВАННЯ.

## ЗМІСТ

ВСТУП.....	6
1 АНАЛІЗ ПРОБЛЕМИ. ОБГРУНТУВАННЯ ТЕМИ	
КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ .....	7
1.1 Аналіз особливостей рульового управління.....	7
1.2 Класифікація рульових трапецій.....	12
1.3 Особливості конструкції рульових наконечників.....	19
1.4 Обґрунтування теми кваліфікаційної роботи.....	25
2 АНАЛІЗ ІСНУЮЧОГО ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ РЕМОНТУ ВУЗЛІВ	
РУЛЬОВОГО УПРАВЛІННЯ ЇХ ПЕРЕВАГ І НЕДОЛІКІВ. ОБГРУНТУ-	
ВАННЯ ВДОСКОНАЛЕННЯ .....	
2.1 Визначення основних причин несправності рульового управління.....	27
2.2 Огляд існуючого обладнання на ринку для випресовки кульових	
шарнірів кермової тяги.....	29
2.3 Обґрунтування потреби розробки пристрою для знімання кермових тяг	
автомобілів .....	38
3 ОПТИМІЗАЦІЯ ПРОЦЕСУ РЕМОНТУ СИСТЕМИ РУЛЬОВОГО	
УПРАВЛІННЯ ШЛЯХОМ УДОСКОНАЛЕННЯ ПРИСТРОЮ ДЛЯ	
ЗНІМАННЯ КЕРМОВИХ ТЯГ.....	
3.1 Обґрунтування алгоритму розробки пристрою для випресовки кульових	
шарнірів кермової тяги .....	39
3.2 Розробка пристрою для випресовки кульових шарнірів кермової	
тяги.....	40
3.3 Розрахунок елементів пристрою на міцність та принцип застосування.	45
3.4 Розробка електричної схеми модернізації .....	48

4	ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ.....	48
4.1	Розрахунок освітлення .....	48
4.2	Розрахунок вентиляції.....	49
4.3	Міри безпеки та протипожежні заходи.....	50
5	ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ВИКОРИСТАННЯ ЗАПРОПОНОВАНИХ РІШЕНЬ.....	56
	ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ ТА РЕКОМЕНДАЦІЇ .....	59
	СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	61

## ВСТУП

В умовах наростання інтенсивності транспортних потоків і різноманітності динамічних характеристик і конструкцій автомобілів підвищується значущість проблеми забезпечення надійної керованості і стійкості руху. Відповідні зміни приводять до складності конструкції і відповідно не простих рішень при ремонті та обслуговуванні. Забезпечення таких експлуатаційних властивостей автомобіля, як керованість, стійкість, маневреність, безпека, ергономічність, багато в чому визначає ефективність використання автомобілів в народному господарстві.

Зростаючі вимоги до експлуатаційних властивостей автомобілів обумовлюють необхідність подальшого вдосконалення кермових управлінь - одного з каналів взаємодії водія і автомобіля - застосуванням різних способів управління, різноманітних схем і конструкцій кермових управлінь. Кожна експлуатаційна властивість характеризується сукупністю конструктивних параметрів як автомобіля в цілому, так і окремих його вузлів і агрегатів. Наприклад, на керованість, залежну від конструкції кермового управління, впливають характеристики шин, підвіски, трансмісії, форма кузова, розміри автомобіля і ін. Причому на практиці оптимізація конструкції автомобіля, що проводиться по якому-небудь одній властивості, як правило, неможлива або недоцільна. Конструктор вимушений ухвалювати компромісне рішення і свідомо погіршувати окремі властивості з метою отримання найбільш доцільного для автомобіля конкретного призначення комплексу експлуатаційних властивостей. Раціональним вибором конструкції і параметрів кермового управління (а також введенням додаткових пристроїв) можна компенсувати погіршення керованості, стійкості і маневреності, допущене при оптимізації конструкції автомобіля по критеріях інших властивостей з вищим пріоритетом. Тому надійність рульового управління після ремонту має суттєве значення для подальшої експлуатації транспортного засобу, а час затрачений на ремонт елементів рульового управління має прямий вплив на рентабельність транспортного засобу.

# 1 АНАЛІЗ ПРОБЛЕМИ. ОБГРУНТУВАННЯ ТЕМИ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

## 1.1 Аналіз особливостей рульового управління.

Кермове керування призначено для забезпечення необхідного напрямку руху автомобіля.

До кермового керування висуваються наступні вимоги:

- забезпечення високої маневреності автомобіля, тобто його здатності швидко і круто повертатися на обмеженій площі;
- легкість керування, оцінювана величиною необхідного для повороту зусилля на кермі;
- правильна кінематика повороту керованих коліс, при якій забезпечується рух всіх коліс по концентричних колах без бокового проковзування;
- забезпечення силової та кінематичної слідкуючої дії, тобто пропорційності між моментом опору повороту керованих коліс і зусиллям на кермі, а також між кутом повороту керма і середнім кутом повороту керованих коліс;
- максимальне поглинання поштовхів, що спричиняються ударами керованих коліс в нерівності дороги і передаються на кермо;
- кінематична узгодженість коливань підвіски з переміщеннями елементів;
- кермового приводу для відвернення автоколивань керованих коліс;

Кермове управління автомобіля складається з кермового механізму і кермового приводу.

Кермовим механізмом називають механізм, який дозволяє здійснити поворот коліс з необхідним передавальним числом, а кермовим приводом

систему тяги і важелів які в сукупності з кермовим механізмом здійснюють поворот автомобіля.

На рис. 1.1 показані три схеми кермового управління в яких кермовий механізм 1 за допомогою тяги 2 і 3 пов'язаний з колесами автомобіля. Водій змінює напрям руху автомобіля, повертаючи колеса, які прийнято називати керованими. Керованими можуть бути передні або задні колеса, або ті і інші разом.

Основним недоліком автомобіля із задніми керованими колесами в порівнянні з автомобілем, що має передні керовані колеса, за всіх інших рівних умов повороту є те, що від'їхати від борту тротуару або стіни він може тільки заднім ходом або при дуже великому радіусі повороту; крім того, передня частина автомобіля на повороті повільніше відхиляється від первинного напрямку ніж у разі передніх керованих коліс. Якщо всі колеса керовані, то радіус повороту виходить мінімальним, що особливо важливе при обмежених кутах повороту коліс. Проте автомобілю зі всіма керованими колесами властиві недоліки автомобіля із задніми керованими колесами, але в декілька меншого ступеня, оскільки керованими є також і передні колеса.

У сучасних двовісних автомобілях керованими роблять звичайно передні колеса, поворот яких можна здійснити двома способами: поворотом всієї осі разом з сидячими на ній колесами або поворотом одних тільки коліс при нерухомій передній осі.

Поворот за першим способом забезпечує чисте кочення коліс без бокового їх ковзання по дорозі але через ряд недоліків, що виникають при цільній конструкції передньої осі, такий спосіб не застосовується на автомобілях і переважно застосування одержав другий спосіб. При цьому обидва передні колеса встановлені на поворотних цапфах, шарнірно закріплених на балці передньої осі, яка залишається нерухомою. Щоб виконати вимогу чистого кочення керованих коліс, вони повинні повертатися на різні кути, що знаходяться між собою в певному співвідношенні: внутрішнє колесо повинне завжди повертатися на дещо великий кут, ніж зовнішнє. При

цьому необхідно, щоб осі всіх чотирьох коліс автомобіля при повороті перетиналися в одній точці.

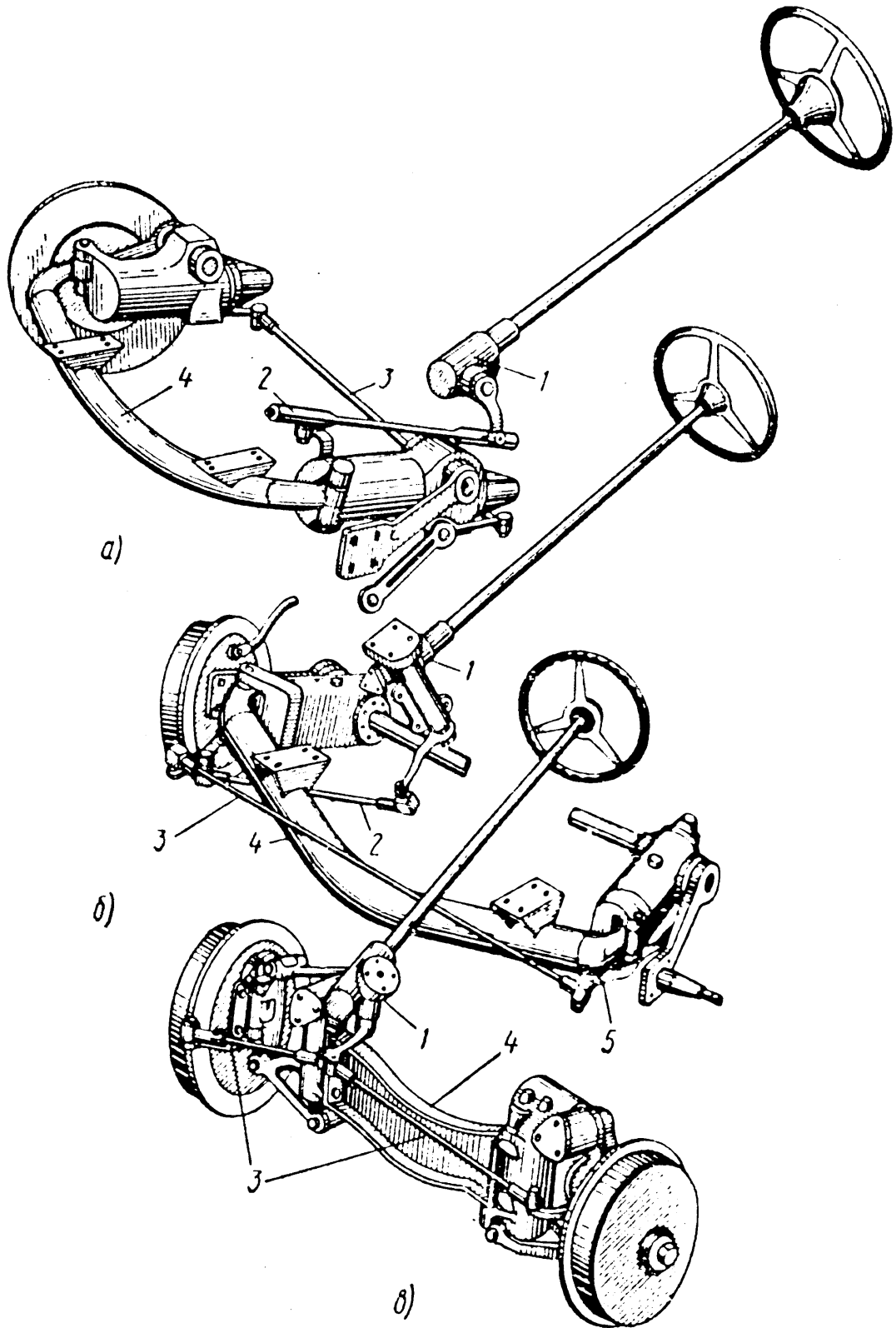


Рисунок 1.1 - Схема компоновки елементів рульового приводу.



Для дотримання необхідного співвідношення між кутами повороту коліс пропонувалися різні зв'язуючі механізми, забезпечуючи нікчемні відступи дійсних кутів від теоретично необхідних. Ці механізми виконувалися у вигляді ланцюгової передачі, кулісної передачі, повзунів, еліптичних зірочок або шарнірного чотирикутника — трапеції. Окрім необхідності забезпечити найбільшу точність повороту коліс на різні кути, близькі до теоретично необхідних, зв'язуючий механізм повинен бути надійним, простим в безвідмовним у дії. Потрібно мати на увазі, що цей механізм не захищений від ударів, від пилу і бруду і атмосферних осадків. Тому, не дивлячись на теоретичні переваги деяких схем кінематичних зв'язків, виняткове поширення на автомобілях набув шарнірний чотирикутник правильна трапеція. Однією підставою трапеції служить середня частина 4 (див. рис.1.1) передньої осі (балка) іншою підставою поперечна тяга 3, а бічними сторонами — важіль 5 укріплені в поворотних цапфах коліс.

При такому загальноприйнятому способі установки керованих коліс для зміни напрямку руху достатньо повернути одне з них, для чого в поворотній цапфі закріплюється важіль, який повертається за допомогою кермового механізму і поздовжньої тяги.

У сучасних автомобілях осі керованих коліс встановлені під деякими кутами що до геометричних осей автомобіля. Вісь обертання колеса нахилена до горизонталі (кут розвалу) і до поздовжньої осі автомобіля (кут сходження). Вісь повороту колеса (вісь шворня поворотної цапфи) також нахилена в двох напрямках в поздовжньому і поперечному. У зв'язку з тим, що вісь обертання і вісь повороту колеса розташовані під деякими кутами всі елементи кермового приводу переміщуються в площинах, нахилених одна до іншої. З цієї причини з'єднання всіх ланок кермового приводу роблять кульовими. [1]

Відносно різноманітності конструктивних форм, а також і відповідальності роботи найбільшої уваги заслуговують кермовий механізм і кермова трапеція з її шарнірними з'єднаннями.

Решта деталей кермового управління (важелі, тяги, кермовий вал, кермове колесо та ін.) достатньо прості по конструкції, тому класифікувати їх по конструктивних або інших ознаках недоцільно.

По розташуванню кермового механізму на автомобілі кермове управління розділяється на ліве (див. рис. 1.1, а) і праве (див. рис. 1.1, б).

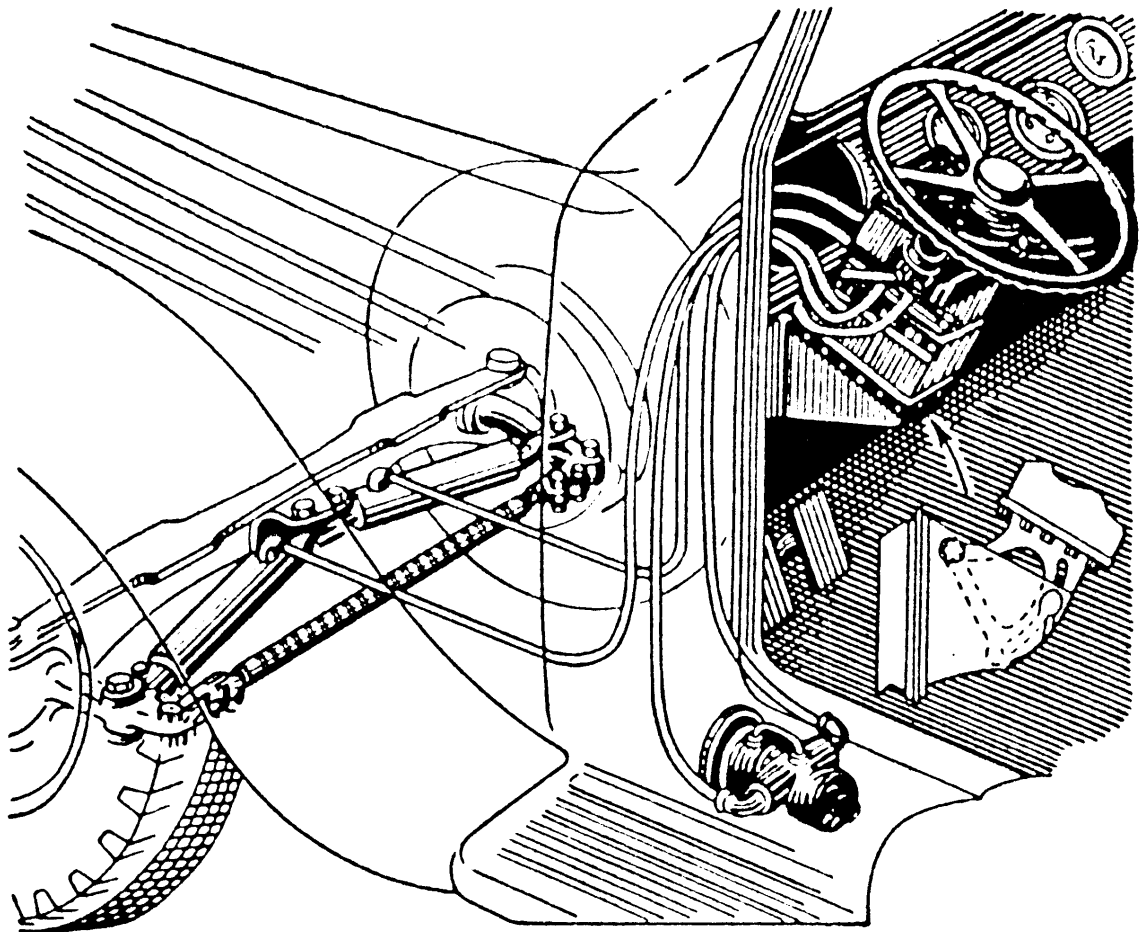


Рисунок 1.2. Загальний вигляд гідравлічного рульового управління, працюючого під тиском

Кермове управління виконується лівим або правим по різних міркуваннях. У перші роки розвитку автомобіля, коли швидкості його руху були малі, кермове управління при правосторонньому русі виконувалося правим. Таке кермове управління було найдоцільнішим оскільки водій міг точніше під'їхати до місця посадки або висадки пасажирів, а також обігнати екіпаж, що поволі їде попереду. З підвищенням швидкостей руху з'явилася

небезпека зіткнення із стрічними екіпажами і особливо з автомобілями, що швидко рухаються. В цьому випадку ліве кермове управління при правосторонньому русі виявляється найзручнішим.

За принципом дії кермове управління розділяється на механічне, гідравлічне і кермове управління з підсилювачем. Найбільше розповсюдження одержало механічне кермове управління і кермове управління з підсилювачем. Гідравлічне кермове управління складніше механічного і застосовується тільки в окремих випадках коли потрібне дистанційне управління. Загальний вид гідравлічного кермового управління показаний на рис. 1.2.

## 1.2 Класифікація рулевих трапецій.

Рульова трапеція може бути класифікована по конструктивних ознаках і по розташуванню щодо передньої осі.

По конструктивних ознаках рульова трапеція розділяється на два типи: з суцільною тягою ( див. рис.1.3а ) і розрізною тягою ( див. рис. 1.3б ).

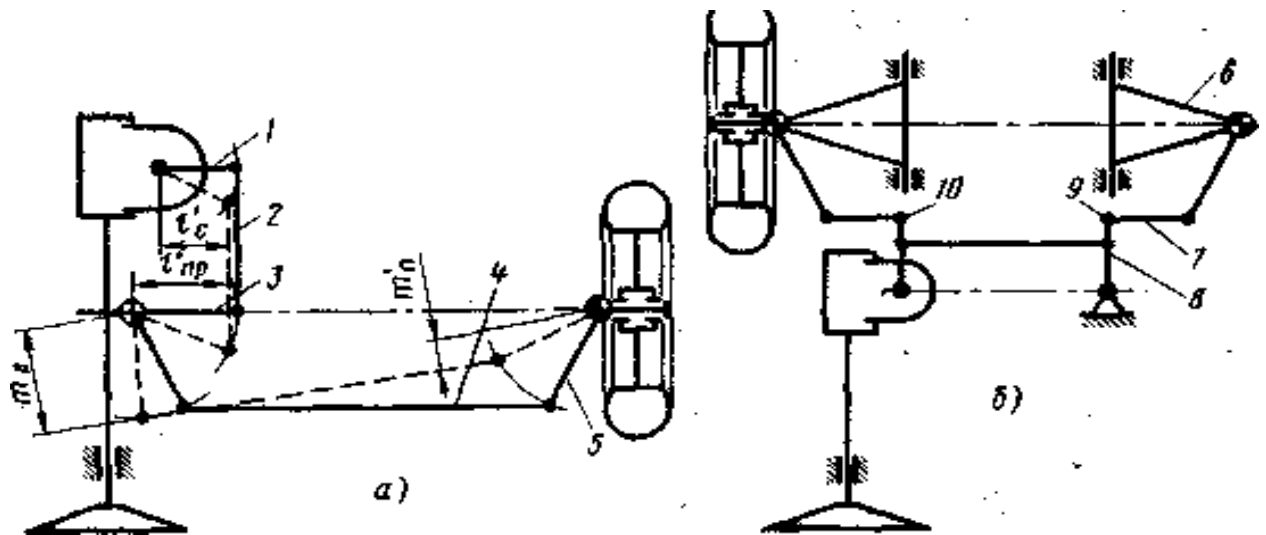


Рисунок 1.3. Схеми рулевого приводу:

а - при залежній підвісці керованих коліс; б - при незалежній підвісці; 1 - сошка; 2 і 4 - тяги відповідно поздовжня і поперечна; 3, 5, 6, 8 - важелі відповідно поворотної цапфи, рулевої трапеції, підвіски і маятниковий; 7 - бічна тяга; 9 і 10 – шарніри.

По розташуванню щодо передньої осі рульова трапеція розділяється на передню (див. рис. 1.1, б і в) і задню (див. рис. 1.1, а).

Рульова трапеція із суцільною тягою використовується на автомобілях із залежною підвіскою, а кермова трапеція із розрізною тягою - на автомобілях із незалежною підвіскою керованого моста. Схеми рульового приводу вказаних типів зображені на рис.1.3 [2]

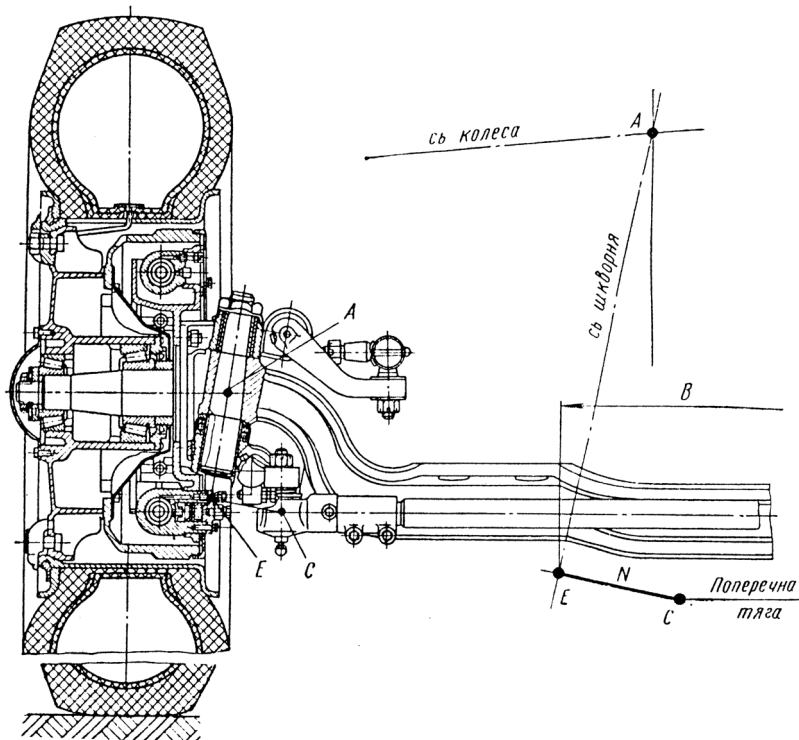


Рисунок 1.4. Передня вісь автомобіля DAF XF 105

На рис. 1.4 показана передня вісь автомобіля DAF XF 105 із звичною ресорною підвіскою і задньою кермовою трапецією, а також схема для визначення розрахункових розмірів кермової трапеції.

Якщо кути повороту відповідно зовнішнього і внутрішнього керованих коліс, то кочення їх без ковзання по дорозі виходить при умові:

Звичайно вважається, що  $B$  — відстань між крапками  $A$  перетини осей поворотних цапф з осями шкворнів. Така думка неправильна, тому що ці

крапки не лежать в площині трапеції. За точки перетину потрібно приймати точки перетину осей шкворнів з перпендикулярними до них площинами, що проходять через центри 3 кульових пальців важелів трапеції. Унаслідок того, що крапки А і Е можуть бути розташовані на значній відстані одна від одної, можливе спотворення одержуваних результатів.

На легкових автомобілях велике поширення набула незалежна підвіска передніх керованих коліс, при якій переміщення одного колеса не впливає на переміщення іншого. Тому поперечна кермова тяга не може бути суцільною, а повинна бути розрізна і складатися з двох або трьох ланок. Кермова трапеція при такій підвісці виходить розрізною. В нашому випадку поперечна тяга є розрізною, тому що передня підвіска – незалежна.

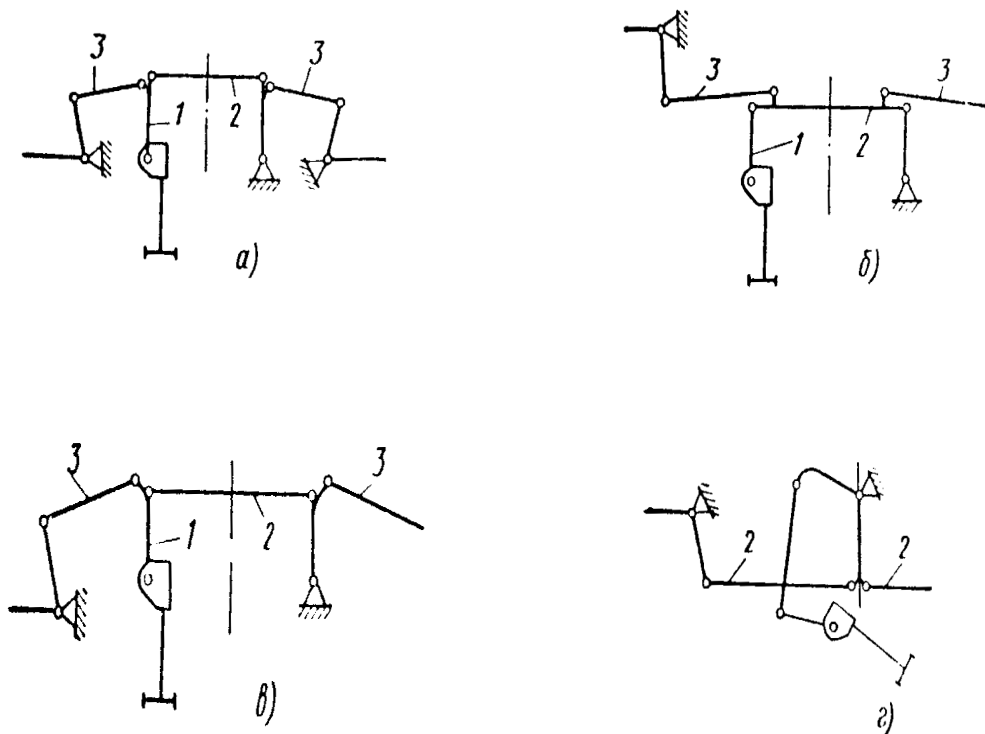


Рисунок 1.5. Рульові трапеції легкових автомобілів.

На рис. 1.5 показані декілька схем передніх і задніх рульових трапецій легкових автомобілів з різним розчленовуванням поперечної тяги, що складається з середньої ланки 2 і двох бічних важелів 3, що гойдаються (рис.

1.5, а-в). В деяких випадках поперечна тяга складається з двох ланок 2, що гойдаються (рис. 1.5, г). На рис. 1.6 показані схеми кермових трапецій з цільною поперечною тягою 2 вантажних автомобілів і автобусів. В тягу 1 роблять розрізною і середні її кінці підвішують на маятниковому важелі 3.

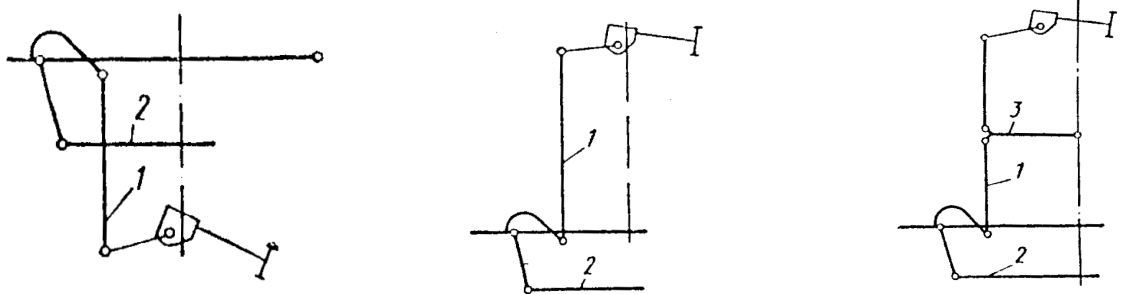


Рисунок 1.6. Рульові трапеції вантажних автомобілів і автобусів.

Рульова тяга – поздовжня 1 (рис. 1.5 і 1.6) і поперечна 2 є з прямими трубчастими стрижнями. Іноді для отримання належного зазора між двигуном і поперечною кермовою тягою останню у середині вигинають. По аналогічних міркуваннях іноді доводиться вигинати і повздовжню кермову тягу. Такий вигин, природно, супроводжується порушенням окремих випадках подовжню статичної рівноваги тяги і значним зменшенням жорсткості в поздовжньому напрямі, що повинне бути враховане при розрахунку на міцність.

Січення важелів кермового приводу, важелів, цапф і кермової сошки звично овальне, що наближається до еліптичного.

Повздовжня кермова тяга 1 розташовується уздовж автомобіля. Іноді в цілях найбільшого використання місткості автомобіля, особливо в коротких легкових (малолітражних) або вантажних автомобілях, кермовий механізм переносять вперед, розміщуючи його майже над передньою віссю. [3]

Так як у нашому випадку.

Привід до поворотної цапфи в цьому випадку може бути здійснений двома способами: з'єднанням кермової сошки з поворотним важелем, кермовою тягою 2 (див. рис. 1.1, б), розташованої паралельно передньої осі, і

вона виходить поперечною, або за допомогою додаткових: важеля і тяги. У першому випадку кермова сошка переміщає повздовжню тягу паралельно

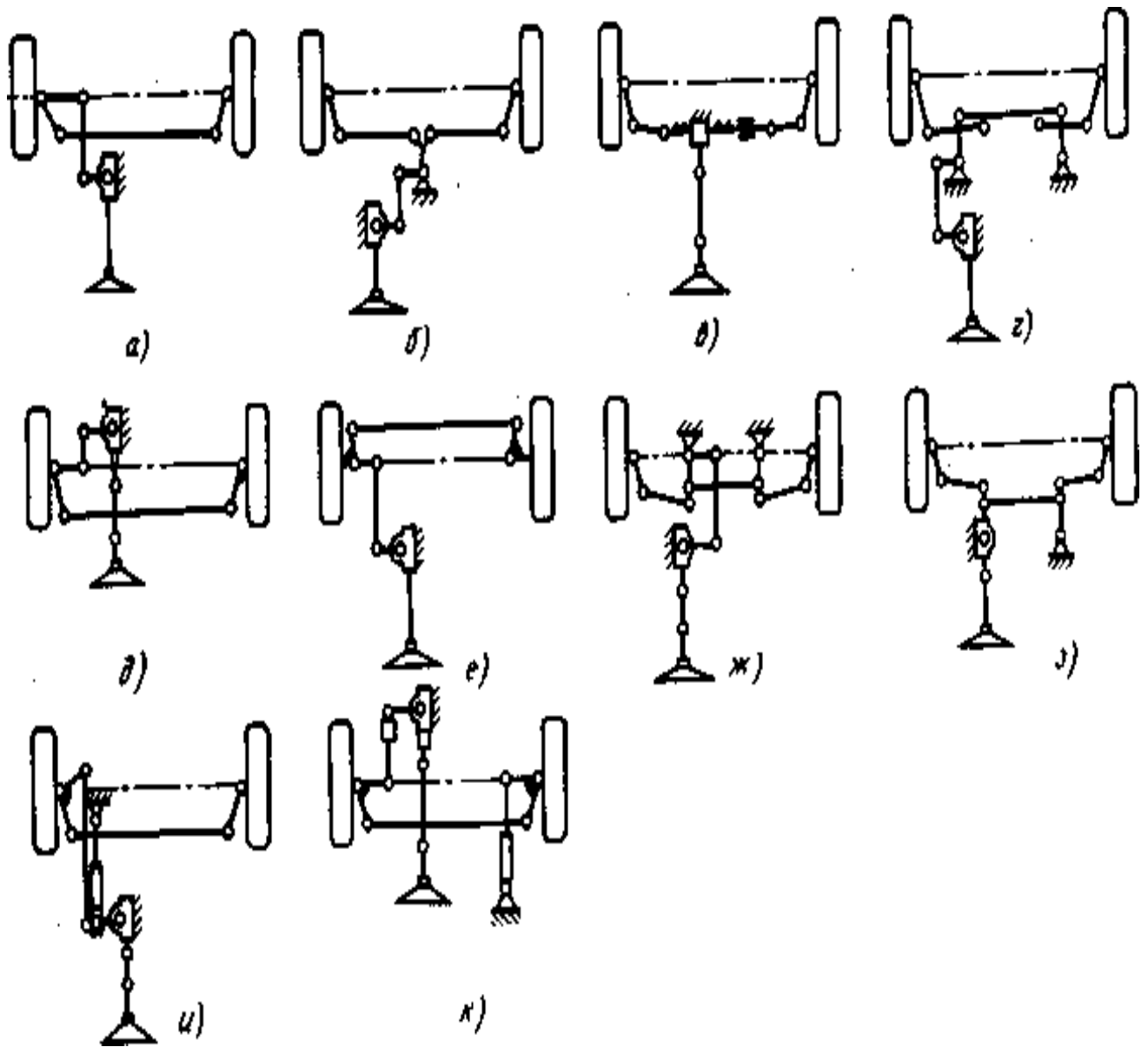


Рисунок 1.7 Схеми рульових приводів автомобілів з керованими колесами однієї передньої осі :

а — з задньою незалежною трапецією; б — з розрізною трапецією і маятниковим важелем; в — з реєчним кермовим механізмом; г — з розрізною трапецією з двома маятниковими важелями; д — розділеним кермовим валом; е — з передньою нерозрізною трапецією; ж — з розрізною трапецією і двома маятниковими важелями; з — з розрізною трапецією і одним маятниковим

важелем; й-з нерозрізною трапецією і об'єднаним кермовим підсилювачем; к - з нерозрізною трапецією і розділеним кермовим підсилювачем.

передній осі автомобіля. Інший кінець цієї тяги зміцнюється до поворотного важеля або до поперечної тяги. У другому випадку додаткова позадвонжня тяга сполучає кермову сошку з додатковим важелем, який розташований на необхідній відстані позаду осі і, у свою чергу, за допомогою другого пальця з'єднується із звичною позадвонжною тягою.

Рульовий привід повинен зберігати заданий напрям руху автомобіля, забезпечувати необхідний поворот керованих коліс, мати правильною кінематику елементів при здійсненні поворотів автомобіля в обидві сторони і правильну кінематику поворотного важеля при ході підвіски. Необхідний поворот керованих коліс забезпечується конструкцією кермової трапеції, якій присвячено багато робіт, всі решта вимог залежить від кінематики елементів кермового приводу і кінематики поворотного важеля.

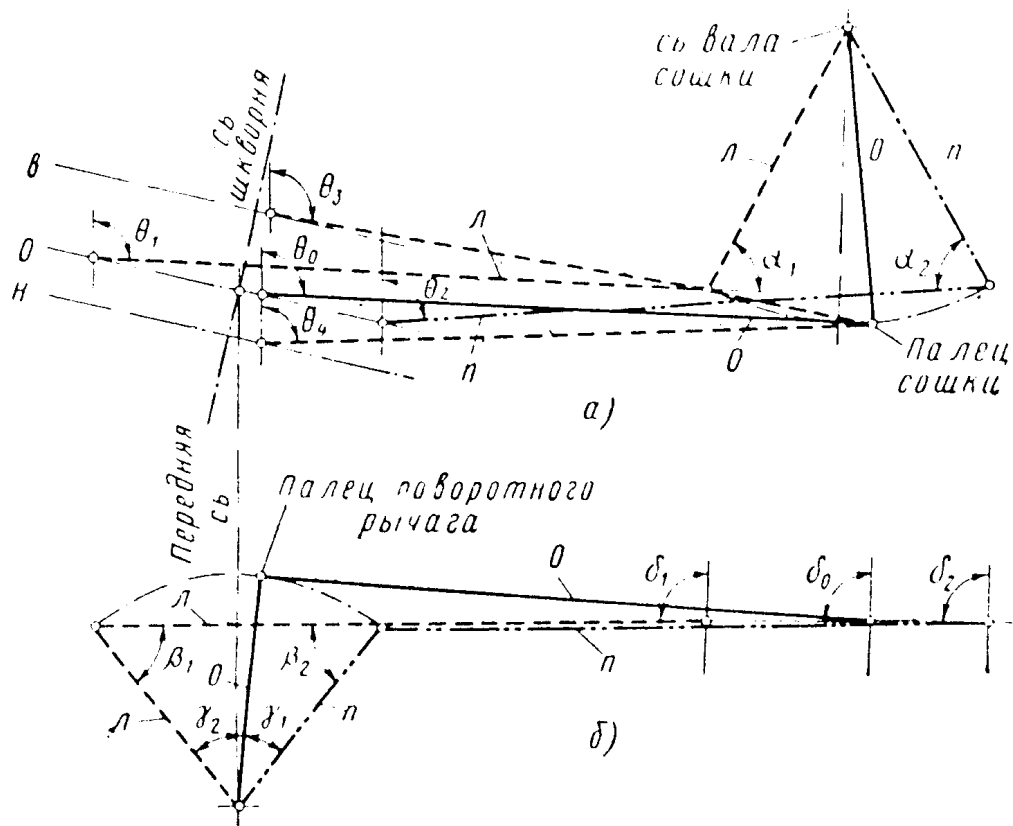


Рисунок 1.8. Положення елементів рульового приводу при поворотах.



На рис. 1.8 показана схема кермового приводу в двох крайніх положеннях ( правом; — лівому) його елементів при повороті керованих коліс. Для правильної роботи кермового управління необхідно, щоб передавальне число кермового приводу було однаковим при повороті керованих коліс як вправо, так і вліво. Оскільки кермовий привод складається з системи тяг і важелів, то від взаємного їх розташування залежить співвідношення передавальних чисел приводу при правому і лівому повороті керованих коліс. Взаємне розташування елементів кермового приводу і їх кінематика вважаються правильними, якщо кути складаються кермовою сошкою з повздовжньою кермовою тягою, і кути між поворотним важелем і повздовжньою тягою в крайніх їх положеннях при повороті в обидві сторони виходять приблизно рівними.

Велике значення для роботи кермового управління має довжина повздовжньої тяги.

При звичній схемі кермового приводу (див. рис. 1.6 а) кути (див. рис. 1.7) повороту лівого керованого колеса при повороті направо і наліво виходять різними, причому очевидно, в такому ж співвідношенні знаходяться і кути повороту поворотного важеля і кермової сошки. Щоб одержати рівні кути, що складаються повздовжньою тягою з поворотним важелем в крайніх їх положеннях, потрібно кульовий палець поворотного важеля в середньому положенні розмістити позаду передньої осі так, як показано на рис. 1.1 б.

Таким же шляхом виходять рівні кути, що складаються повздовжньою тягою з кермовою сошкою в крайніх її положеннях. Для цього кульовий палець сошки щодо вертикальної осі, що проходить через вісь її валу (рис. 1.7 а), в середньому положенні керованих коліс повинен розміщуватися позаду осі.

Кути і в різних положеннях колеса і сошки повинні бути близькі до  $90^\circ$ .

Ці положення дійсні для будь-якої звичної схеми кермового приводу вантажного і легкового автомобілів і автобусів.

Окрім сил опору коліс повороту щодо дороги колеса, що обертаються, володіють інерцією і гіроскопічним моментом, які чинять опір повороту коліс від займаного ними положення. При русі автомобіля по нерівній дорозі через неправильну кінематику в кермовому приводі виникають сили, діючі в двох протилежних напрямках. Такі сили приводять до усталостним розрушенням окремих деталей, як, наприклад, валу сошки, кульок або голок ролика глобоїдальної передачі і інших деталей. При недостатньо жорсткому кріпленні картера кермового механізму до рами ці сили, діючи на картер і кермову колонку, викликають втомне руйнування колонки.

При неточній кінематиці повздовжньої тяги щодо кермової сошки кути, в складі з ними в крайніх положеннях, можуть різко розрізнятися. У одному крайньому положенні кут, що складається сошкою і тягою, буде близьким до  $180^\circ$ , а в іншому крайньому положенні близьким до  $90^\circ$ . Тоді при повороті в перше крайнє положення цілком можливе перенапруження повздовжньої тяги або валу сошки, передують втомним руйнуванням.

### **1.3 Особливості конструкції рульових наконечників.**

Рульові тяги з'єднують кермовий механізм і колесо, саме через рульові наконечники водій через рульове колесо передає зусилля до рульового механізму який в свою чергу через систему рульових тяг, до яких входять наконечники рульових тяг передає зусилля на поворотні колеса тим самим здійснюючи поворот коліс у заданому напрямку.

Проблема тільки в тому, що кермовий механізм закріплений на кузові нерухомо, а колеса підвішені пружно і під час руху переміщуються у трьох площинах.

До штока кермової рейки тяга кріпиться за допомогою внутрішнього наконечника, до середньої тяги трапеції – за допомогою шарнірного з'єднання. З важелем поворотного кулака тяги з'єднані через зовнішній кермовий наконечник. Внутрішні наконечники та кульові з'єднання забезпечують

рухливість тяги у вертикальній площині – інакше тяги виламувалися б, коли автомобіль їде по нерівному покриттю. Зовнішній наконечник забезпечує рухливість тяги та колеса у будь-якій площині – привід може нормально працювати на поворотах та ямах без проблем. [4]

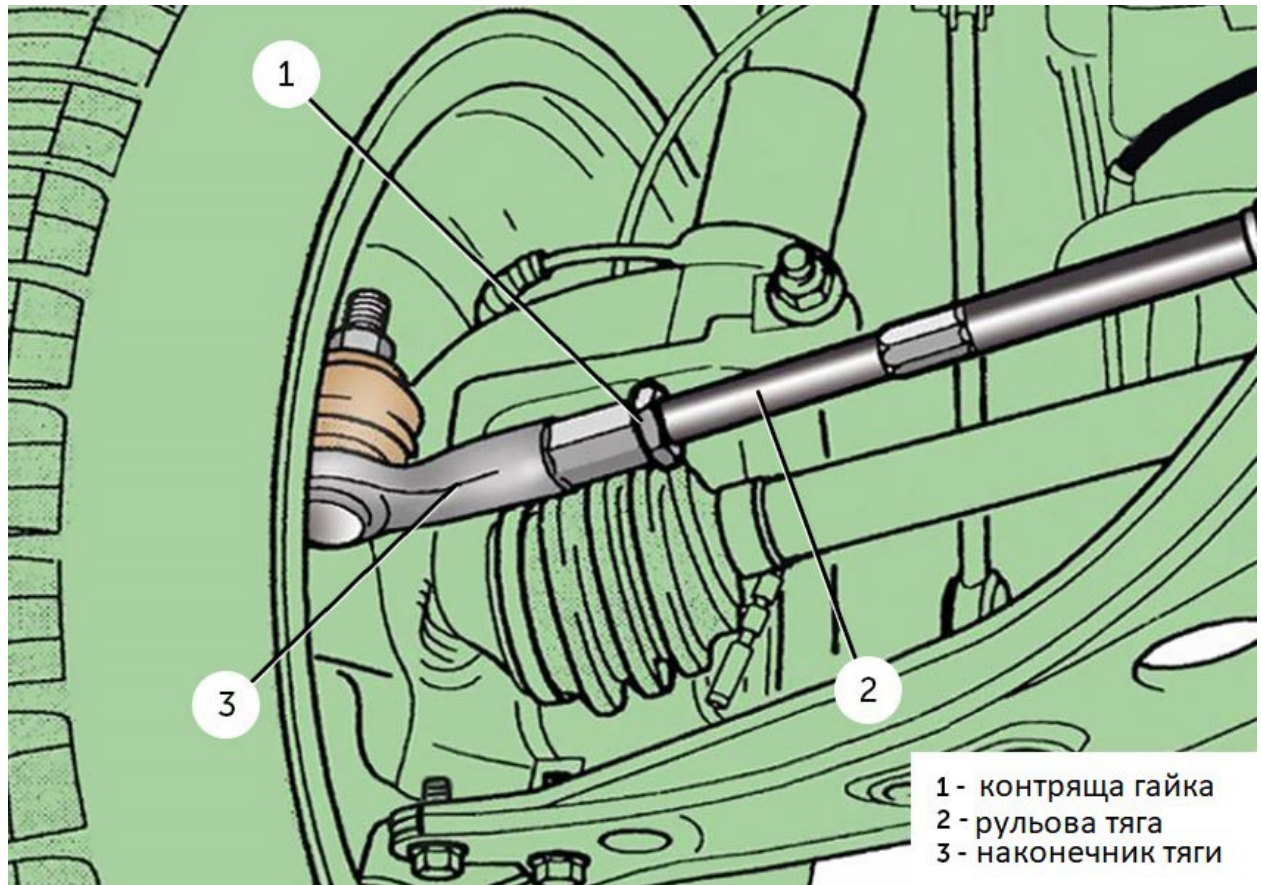


Рисунок 1.9. Розміщення елементів рульового приводу.

Наконечник рульового приводу обертається всередині напівсферичного корпусу з тefлонової, капролонової втулки або мастилом, яке нівелює тертя металевих елементів і дозволяє відхилитися пальцю на певний кут. Весь шарнір захищений гумовим пильником. Така конструкція дозволяє точно з'єднати нерухомі та рухливі елементи кермового приводу.

Загалом, кермовий наконечник - надійний, зносостійкий елемент: пальці виготовляють способом лиття або штампування зі спеціальних сталей, кульові частини ретельно шліфуються, як вкладки використовуються антифрикційні зносостійкі матеріали, корпус відливають під тиском і анодують, щоб додатково захистити від корозії.

Попри позитивні сторони у роботі рульових наконечників їм як і більшості деталям транспортних засобів властиво за певний час експлуатації виходити з ладу тим самим виникає необхідність їх заміни.

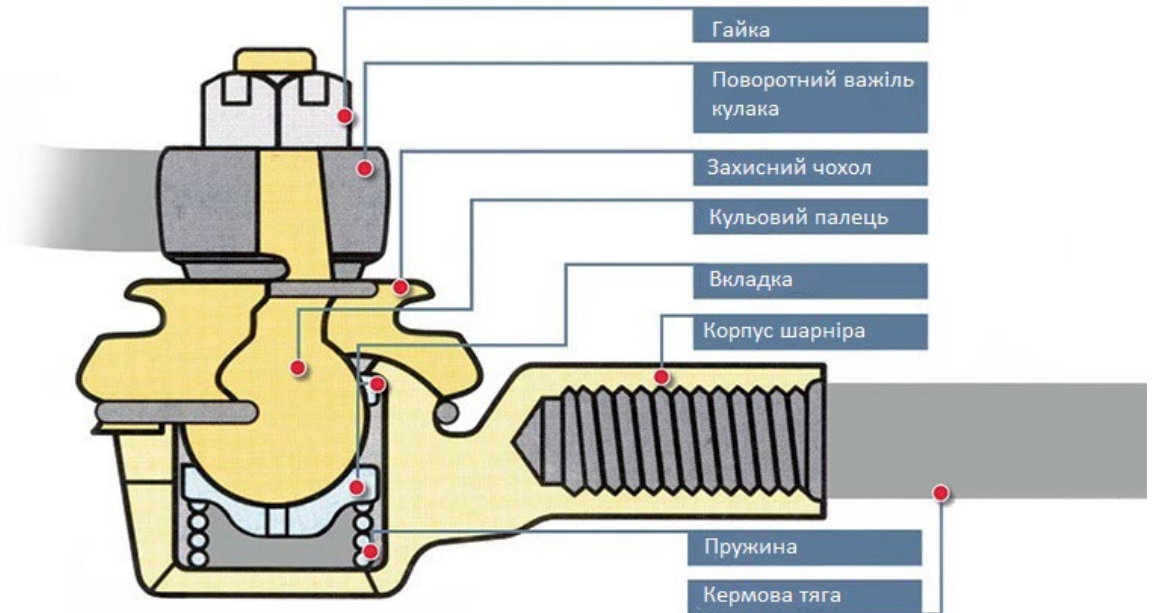


Рисунок 1.10. Будова рульового наконечника.

Рульові тяги можуть вийти з ладу якщо водій: різко влетів на бордюр на швидкості, вдарився об камінь – тяга може зігнутись, також можливо в випадку довго тривало використання в наслідок впливу на неї корозії. Власне корозія та деформація – це і всі можливі несправності кермових тяг.

Однак зігнуті тяги стають причиною інших неприємностей – порушується розвал-сходження, кут повороту коліс, розриваються пильник наконечників або вириває весь наконечник.

Стан та довговічність рульових наконечників залежить від умов експлуатації, а сами рельєфу дороги, якості дорожнього покриття, манери їзди водія, швидкості руху по дорозі з поганим покриттям, наскільки ретельно стежити за системою кермового керування.

Тому перший ворог рульових наконечників – дороги з неякісним покриттям. Через сильні удари не тільки тяги гнуться, а й банально послаблюється фіксує гайка – чим це загрожує, зрозуміло. Крім того, сильний удар розриває пильники, зміщує сферу, і та, у свою чергу, розбиває втулку. [5]

Розірваний пильник – наступна частина виходу з ладу наконечника рульової тяги. Через розірваний пильник у кульовий шарнір потрапляє вода і бруд, металеві елементи ржавіють, бруд діє як абразив, а вода поступово вимиває мастило.

Основні ознаки нестравності рульових шарнірів це - люфти, стукіт, вібрація, тугим або розбитим кермом, ударами які відчуваються на кермовому колесі.

Допустити, що щось не так саме з кермовими наконечниками можна, якщо:

- під час руху відчуваються удари через педалі;
- негучно і циклічно стукає в області коліс при повороті керма і коли автомобіль їде нерівною дорогою;
- кермо крутиться надто легко;
- не вдається відрегулювати розвал-сходження.

Щоб на 100% переконатися, що наконечники зносилися, потрібно підняти авто або поставити на яму і похитати тяги вгору-донизу - зазор не повинен бути більше 1,5 мм. Можна покрутити кермом і поспостерігати за ходом наконечника - він не повинен бовтатися у посадковому місці.

У деяких випадках не замінюють кермові наконечники, а реставрують їх. Безперечно, зараз це дуже технологічний процес. Однак, не рекомендовано відновлювати таку важливу деталь. Річ у тім, що майстерні замінюють втулку – тобто. встановлюють новий антифрикційний матеріал (втулка розрахована під нову сферу). А робоча поверхня сфери пальця на цей час вже зносилася. Щоб підігнати півсферу та область, нову втулку підтискають. Виходить, що на

холодній машині кермо тугувате, а на розігрітому наконечнику все одно стукає.

Корпус шарніра є основною деталлю, призначений для установки та фіксації елементів кульової опори, а також передачі зусиль від кульової опори елементам рульового управління [6];

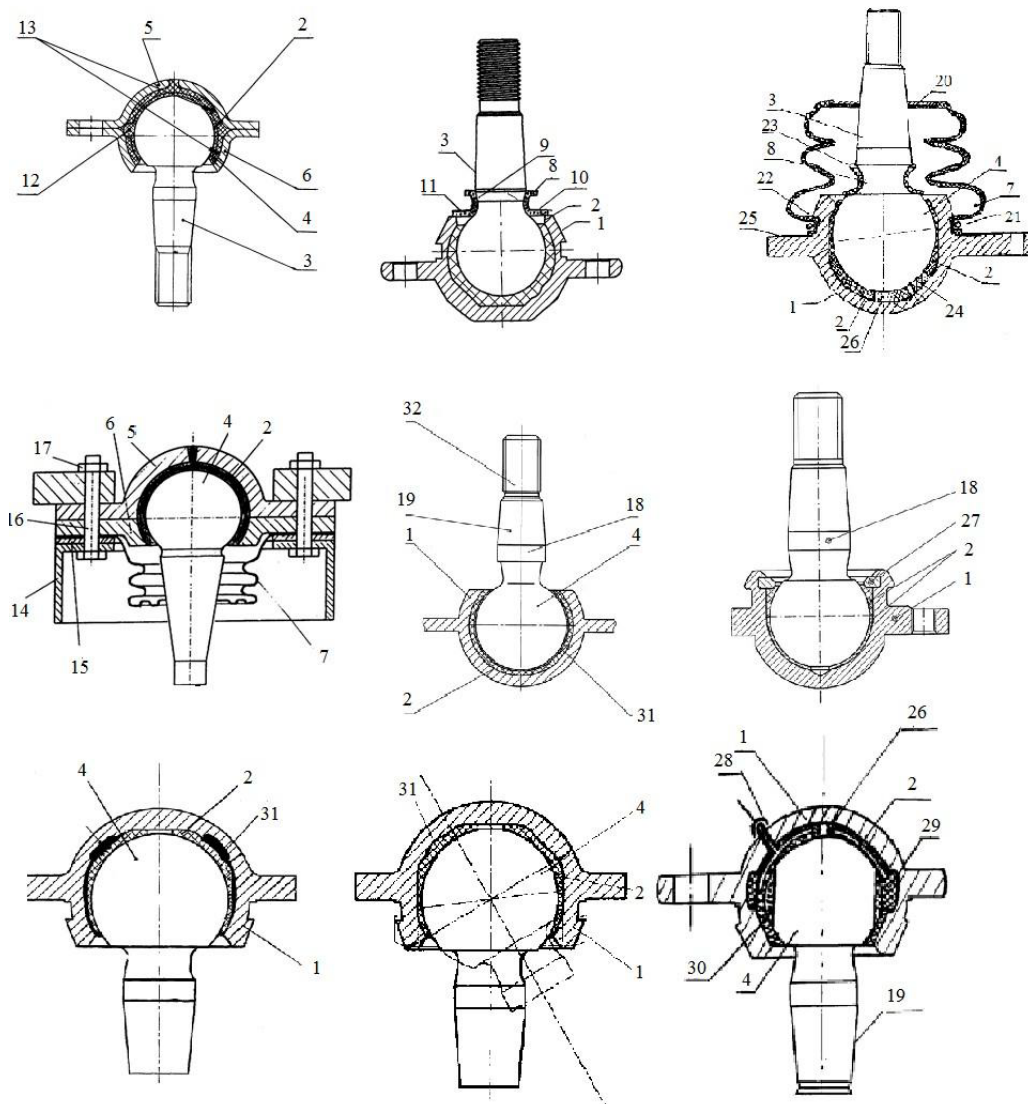
Кульовий палець - основний робочий елемент шарніра, призначений для передачі зусиль від одного елемента рульового управління до іншого з компенсацією їх взаємного переміщення в різних площинах за рахунок обертання головки кульового пальця в корпусі шарніра [7]. ;

Вкладка кульового пальця є свого роду підшипником ковзання - він призначений для зменшення тертя при обертанні сфери кульового пальця і забезпечує продовження терміну служби кульового пальця [8];

Захисний чохол – призначений для захисту пари тертя вкладка – головка кульового пальця від попадання води, бруду, абразивних частинок тощо, є незначним, але дуже важливим елементом кульового шарніра, від якого залежить цілісність та ресурс шарніра загалом ;

Мастило – призначене зменшення тертя у парі вкладка – головка кульового пальця.

Як полімерна матриця композиційного матеріалу для заповнення простору між вкладишем і корпусом можуть бути використані поліамід, поліефір, поліетилен або полібутадієнтрафтолат, капролон (рис. 1.11) [9].



1 – корпус шарніра, 2 - полімерний вкладка, 3 - палець, 4 - сферична головка, 5 - верхній корпус, 6 - нижній корпус, 7 - захисний чохол, 8 - жолоб кульового пальця, 9 - верхня частина конусної частини пальця, 10 - буртик горизонтальний, 11- ущільнююча втулка, 12 - шар термозатвердіваючого клейового складу, 13 - термозатвердіваючий наповнювач, 14 - з'єднуючий елемент, 15 - прокладка, 16 - з'єднуючий болт, 17 - гайка, 18 - циліндрична частина пальця, 19 - конічно-циліндричний хвостовик, 20 - пластина твердості, 21 - пружинне кільце, 22 - кільцева канавка, 23 - знімна ущільнювальна втулка, 24 - ребро жорсткості вкладки, 25 - приєднувальний фланець, 26 - наскрізний отвір, 27 - стопорний пристрій, 28 - датчик виробітку, 29 - виточка в гнізді корпусу, 30 - сегмент сполучення, 31 - виступи на вкладиші, 32 - різьбова частина пальця

Рисунок 1.11 - Різновиди кульових шарнірів:



## 1.4 Обґрунтування теми кваліфікаційної роботи

Серед безлічі вузлів підвіски та кермового керування автомобілів кульова опора є одним з важливих несучих вузлів, ефективність роботи якого безпосередньо залежить від умов експлуатації. Кульові опори транспортного засобу визначають надійність всього транспортного засобу та безпосередньо впливають на його безпеку [6]. Кульові опори служать для з'єднання елементів підвіски і рульового управління і є кінематичні з'єднання, що мають три ступеня свободи при переміщенні робочих органів (важеля) [4]. Такі шарніри є вкрай відповідальними з'єднаннями, оскільки передають у з'єднаннях високі навантаження: вертикальні від ваги автомобіля, горизонтальні від сили тяги, гальмівні зусилля і зусилля які виникають в процесі повороту автомобіля.

Надійність рульових шарнірів суттєво впливає на безпеку керування автомобілем. Найчастіше рульові шарніри є нерозбірними вузлами [5], що значно ускладнює оцінку технічного стану в умовах автосервісу. Одним з методів діагностики є лабораторне стендове дослідження кульових опор. Для отримання достовірної інформації про величину зношування кульових опор та розробки методики визначення їх технічного стану в умовах підприємства автосервісу необхідна ділянка лабораторно-стендових досліджень. При діагностиці кульових опор на стенді слід повністю моделювати всі рухи та сили, що передаються на шарніри у реальних умовах. Крім того, щоб можна було повністю довіряти результатам стендових досліджень, необхідно звірити їх із даними, отриманими у експлуатаційних умовах [10]. Актуальні дослідження, спрямовані на розробку методів, засобів та алгоритмів визначення технічного стану кульових опор в умовах підприємства автосервісу.

Критичним станом рульового шарніра вважається стан, при якому осьові та радіальні зазори пальця в корпусі досягають значення 0,7 мм при додатку до пальця осьових і радіальних навантажень  $\pm 981$  Н. Ці значення прийнятні



для автомобільних кульових пальців з діаметром напівсфери  $d = 25 - 35$  мм [5, 6, 7].

Метою магістерської роботи є удосконалення процесу ремонту системи рульового управління при необхідності демонтажу кермових тяг автомобілів з рульовими наконечниками.

Об'єкт дослідження – ефективність роботи по випресовці кермових шарнірів.

Предмет дослідження – демонтаж кермових шарнірів транспортних засобів.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити такі задачі:

1. Провести аналіз проблем експлуатації та ремонту вузлів кермового керування транспортних засобів.
2. Зробити аналіз існуючого обладнання для спрощення процесу ремонту вузлів кермового керування.
3. Визначити недоліки існуючого обладнання і можливі шляхи їх вдосконалення.
4. Провести ефективну модернізацію або розробку власного обладнання для вирішення поставленого завдання.
5. Зробити техніко економічне обґрунтування доцільності розробки.

## **2 АНАЛІЗ ІСНУЮЧОГО ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ РЕМОНТУ ВУЗЛІВ РУЛЬОВОГО УПРАВЛІННЯ ЇХ ПЕРЕВАГ І НЕДОЛІКІВ. ОБГРУНТУВАННЯ ВДОСКОНАЛЕННЯ.**

### **2.1 Визначення основних причин несправності рульового управління.**

Конструкція рульового шарового шарніра повинна забезпечувати просторову рухливість у двох площинах, при цьому усі сили діють через полімерну вкладку сферичної поверхні пальця.

Зазори в шарнірних з'єднаннях повинні бути відсутні, а при їх виготовленні це не просте завдання. Шарніри в зібраному стані щільно обтискаються, що дозволяє отримати бажаний натяг у з'єднанні, який перевіряється в технологічному процесі при виробництві наконечників шляхом визначення моментів повороту і коливання пальця відносно корпусу. У зв'язку з цим виникає необхідність підвищення якості оцінки розмірів осьового зазору в робочих парах шарнірів з метою числового визначення розміру осьового люфта з допуском не більше 0,09 мм.

Кульові пальці випробовують при роботі знакоперемінними навантаженнями, що призводить до зниження ресурсу пальця через абразивне пошкодження матеріалу головки пальця та усталеному зношуванню тіла пальця в місці переходу сферичної частини в конічну частину кульового пальця

Абразивний знос і корозія шарової опори і тіла шарової опори є основною причиною пошкодження захисної пильника, втрата герметичності кульового шарніра, проникнення води, піску та абразивних часток між парою тертя пальця і вкладки. Показники появи: візуально – коли видно пошкодження захисного ковпачка та наявність на ньому залишків мастила та бруду, при русі автомобіля – внаслідок появи сторонніх стуків або звуків, погіршення керованості транспортного засобу [9]. Абразивне пошкодження вкладки, корозія корпусу кульового наконечника; абразивна виробітка кульового

пальця у вигляді радіальних канавок на сферичній поверхні; Підвищення температури як наслідок відсутності або не достатньої кількості мастила в шарнірі, що викликає текучість і перехід молекули полімеру в газоподібний стан в поверхневих шарах при русі пальця навколо вставки за рахунок тертя [11].

Причина виходу з ладу рульового наконечника полягає також у довготривалому русі по дорогах з поганим покриттям на високій швидкості, а також порушення технології виготовлення вкладки, неякісний матеріал виготовлення вкладки. Показники: при русі автомобіля – поява стороннього стукоту і звуків, погіршення керованості автомобіля.

Зношування сферичної головки пальця в наслідок впливу абразивний елементів, а також виробітка в місці контакту ніжки пальця та корпусу шарніра виникає переважно в наслідок перевищення терміну служби кульового шарніра та порушення технології виготовлення кульового наконечника.

Таблиця 2.1 – Причини виходу з ладу кермових тяг

<b>Елемент рульового шарніра</b>	<b>Причина виходу з ладу</b>
Кермова тяга	- корозія - деформація
Кульовий палець	- втомний знос - деформація - абразивне пошкодження - корозія
Корпус шарніра	- деформація - корозія - тріщини
Захисний чохол	- розтріскування - розриви - втрата фіксації
Вкладка	- деструкції - руйнування полімерного шару - абразивне пошкодження

Аналіз надійності елементів рульового управління транспортних засобів показав, що на керованість і безпеку руху в першу чергу впливають несправності кульових шарнірів кермового механізму. Зменшення кількості несправних автомобілів в експлуатації, є важливим фактором зниження високого рівня аварійності на дорогах

## **2.2 Огляд існуючого обладнання на ринку для випресовки кульових шарнірів кермової тяги.**

Осним і найбільш проблемним в процесі демонтажу кермової тяги є демонтаж, шарніра наконечника кермової тяги. Відповідно при подібного типу роботі не обходиться без спеціального обладнання, оскільки одним відручуванням фіксуючої гайки не обійтись, наступним кроком постає завдання випресовки пальця шарніра. Наприклад, щоб не пошкодити опори, застосовують пристрої для знімання кульових опор. Аналогічна ситуація з кермовими тягами. Для зняття кермових сошок та шарнірів використовуються спеціальні затискачі (зйомники). У випадку шарніра рульової рейки ключ або знімач призначений для зняття та встановлення внутрішнього наконечника рульової тяги рульового механізму без розбирання рейки. Використання таких інструментів як ключі для шарнірів рульової рейки значно полегшує роботу в процесі ремонту транспортних засобів.

На ринку наявний достатньо широкий асортимент різного типу знімачів кульових опор, з різним принципом роботи та різних виробників. Серед товару є продукція таких виробників як, JTC, Topul, Heshitools, Force та інших такі як:

Знімач кермової тяги та кульових опор вилка

Знімач рульових тяг

Знімач рульових наконечників

Знімач шарнірів кермових тяг

Інструмент для кермових тяг



Рисунок 2.1 Знімач кульових шарнірів універсальний Rewolt T6205

Універсальний знімач дозволяє демонтаж кульових шарнірів без використання спеціальних інструментів, тільки з допомогою звичайного гайкового ключа. Діапазон затиску у двох положеннях регулюється до 30 або 51 мм.

Можна використовувати 19-міліметровий гайковий ключ

Робочий діапазон: 30 x 50 мм

Отвір 22 мм

Загальна довжина 157 мм

Розмір ключа 24 мм



Рисунок 2.2 Знімач кульових шарнірів JTC 1258

Призначений для зняття кульових опор, рульових шарнірів і т. п.  
Компактна конструкція дозволяє працювати у важкодоступних місцях.

Робочий діапазон: 28 мм

Отвір 24 мм

Загальна довжина 185 мм

Розмір ключа 22 мм



Рисунок 2.3 Знімач кульових шарнірів рульової сошки ЛТС 1952

Знімач виконаний з штампованої легованої сталі. Призначений для зняття рульових шарнірів і сошок. Застосовується для більшості вантажних автомобілів.

Робочий діапазон: 33 мм

Отвір 28-18 мм

Загальна довжина 195 мм

Розмір ключа 19 мм



Рисунок 2.4 Знімач кульових шарнірів ЛТС 1318

Призначений для зняття кульових опор важеля рульового управління, поперечної тяги і т.д. Пристосований для роботи у важкодоступних місцях.

Робочий діапазон: 55 мм

Отвір 29 мм

Загальна довжина 160 мм

Розмір ключа 22 мм





Рисунок 2.5 Знімач рульового шарніра JTC 1036

Двохзачіпні знімачі являють собою просту і надійну конструкцію, виконану з високоміцних сплавів, найчастіше, кованим способом. Забезпечують хороший контроль над процесом демонтажу. Спеціальна конструкція з двома зачіпами призначена для зняття більшості типів рульових шарнірів. Матеріал: сталь марки SCM420 твердість 42.

Робочий діапазон: 100 мм

Отвір 18-32 мм

Загальна довжина 192 мм

Розмір ключа 22 мм



Рисунок 2.6 Знімач рульових тяг L=20 мм Force 6280820 F

Спеціальна конструкція з регульованим болтом дозволяє використовувати знімач для різних автомобілів. Призначений для зняття кульових опор з важеля кермового керування, поворотного кулака, кермової поперечної тяги і т.п. Виготовлені з найкращих сортів хром-ванадієвої сталі, методом кування з подальшою термообробкою, що гарантує високу міцність, стійкість до зламів, тривалий період експлуатації. Має високу корозійну стійкість. Інструмент відповідає стандарту Німецького Інституту Стандартизації DIN (Deutsches Institut für Normung) та міжнародним стандартам ISO 9002 та ISO 9001.

Робочий діапазон: 22 мм

Отвір 18 мм

Загальна довжина 260 мм



Рисунок 2.7 Знімач кульових шарнірів JTC 4003

- Спеціальна конструкція знімача знижує ймовірність пошкодження різьби при знятті кульової опори.
- Різьбова проставка: M14 x 1.5, M14 x 2.0.
- Розмір вічка: 30 мм.
- Застосування: автомобілі VOLVO.
- проходить мікро-полірування (microfinished), яка найкращим чином зберігає інструмент від подряпин, пошкоджень і іржі.
- високоміцні леговані сталі у поєднанні забезпечують високу міцність, захист від корозії.
- отнесится до класу професійний і промисловий (professional and industrial)
- Компанія JTC (Jet-Way Tool Company)– Лідер ринку на Тайвані. Знаходиться в місті Taichung. Компанія виробляє професійний

інструмент для ремонту автодвигунів і автокузовів, і з 1991 року спеціальний сертифікований інструмент для BMW і Daimler Benz. JTC –це вибір професіоналів автосервісу в багатьох країнах світу.



Рисунок 2.8 Знімач кульових шарнірів JTC 4751

Спеціально призначений для демонтажу кульових опор вантажних автомобілів.

Розмір захоплення: 30 мм.

Глибина захоплення: 60 мм.

Застосування: всі легкогрузные автомобілі Mitsubishi, Delica, Canter та ін.

- високоміцні леговані сталі у поєднанні забезпечують високу міцність, захист від корозії.
- відноситься до класу професійний і промисловий (professional and industrial)
- Компанія JTC (Jet-Way Tool Company) – Лідер ринку на Тайвані. Знаходиться в місті Taichung. Компанія виробляє професійний інструмент для ремонту автодвигунів і автокузовів, і з 1991 року спеціальний сертифікований інструмент для BMW і Daimler Benz. JTC – це вибір професіоналів автосервісу в багатьох країнах світу.

### **2.3 Обґрунтування потреби розробки пристрою для знімання кермових тяг автомобілів.**

Проаналізувавши наявні у продажі знімачі кульових шарнірів системи кермового керування транспортних засобів, були виявлені такі недоліки моделей:

- деякі не достатньо надійні та довговічні у використанні;
- наявні моделі складні у своїй конфігурації, що відповідно впливає на складність процесу їх виготовлення;
- частина елементів знімачів виготовлені ливарним способом, що дуже дорого та не завжди надійно;
- у деяких знімачів велика кількість складових що впливає як на складність виготовлення так і на надійність виробу;
- висока вартість знімачів.

Метою даної роботи є розробка знімача з високою надійністю, простим технологічним виготовленням та не високою вартістю.

### **3 ОПТИМІЗАЦІЯ ПРОЦЕСУ РЕМОНТУ СИСТЕМИ РУЛЬОВОГО УПРАВЛІННЯ ШЛЯХОМ УДОСКОНАЛЕННЯ ПРИСТРОЮ ДЛЯ ЗНІМАННЯ КЕРМОВИХ ТЯГ.**

#### **3.1 Обґрунтування алгоритму розробки пристрою для випресовки кульових шарнірів кермової тяги**

Так як наш знімач шарнірів кермових тяг має призначення–удосконалення процесу ремонту системи рульового управління а саме демонтаж кульових шарнірів, йому необхідно задати умови для розробки.

Основні вихідними даними для нашого знімного пристрою будуть наступні параметри:

- надійність знімача при умові впливу на його конструкцію значних навантажень при випресовці кульових шарнірів;
- компактність пристрою з метою доступності до місця застосування;
- зручність застосування без використання спеціальних інструментів;
- технологічність з метою здешевлення процесу виготовленняї;
- достатньо високий клас мідості матеріалів.

Для цього ми пропонуємо:

- розробити конструкцію пристрою для демонтажу кермової тяги;
- провести розробку проектної документації;
- передбачити технологічність виробу;
- підібрати необхідні матеріали;
- провести розрахунок на міцність;
- описати методику роботи з знімачем кермової тяги.

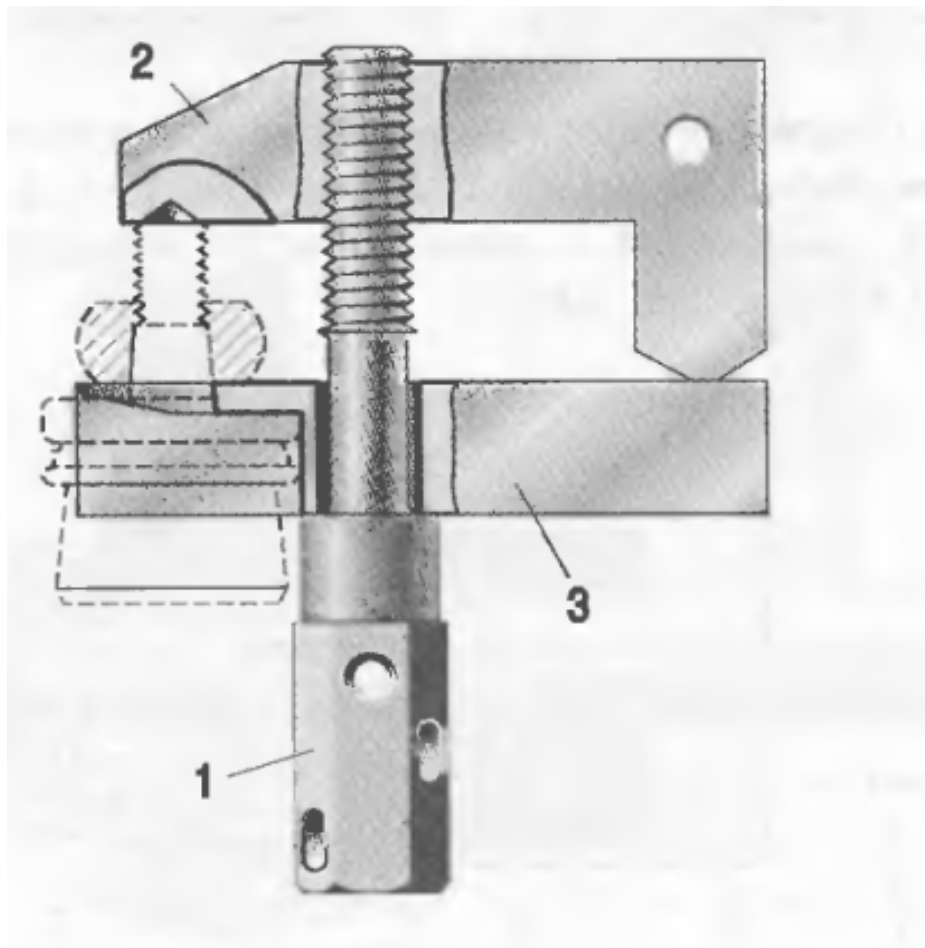
### **3.2 Розробка пристрою для випресовки кульових шарнірів кермової тяги.**

Пальці кульових шарнірів закріплюються в важелях поворотних кулаків, в рульовій сошці і маятниковому важелі за допомогою конічних з'єднань, затягуванням гайкою. Таке з'єднання самофіксує. Ступінь « самофіксації » конічного з'єднання залежить в першу чергу від кута конусів і зусилля їх затягування .

Зауважимо, якщо колись на транспортних засобах з заднім приводом не великої вантажопідємності для затягування кульового шарніра кермової тяги застосовували гайку M14x1,5 тоді рекомендований момент затягування становив 5,1 ... 6,3 кгс/м, то пізніше він був знижений до 4,3 ... 5,4 кгс/м . У передньопривідних автомобілів застосовувалась гайка M12x1,25 кульового пальця рульової тяги затягується моментом 2,76 ... 3,41 кгс м. Затягувати гайки кульових пальців без динамометричного ключа не допустимо.

Іноді, наприклад, при знятті середньої і бічних рульових тяг обходяться загалом без пристосувань. Відкрутивши гайки пальців, наносять удар гострим кінцем молотка по сошці трохи вище шарніра середньої тяги. Часто вистачає двох ударів, і палець випадає. Для наведеного способу необхідна естакада або оглядова яма. При невмілому проведенні операції маятниковий важіль може виявитися деформованим. У цьому випадку спиця рульового колеса може піти від горизонтального положення при русі по прямій. Також, застосовуючи такий грубий спосіб, як вибивання молотком, настільки відповідальних деталей рульового приводу може призвести як до деформації самої кермової тяги, а також і можливе руйнування кульового шарніру кермової тяги. Тому в черговий раз доведено, необхідність застосування знімного пристрою кульових шарнірів, який без ударів допоможе випресувати кульовий шарнір кермової тяги і тим самим демонтувати кермову тягу в зборі.

На підставі поставленого завдання, з врахуванням умов ремонту та експлуатації, а також врахувавши не складну технологічність для виготовлення пристрою випресовки кульових шарнірів кермової тяги, запропоновано конструкцію наведену на Рис.3.1



1 - Гвинт; 2 – Важіль; 3 – Захват.

Рисунок 3.1 Пристрій для випресовки кульових шарнірів кермової тяги.

Оскільки запропонований попередній проект пристрою, попередньо задовільняв поставлені завдання, було прийнято рішення про розробку проектної документації для його виготовлення.

Першим етапом розроблено 3D проектування в середовищі SolidWorks результат наведено в на Рисунок 3.2



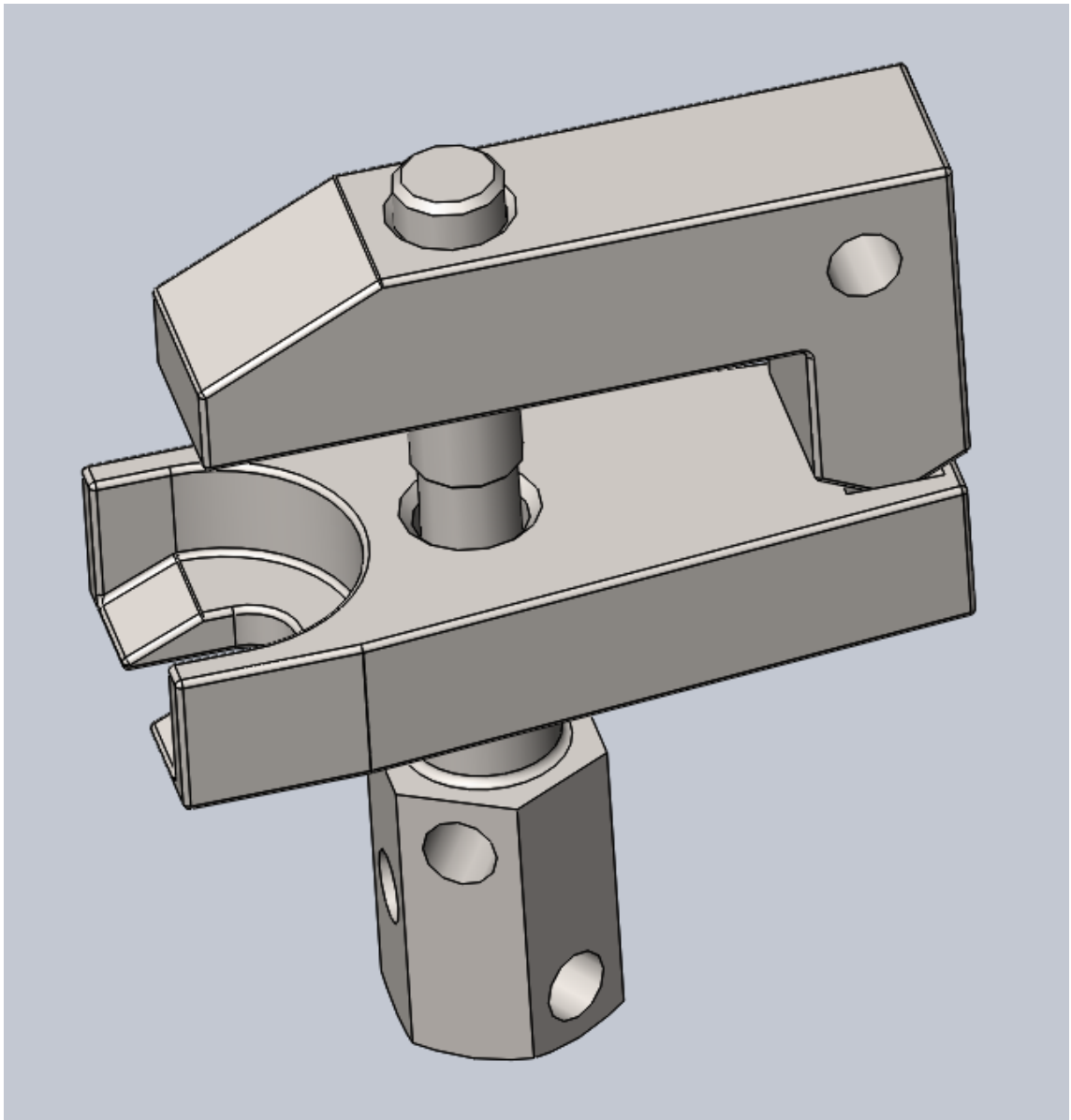


Рисунок 3.2 Розроблений пристрій ЗП204 в середовищі SolidWorks.

Наступним етапом виконано комплект конструкторської документації для можливого його виготовлення на виробництві Рис.3.3-3,6.

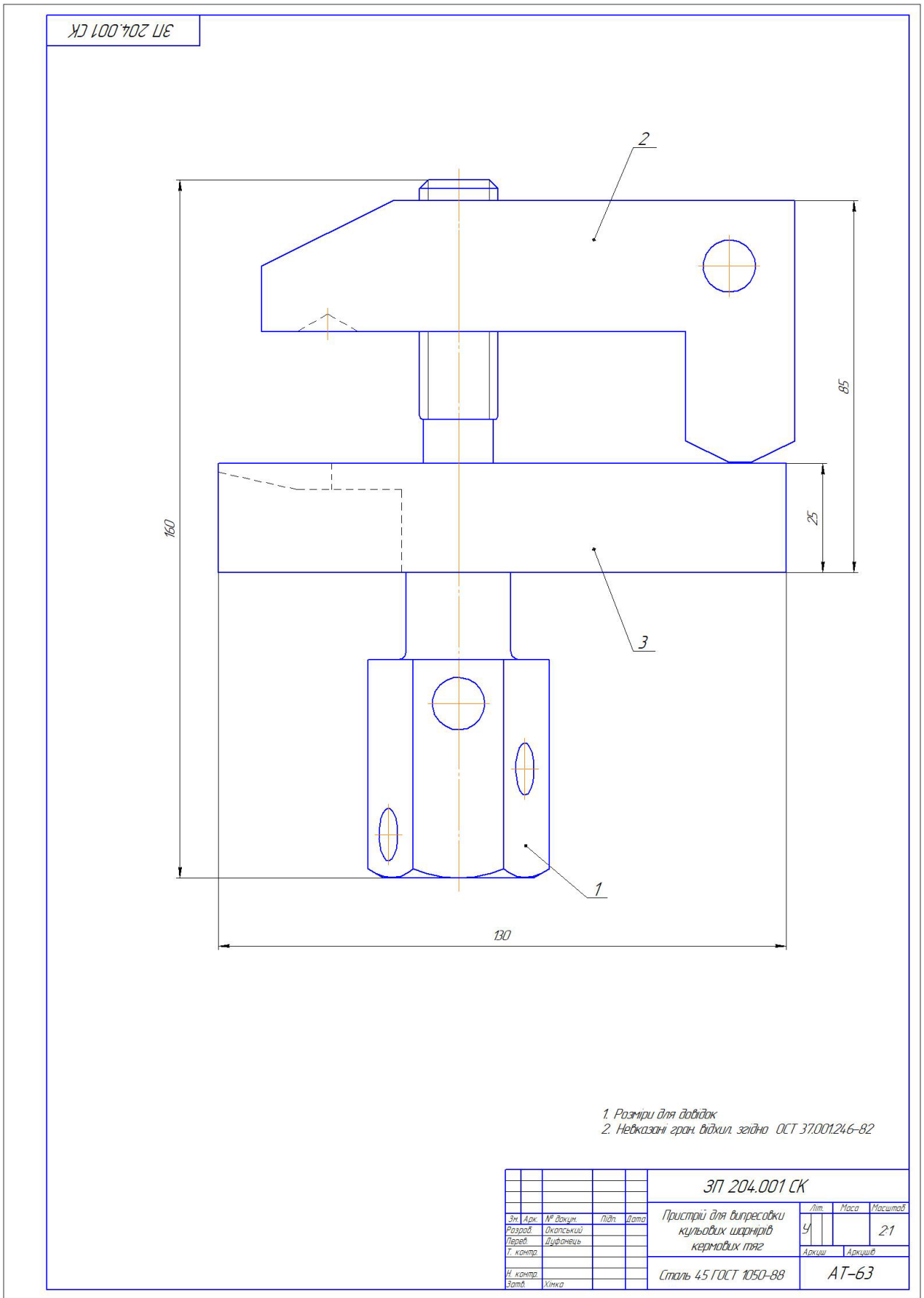


Рисунок 3.3 Пристрій для випресовки кульових шарнірів кермової тяги складальне креслення.





Визначаємо допустимі напруження для заданого матеріалу.

$$\sigma = \frac{\sigma_{\text{гп}}}{n} \quad (3.1)$$

де

$\sigma_{\text{гп}}$  – граничне напруження

$n$  - коефіцієнт безпеки для сталей

$$\sigma_{\text{гп}} = \sigma_T = 350 \text{ Н / мм}^2 \quad (3.2)$$

$$[\sigma_c] = \frac{\sigma_{\text{гп}}}{n} = \frac{350}{4,5} = 77,8 \text{ Н / мм}^2 \quad (3.3)$$

Перевіряємо гвинт на деформацію стиску згідно умови міцності

$$\sigma = \frac{4 \cdot k \cdot Q}{\pi \cdot d_1^2} = \frac{4 \cdot 1,3 \cdot 2400}{3,14 \cdot 15,835^2} = 15,9 \text{ Н / мм}^2 \leq [\sigma_c] = 77,8 \text{ Н / мм}^2 \quad (3.4)$$

Так як  $\sigma = 15,9 \text{ Н / мм}^2 \leq [\sigma_c] = 77,8 \text{ Н / мм}^2$ , то умова міцності для гвинта забезпечена [5].

Остаточно приймаємо гвинт з різьбою М 18 ГОСТ 9150-85.

Випресування пальців кульових шарнірів крайніх рульових тяг з важелів поворотних кулаків знімачем ЗП204 не становить особливої складності. Він надійний, доступ до шарніру вільний. Знімач ЗП204 рекомендований для випресовки пальців з сошки і маятникового важеля, складніший і менш надійний. Рухома система пристосування ЗП204 позитивно впливає на процес випресовки і дозволяє покрити більшу гаму існуючих кульових шарнірів на рис. 3.1.

Принцип його дії заснований на тому, що при випресовці необхідно тільки зрушити палець в його конічному гнізді. У зв'язку з більшою жорсткістю знімача і великим діаметром гвинта компактності плече важеля зменшено до 65 мм, у зйомника подібного типу плече дещо більше, що негативно впливає на доступність до кульового шарніра при його випресовці. Захват 3 вставляємо, віджавши гумовий чохол, під гніздо пальця шарніра. На палець і захват встановлюємо важіль 2 і, вкручуючи гвинт 1, випресовуємо палець шарніра. Випресування пальців значно полегшується, якщо змочити їх проникаючою рідиною (гас, WD-40). На перетягнуті пальці доцільно покласти на кілька годин «компрес» з ганчірки, змоченої цими рідинами.

## 4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ.

### 4.1 Розрахунок освітлення

Розрахунок природного освітлення

Природне освітлення здійснюється за допомогою вікон. Розрахунок його зводиться до визначення сумарної площі світлових проїомів і кількості вікон.

Сумарна площа вікна визначається за формулою:

$$\sum F_{вік} = \frac{F_{зони} \times L}{\tau} \quad (4.1)$$

$L$  - питома площа вікон яка припадає на  $1 \text{ м}^2$  підлоги,  $L=(0,1 \dots 0,2)$

$\tau$  - коефіцієнт який враховує забруднення вікна,  $\tau =(0,6 \dots 0,9)$

$$\sum F_{вік} = \frac{144 \times 0.15}{0.75} = 28,8 \quad (4.2)$$

Кількість вікон визначається за формулою:

$$n_{вік} = \frac{\sum F_{вік}}{f_{вік}} \quad (4.3)$$

$f_{вік}$  - площа вікна

$$f_{вік} = b \times h$$

$b$  - ширина (1,5;2;3;4;6м)

$h$  - висота вікна (приймається кратне 0,6м)

Висота приміщень майстерні зони ТО 6м

$$f_{вік} = 2 \times 2,4 = 4,8 \text{ м}^2$$

$$n_{\text{вікн}} = \frac{28,8}{4,8} = 6 \text{ вікон}$$

### Розрахунок штучного освітлення

Розрахунок штучного освітлення виконується від призначення загальної потужності лампи і їх кількості.

Сумарна потужність ламп визначається за формулою:

$$\sum N_{\text{л}} = F^{\text{зони}} \times P_{\text{н}} \quad (4.4)$$

$P_{\text{н}}$  - питома потужність освітлюваної установки (береться з методички)

$$\sum N_{\text{л}} = 144 \times 6,6 = 950 \quad (4.5)$$

Кількість ламп визначається за формулою:

$$n_{\text{л}} = \frac{\sum N_{\text{л}}}{N_{\text{л}}} \quad (4.6)$$

$N_{\text{л}}$  - потужність однієї лампи

$$n_{\text{л}} = \frac{950}{100} = 9,5 = 10 \text{ ламп}$$

## 4.2 Розрахунок вентиляції

Розрахунок природної вентиляції.

Природна вентиляція здійснюється за допомогою фрагуг, вікон і кватирок.

Всі приміщення повинні мати наскрізне провітрювання [14].

Загальна площа кватирок для природного вентиляювання розраховується за формулою:

$$\sum S_{\text{кв}} = S_{\text{кв}} \cdot n_{\text{кв}} \cdot n_{\text{вікн}}, \quad (4.7)$$

де

$S_{\text{кв}}$  - площа однієї кватирки, м<sup>2</sup>;



$n_{кв}$  - кількість квартир у одному вікні, шт..

Площа однієї квартирки приймається 25% від площі вікна, а кількість квартир – 1 або 2.

Розрахунок штучної вентиляції.

Розрахунок штучної вентиляції проводиться методом визначення повітрообміну і по його кількості проводиться вибір типу вентилятора і його характеристика.

Розрахунок повітрообміну виконуємо за формулою:

$$Q = V_{ззон} \times K \quad (4.8)$$

$V_{зз\ddot{u}e}$  - об'єм зони, відділення

$K$  - кратність повітрообміну

$$Q = 864 \times 2,5 = 2160 \text{ м}^3 / год$$

По розрахунку повітрообміну вибираємо тип і характеристику вентилятора

Таблиця 4.1 – Тип і характеристика вентилятора

модель	тип	Подача $\text{м}^3 / год$	Розвиваючий тиск, Па	Частота обертання об/хв	ККД
ЦАГИ-5	Осьовий	2500	63	1000	0,55

### 4.3 Міри безпеки та протипожежні заходи.

Для ефективного здійснення автомобільних перевезень необхідне суворе дотримання діючих на автомобільному транспорті правил охорони праці. Автомобіль є джерелом підвищеної небезпеки, і до його експлуатації пред'являються підвищені вимоги. Тому актуальним та важливим в контексті вивчення автомобільних перевезень є розгляд питання про організацію роботи з охорони праці на автомобільному транспорті .

Зберігання палива і змащувальних матеріалів допускається тільки в спеціальній тарі і у вогнестійкому приміщенні або в цистернах, уритих в землю.

Приміщення, де виконують технічне обслуговування і ремонт автомобілів, повинні бути добре освітлені і міститися в чистоті. Забороняється технічне обслуговування не очищених від бруду автомобілів.

Робочі місця потрібно також ретельно прибирати, а верстати і інше устаткування необхідно забезпечити надійними запобіжними пристроями. Прибирають робочі місця і приміщення при непрацюючих верстатах, механізмах і іншому устаткуванні. Виходячи з вимог техніки безпеки і охорони праці на території автотранспортного підприємства повинен бути встановлений чіткий порядок руху автомобілів, а також заборонено управління автомобілем особам, що не мають посвідчення водія. Схема руху, дозволена швидкість і небезпечні ділянки указуються дорожніми знаками і зображуються на щитах, що встановлюються на території автомобільно-транспортного підприємства. При експлуатації автомобіля на лінії водій відповідає за дотримання правил техніки безпеки всіма особами, пов'язаними з роботою на ньому. Якщо при виконанні транспортної роботи створюються умови, не відповідні вимогам техніки безпеки, водій зобов'язаний припинити роботу, повідомити про це адміністрації АТП і без дозволу не відновлювати її. Виїжджати на лінію водій має право тільки на справному автомобілі; перевезення людей в кузові автомобіля допускається з дозволу адміністрації і лише тих, хто пов'язаний з виконанням транспортної роботи. Несправний автомобіль потрібно буксирувати за допомогою сталевого троса або металевої штанги з обов'язковим дотриманням вимог Правил дорожнього руху в Україні. Неукомплектовані автомобілі всіх марок і типів не допускаються до експлуатації. Технічний стан автомобіля повинен повністю відповідати вимогам Правил дорожнього руху в Україні [15]. Автомобіль-цистерна, що перевозить горючі рідини, повинен мати не менше два густопінних вогнегасників, металеві ланцюжки для заземлення,

пристосування для кріплення шлангів в неробочому стані. Випускна труба глушника виводиться вперед праворуч по ходу з нахилом випускного отвору вниз. Люки і крани повинні бути справні і не мати підтікань. Бортовий автомобіль, призначений для перевезення легкозаймистих, вогненебезпечних і вибухових вантажів в тарі, повинен мати випускную трубу, виведену управо по ходу (під радіатор) з нахилом вихідного отвору вниз, і два густопінних вогнегасника. На автомобілях, що перевозять вогненебезпечні вантажі, повинен бути напис «Вогненебезпечно».

Всі роботи, передбачені технічним обслуговуванням або пов'язані з ремонтом автомобіля, дозволяється виконувати тільки на спеціально обладнаних постах. При цьому автомобіль повинен бути надійно загальмований, а двигун обов'язково вимкнений і повішений попереджувальний плакат «Двигун не пускати — працюють!». Якщо при виконанні вказаних робіт автомобіль необхідно підняти на домкрат або гідравлічний підйомник, то працювати під ним можна тільки поставивши під нього козелки або надійний упор. Важкі агрегати дозволяється піднімати механізмами, перевіряти двигуни слід тільки в приміщеннях, обладнаних пристосуваннями для відсмоктування відпрацьованих газів, а гальма — на майданчиках, обладнаних для цієї мети. Автомобіль, що знаходиться під вантаженням або розвантаженням, потрібно загальмувати; водій не має права відлучатися від місця вантаження або розвантаження. Якщо автомобіль встановлюють для завантаження з бункера, то під'їжджати під нього слід заднім ходом, орієнтуючись по встановлених обмежувачах, а центр кузова потрібно розташувати під отвором бункера. При вантажно-розвантажувальних роботах забороняється виконувати ремонтні роботи, огляд і операції технічного обслуговування.

Завантажені на автомобіль контейнери необхідно добре закріпити, не допускаючи їх переміщення в кузові. Центр тяжіння автомобіля,

завантаженого контейнерами (особливо високими), знаходиться значно вищим. Враховуючи це, водієві автомобіля, що перевозить контейнери, потрібно рухатися і гальмувати плавно, на поворотах зменшувати швидкість руху. Заборонено перевозити пасажирів в кузові разом з контейнерами. При перевезенні добрив, отрутохімікатів і гербіцидів існує небезпека поразки (отруєння) водіїв і вантажників, тому при перевезенні таких вантажів необхідно дотримувати низку заходів обережності. Отрутохімікати і небезпечні для здоров'я оточуючих добрива слід перевозити тільки в спеціальній тарі, що має етикетку. Етикетки виготовляють незмивною фарбою і на них повинна бути нанесена повна назва вантажу. На тару наносять напис «Отрута». Навантаження і розвантаження отруйних речовин потрібно виконувати з навітряного боку. Кабіна водія при навантаженні або розвантаженні щільно закривається, а водій виходить і знаходиться осторонь [16].

Бензин — це легкозаймиста вогнебезпечна рідина, що викликає роздратування при попаданні на шкіру. Поводитися з бензином і тарою з-під нього слід з особливою обережністю, оскільки пари, що залишилися в тарі є легкозаймистими. Крім того, слід знати, що в етильованому бензині є сильнотоксичний тетраетилсвинцевий, що викликає важке отруєння організму. Заправляти автомобіль етильованим бензином з відра категорично забороняється. Не допускається миття рук, деталей і одягу етильованим бензином.

При заправлянні автомобіля етильованим бензином на заправних колонках, слід знаходитися з навітряного боку, а при ремонті деталей двигуна, що працює на етильованому бензині, необхідно їх занурити в гас на 10...20 мін для знешкодження тетраетилсвинця, що відклався на них. Етильований бензин, що потрапив на шкіру, знешкоджується промиванням ділянки шкіри або одягу гасом або теплою водою з милом. При попаданні етильованого бензину в очі їх необхідно промити 2%-ним розчином соди або теплою водою, а потім звернутися до лікувальної установи. Для знешкодження

етильованого бензину можна використовувати хлорне вапно, розчинене теплою водою. Використання сухого вапна для цієї мети неприпустимо. Ділянку, на якій був пролитий етильований бензин, посипають піском, потім змітають його і наносять рівномірний шар кашки з хлорного вапна (1,5 л на 1 м<sup>2</sup>); через 4...5 год вапно можна змивати. Враховуючи отруйність етильованого бензину, персонал, що контактує з ним, повинен працювати тільки в спецодязгу і спецвзутті, якими він забезпечується за кошти підприємства, і мати при собі засоби індивідуального захисту. До всіх робочих місць на АТП, де використовують етильований бензин, підводиться тепла вода; крім того, вони забезпечуються ємностями з гасом, милом, чистим дрантям і рушниками. Необхідно знати, що пари етильованого бензину не менш отруйні, чим сам бензин, тому категорично забороняється вживання їжі у виробничих приміщеннях, де працюють з етильованим бензином, і вихід в спецодязгу в інші приміщення. Засмоктування етильованого бензину через шланг неприпустимо. Поводження з антифризом вимагає особливої обережності, оскільки він містить в собі сильнодіючу отруйну рідину — етилгліколь, яка при попаданні в організм приводить до важкого отруєння. Правилами застосування антифризу забороняється видача його у відкритий посуд, а заправка ним автомобілів на роздавальних колонках проводиться безпосередньо в систему охолодження двигуна. Переливати антифриз з однієї ємності в іншу дозволяється тільки за допомогою спеціальних призначених для цієї мети насосів.

На всіх ємностях і тарі, в якій зберігають антифриз, повинен бути добре помітний напис «Отрута», що наноситься незмивною фарбою, а пробки і горловина повинні бути запломбовані незалежно від того, чи є в ній антифриз чи немає. Після дії, пов'язаних із застосуванням антифризу, необхідно добре промити руки з милом. Кислоти зберігають і транспортують в скляних бутлях з притертими пробками. Пляшки поміщають в лозові корзини з м'якою деревною стружкою. Зверху корзини закриті конічними кришками,

виготовленими також з лози. При перенесенні бутлів використовують носилки і візки з гніздами. Необхідно пам'ятати, що кислоти при попаданні на шкіру викликають опік. Нітрофарба, ацетон і інші розчинники виділяють пари, які при вдиханні можуть викликати отруєння, а при попаданні на шкіру — роздратування і опіки. Проводити фарбування автомобілів потрібно в добре вентиляованих приміщеннях. Після роботи з кислотами і нітрофарба і їх розчинниками потрібно ретельно мити руки теплою водою з милом.

Можна зробити висновок, що найбільш характерними причинами виникнення нещасних випадків є відсутність або недостатній інструктаж персоналу про правила безпеки, порушення технологічного процесу, несправність устаткування, пристосування і інструменту або його невідповідність умовам виконуваних робіт, відсутність огорож, написів, невідповідний спецодяг, недостатнє освітлення, низький рівень технічної культури виробництва. Усунення вказаних недоліків сприяє різкому поліпшенню умов праці і, отже, зниженню травматизму.

## **5. ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ВИКОРИСТАННЯ ЗАПРОПОНОВАНИХ РІШЕНЬ.**

Економічну оцінку доцільності виготовлення пристрою для випресовки кульових шарнірів кермової тяги транспортного засобу можна зробити шляхом порівняння вартості інших подібних виробів з анологічним цільовим призначенням.

Проведемо розрахунок собівартості нашого виробу.

Існує багато методів розрахунку собівартості виробу. Їх застосування зумовлюється призначенням розрахунку, типом виробництва, певними традиціями внутрішньокорпоративного управління. Передовсім розрізняють калькулювання за повними та неповними витратами.

Виробнича собівартість продукції (робіт, послуг) включає:

- прямі матеріальні витрати;
- прямі видатки на оплату праці;
- інші прямі видатки;
- загальновиробничі видатки.

До прямих витратів віднесемо витрати на сировину, основні й допоміжні матеріали, куповані вироби та комплектуючі, які можна безпосередньо обчислити на одиницю продукції, виходячи із норм їхніх витрат і цін. З вартості загальної сировини й матеріалів виключають не використаний матеріал як відходи виробництва за ціною їх можливого використання чи продажу.

На виготовлення виробу за установленою нормою використовується 2,5 кг металу за ціною 96 000 грн за тону, коефіцієнт транспортно-заготовчих витрат дорівнює 1,2. Відходи металу становлять 0,2кг, які реалізуються за ціною 2,95 грн за 1 кг.

$$96 \times 2,5 \times 1,2 - 2,95 \times 0,2 = 287,41 \text{ (грн)}$$

Включає до обрахунку витрати на енергію (паливо, електроенергію, пар, газ), яка безпосередньо використовується в технологічному процесі.

На виготовлення пристрою за нормою використовуються 1,6 кВт/год електроенергії при тарифі 6,85грн за 1кВт/год.

$$1,6 \times 6,85 = 10,96 \text{ (грн).}$$

До прямих видатків на оплату праці віднесемо заробітню плату робітників, які будуть безпосередньо зайнятими у виготовленні пристрою.

Трудомісткість токарних-фрезерних робіт становить 2 нормо-години, цей вид продукції виготовляє токар IV розряду, тарифний коефіцієнт яких дорівнює 1,416, тарифна погодинна ставка робітника I розряду – 49,46 грн.

$$19,46 \times 1,416 \times 2 = 140,07 \text{ (грн).}$$

Обчислюємо у відсотках від основної заробітної плати робітника, відрахування на соціальні потреби основних робітників у відсотках від суми основної та додаткової заробітної плати основних робітника.

Додаткова заробітна плата основних робітників на підприємстві дорівнює 10 % їх основної заробітної плати; відрахування на соціальні потреби становлять 38 % їх основної і додаткової заробітної плати.

$$14,07 \times 0,1 = 14,01 \text{ (грн) – додаткова заробітна плата основного робітника;}$$

$$(140,07 + 14,01) \times 0,37 = 57,01 \text{ (грн) – відрахування на соціальні потреби.}$$

До загальновиробничих витрат додамо витрати на управління, виробниче та господарське обслуговування виробництва в межах цеху [17].

Загальновиробничі витрати на підприємстві становлять 97,0 тис. грн., фонд заробітної плати основних робітників підприємства дорівнює 839 тис.грн.



Співвідношення загальновиробничих витрат і фонду основної заробітної плати основних робітників на підприємстві дорівнює:  $97,0 : 839 = 0,116$ .

Загальновиробничі витрати, які включаються у собівартість одиниці продукції становлять:  $140,07 \times 0,116 = 16,25$ (грн).

Відповідно виробнича собівартість пристрою становить:

$$287,41 + 10,96 + 140,07 + 14,01 + 57,01 + 16,25 = 525,71 \text{ (грн).}$$

У підсумку зробимо порівняння аналіз вартості нашого виробу та подібних виробів які призначені для випресовки кульових шарнірів кермової тяги транспортного засобу інших виробників таблиця 5.1.

Таблиця 5.1 – Вартість пристроїв для випресовки кульових шарнірів кермової тяги.

Назва обладнання	Вартість, грн
Rewolt T6205	700
JTC 1258	1133
JTC 1952	943
JTC 1318	1915
JTC 1036	1680
Force 6280820 F	1956
JTC 4003	3098
JTC 4751	2763
ПЗ 204	<b>525,71</b>

$$943 - 525,71 = 417,29 \text{ грн.}$$

$$3098 - 525,71 = 2\,572 \text{ грн.}$$

Як показали нам розрахунки економія коштів складає від 417,29 грн. до 2 572 грн. у відсотковому співвідношенні буде становити від 79% до 490%

Отже як показали розрахунки економічна доцільність виготовлення даного пристрою більш ніж достатня.

## ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ ТА РЕКОМЕНДАЦІЇ

У підсумку виконання роботи на тему: «Удосконалення процесу ремонту системи рульового управління з обґрунтуванням пристрою для знімання кермових тяг автомобілів» було отримано такі висновки і результати.

Проаналізовано доцільність та практичність використання пристроїв для випресовки кульових шарнірів кермової тяги транспортного засобу.

Проведена розробка нового пристрою для випресовки кульових шарнірів кермової тяги автомобілів з метою удосконалення процесу ремонту системи рульового управління.

У підсумку вирішено такі завдання:

1. проведено аналіз системи рульового управління автомобіля;
2. визначено вузли, які найчастіше виходять з ладу і потребують заміни або ремонту;
3. зроблено огляд існуючого обладнання на ринку для випресовки кульових шарнірів кермової тяги;
4. визначено недоліки існуючого обладнання і можливі шляхи його вдосконалення;
5. виконано розробку нового пристрою для випресовки кульових шарнірів кермової тяги автомобілів;
6. зроблено техніко-економічну оцінку доцільності виготовлення виробу.

Отримані результати роботи полягають у наступному:

- розроблено конструкцію пристрою для демонтажу кермової тяги з врахуванням усіх недоліків існуючих конструкцій та врахуванням потреб ремонтних організацій;
- проведено розробку проектної документації для подальшого можливого виготовлення, як в одиночному екземплярі так і в серійних партіях;
- у процесі розробки передбачено технологічність виробу, а саме виріб виконано з листового матеріалу та стандартного профільного матеріалу без використання литва, як у більшості подібних пристроїв,

що значною мірою підвищує складність виробництва та вартість пристрою;

- підібрано матеріали з врахуванням умов використання пристрою та призначення використання;
- проведено розрахунок на міцність, який підтвердив правильність вибору матеріалу та його конструкцію;
- описано методику роботи з пристроєм для випресовки кульових шарнірів кермової тяги автомобілів;
- розроблені заходи з охорони праці і довкілля;
- вартість розробленого нами пристрою для випресовки кульових шарнірів кермової тяги автомобіля значно менша у порівнянні з подібними виробами, що вказує на доцільність такої розробки.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Вахламов В.К. Техніка автомобільного транспорту / Володимир Кирилович Вахламов. – М.: «Академія», 2004.
2. Канарчук В. Є. Основи технічного обслуговування і ремонту автомобілів. В 3 кн. – Кн. 1 : Теоретичні основи. Технологія: Підручник / В. Є. Канарчук, О. А. Лудченко, А. Д. Чигринець. – К. : Вища школа, 1994. –с. – 384 с.
3. Пахарєва С.О. Посібник з дисципліни «Автомобільна техніка» Загальна будова автомобіля: навчальний посібник / За ред. С.О. Пахарєва. – К. : Видавничополіграфічний центр «Київський університет», 2010 – 392 с.
4. Лудченко О. А. Технічне обслуговування і ремонт автомобілів: підручник /О. А. Лудченко. – К.: Знання – Процес, 2003. – 511с.
5. Лудченко О. А. Технічне обслуговування і ремонт автомобілів: підручник /О. А. Лудченко. – К.: Знання – Процес, 2003. – 511с.
6. Кисликов В.Ф. Будова й експлуатація автомобілів: Підручник / Кисликов В.Ф., Лущик В.В. // - 6-те вид. - К.: Либідь, 2006. - 400 с.
7. Сумець О.М. Класифікація деталей вузлів і агрегатів автотранспортних засобів / О.М. Сумець, П.С. Сиром'ятніков // Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка. –Випуск 110 «Ресурсозберігаючі технології, матеріали та обладнання у ремонтному виробництві». –Х. : ХНТУСГ, 2011. –С. 181–186.
8. Костюк С.А. Підвищення довговічності сферичних шарнірних з'єднань / С.А Костюк, М.М. Косіюк // Вісник Хмельницького національного університету. – 2017. – No 2. – С. 71–73.3. Кузьменко А.Г. Контактная механика и расчеты на износ опор скольжения: монография / А.Г. Кузьменко, А.Г. Любин. – Хмельницкий: ХНУ, 2008. – 550 с.

9. Степаненко О.А. Дослідження причин виходу з ладу кульових опорта пошук шляхів підвищення їх довговічності / Степаненко О.А. // Модернізація та наукові дослідження: парадигма інноваційного розвитку суспільства і технологій: Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції ГО "Інститут інноваційної освіти" Науково-навчальний центр прикладної інформатики НАН України. – 2021. – С. 191–194.
10. ТУУЗ4.3-01527695-026:2010 “Складові частини підвіски та рульового приводу автомобілів. Технічні умови”.
11. Передня і задня підвіска газ-21 ремонт і заміна [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://ua.waykun.com/articles/perednja-izadnja-pidviska-gaz-21-remont-i-zamina.php>.
12. Закон України “Про охорону праці” / Законодавство України про охорону праці. - К. Нова редакція 2002 р.
13. ДСТУ ОHSAS 18001:2010 «Системи управління безпекою та гігієною праці. Вимоги»
14. ДСН 3.3.6.037-99 „Державні санітарні норми шуму, ультразвуку та інфразвуку”.
15. НПАОП 0.00 – 7.11 – 12 "Загальні вимоги стосовно забезпечення роботодавцями охорони праці працівників".
16. ДСН 3.3.6.039-99 "Гігієнічна класифікація праці за показниками шкідливості та небезпечності факторів виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу".
17. Лебеденко О.В. Методичні рекомендації з економічного обґрунтування дипломних проєктів і робіт для студентів факультету механізації сільського господарства, (кафедра надійності і ремонту машин) за напрямом підготовки "Процеси, машини та обладнання агропромислового виробництва" /Лебеденко О.В. Дніпропетровськ: ДДАУ, 2011. – 16 с.