


Хмельницький національний університет
Факультет інженерії, транспорту та архітектури
Кафедра трибології, автомобілів та матеріалознавства

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА
до дипломної роботи бакалавра

Галузь знань 13 – Механічна інженерія
Спеціальність - 132 – Матеріалознавство
Рівень вищої освіти – Перший бакалаврський
Освітньо-професійна програма – Матеріалознавство

на тему : *«Розробка технологічного процесу зміцнення деталей
рульового керування автомобіля»*

Шифр: ДРМТВАТАМ 23. 20096 ПЗ

Виконав студент 4 курсу, група МТВА 19-1  Андрій ВАСИЛИШИН

Керівник роботи к.т.н.

 Ольга ДРОБОТ

До захисту допускаю:

Зав.кафедри ТАМ

12 08



Олександр ДИХА

2023 р.

Хмельницький, 2023 р.

Реферат

Бакалаврська робота студента групи МТВА 19-1 Васишина Андрія Васильовича на тему: «Розробка технологічного процесу зміцнення деталей рульового керування автомобіля» присвячена аналізу роботи рульової тяги автомобіля і розробці технологічного процесу зміцнення цієї важливої деталі механізму рульового керування.

Обсяг роботи: 80 сторінок, 38 малюнків, 5 таблиць, 34 джерела зі списку літератури, 3 додатки.

У першому розділі зроблено аналіз умов роботи механізму рульового керування та рульової тяги зокрема, з'ясовані причини виходу з ладу механізму рульового керування в цілому та окремих деталей, описані профілактичні заходи для збільшення строку експлуатації автомобіля.

У другому розділі описані технічні вимоги на деталь «рульова тяга», методи виготовлення заготовок для неї, матеріали, види зміцнення, описане обладнання для проведення термічної обробки, методика проведення мікроструктурного аналізу; методи та прилади для контролю якості оброблених рульових тяг.

У третьому розділі представлено обґрунтування вибраної марки сталі для виготовлення рульової тяги, розроблений технологічний процес термічної обробки рульової тяги, його обґрунтування на основі теоретичних положень та процесів, які відбуваються в сталі при нагріванні та охолодженні.

У четвертому розділі описані режими попередньої та заключної термічної обробки виготовлених рульових тяг, представлені результати досліджень мікроструктури загартованої та відпущеної сталі, результати вимірювання твердості.

Графічні матеріали та результати мікроструктурних досліджень представлені у вигляді слайдів.

Ключові слова: РУЛЬОВА ТЯГА, РУЛЬОВИЙ ПРИВІД, ТРАПЕЦІЯ, МІЦНІСТЬ, КОВАНКА, ВІДПАЛ, ГАРТУВАННЯ, ВІДПУСК

ХМЕЛЬНИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет *інженерії, транспорту та архітектури*
Кафедра *трибології, автомобілів та матеріалознавства*
Галузь знань *13 - Механічна інженерія*
Спеціальність *132 - Матеріалознавство*
Рівень вищої освіти – *Перший бакалаврський*
Освітньо-професійна програма *«Відновлення та технічний сервіс автомобіля»*

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри *ТАМ*

проф., д.т.н. Диха О.В.

" 6 " 07 2023 р.

ЗАВДАННЯ
НА ДИПЛОМНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ

Василищину Андрію Васильовичу

Прізвище, ім'я по батькові

1. Тема проєкту (роботи)

«Розробка технологічного процесу зміцнення деталей рульового керування автомобіля»

керівник проєкту (роботи) *Дробот Ольга Савіна, к.т.н., доцент*

Прізвище, ім'я по батькові, науковий ступінь, місце звання

Затверджено наказом університету від 1 березня 2023р. № 5(дод.14)

2. Строк подання студентом проєкту на кафедру: 10 червня 2023 р.

3. Вихідні дані до проєкту (роботи): *Матеріали практики, робочі креслення досліджуваних деталей; нормативно-технологічна документація по регулюванню вузла тертя; технічні вимоги до рульового керування; технічні вимоги на матеріали та механічні властивості рульових тяг.*

4. Зміст пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити)

1. *Аналіз конструкції та умов експлуатації деталей рульових тяг автомобіля.* 2. *Описати технологічне і лабораторне устаткування для відновлення і підвищення зносостійкості рульових тяг.* 3. *Розробити технологічний процес зміцнення рульових тяг.* 4. *Дослідити властивості зміцнених рульових тяг.*

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

Графічна частина роботи представлена у вигляді презентації на слайда

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис	
		Завдання	Видан

7. Дата видачі завдання: _____ 2023р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту (роботи)	Строк виконання етапів проекту (роботи)
1	Огляд літературних джерел	10.05.2023
2	Технологічна частина	20.05.2023
3	Експериментальна частина	30.05.2023
4	Оформлення розрахунково-пояснювальної записки	05.06.2023
5	Оформлення презентаційних матеріалів	06.06.2023
6	Нормоконтроль бакалаврської роботи	09.06.2023
7	Підписання розділів . Затвердження дати захисту	12.06.2023


Студент



Андрій Васи́ливи́ч

Підпис

Керівник проекту (роботи)



Ольга Дробот

Підпис

керува

автом

автом

відп

мн. Адж

Розроб

Перевір





Реценз

Контр

Затверд

ЗМІСТ

Вступ.....	6
1. Аналіз конструкції та умов експлуатації деталей вузла рульового керування автомобіля.....	9
1.1 Опис конструкції та умов експлуатації рульового механізму автомобіля.....	9
1.2 Аналіз дефектів і причин виходу з ладу рульової тяги автомобіля.....	18
Висновки	
2. Огляд літературних джерел. Методика проведення досліджень.....	22
2.1 Вимоги безпеки до рульового керування.....	22
2.2 Визначення сумарного люфту.....	25
2.3 Контроль технічного стану рульового керування.....	32
2.4 Технічні умови на елементи рульового керування.....	33
2.5 Технічні вимоги до матеріалу деталі.....	36
2.5.1 Матеріали для виготовлення тяг рульового керування.....	36
2.6 Способи одержання рульових тяг.....	39
2.6.1 Види заготовок деталей автомобілів.....	39
2.6.2 Виготовлення рульових тяг.....	40
2.6.3 Обробні операції.....	42
2.6.3.1 Призначення та технологія проведення нормалізації.....	42
2.6.3.2 Призначення та технологія проведення відпалу.....	43
2.6.3.3 Призначення та технологія проведення гартування та відпуску.....	44

ДРМТВАТАМ 23.20096.000 ПЗ				
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат
Розроб.		Весилишин		
Перевір.		Дробот		
Реценз.				
Н. Контр.		Бабак		
Затверд.		Духа		
Розробка технологічного процесу виробництва деталей рульового керування автомобіля				
		Літ.	Арк.	Аркушів
		4	8	82
ХНУ група МТВА 19-1				

Вступ.

Безпечна експлуатація автомобіля неможлива без злагодженої та безпечної роботи кожної його ланки. Рульове керування призначене для забезпечення руху автомобіля в заданому напрямку, воно впливає на безпеку руху, оскільки його основне призначення – забезпечення повороту і підтримки заданого водієм напрямку руху.

Рульове управління безпосередньо відповідає за безпеку та комфорт їзди, тому воно повинно бути легким і зручним, для чого зусилля на рульовому колесі і кут його повороту повинні бути обмеженими. Крім цього, необхідно, щоб рульове керування забезпечувало правильну кінематику повороту і безпеку руху, а поворот коліс проходив так, щоб їх кочення не викликало проковзування відносно опорної поверхні.

Рульове керування складається із рульового механізму та приводу. Рульовий механізм збільшує зусилля, що передається від рульового колеса на рульовий привід, його конструкція в значній мірі забезпечує безпеку руху транспортного засобу. Поворот колісних машин здійснюється або зміною напрямку руху напрямних коліс (передніх чи задніх), або зміною положення однієї частини рами (напіврами) відносно іншої.

Важливу роль у рульовому механізмі виконує рульова тяга, яка є складовою рульової трапеції. Від надійності кожної деталі, що входять до цієї системи, залежить маневреність транспортного засобу, що дозволяє водієві вчасно реагувати на можливі перешкоди під час керування. Справність рульового механізму має винятково велике значення для безпеки руху. Усі основні несправності рульового управління повинні усуватись у найкоротший термін. В іншому випадку водій наражає на небезпеку як себе, так і своїх пасажирів.

Розвиток автомобілебудування невід'ємно пов'язаний з підвищенням вимог до систем активної та пасивної безпеки транспортних засобів:

					ДРМТВАТАМ 23 20096. 000 ПЗ	Арк.
						6
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

вдосконалення та новітні розробки в галузі гальмівних систем та будова рульового керування.

Важливість обраної теми полягає в тому, що без рульового керування не можливо коректно і безпечно пересуватися на будь-якому транспортному засобі. Оскільки рульове керування безпосередньо впливає на безпеку руху до його конструкції пред'являються підвищені вимоги. Чутливість рульового керування повинна дозволяти кваліфікованому оператору впевнено вести автомобіль по заданій траєкторії при виконанні усіх операцій, для яких призначено даний транспортний засіб.

Предметом дослідження є рульова тяга рульового керування автомобіля.

В роботі описано призначення, конструкція та умови експлуатації деталей рульового керування. Актуальність обраної теми в тім, що рульовий механізм відповідає за безпеку руху автомобіля і тільки за умови його справного функціонування безпека на дорогах може бути реалізована.

Ціль роботи - вибір матеріала, технології виготовлення заготовки, розробка режиму термічної обробки деталі «рульова тяга» для забезпечення високої міцності, утомної міцності та зносостійкості такої важливої деталі як рульова тяга, що відповідає за поворот коліс автомобіля та безпеку водія.

Завдання, поставлені в роботі:

Проаналізувати умови роботи деталі, провести аналіз літературних джерел, раціонально вибрати марку сталі для виготовлення деталі, розробити технологічний процес термічної обробки, режими гартування та відпуску деталі. Провести металографічні дослідження зразків, оброблених за розробленою технологією.

На підставі всього вищевикладеного в даній роботі буде вирішена задача вибору матеріалу, технології виготовлення деталі рульового керування «рульова тяга» та розробки технологічного процесу термічної обробки вибраної деталі.

					ДРМТВАТАМ 23 20096. 000 ПЗ	Арк.
						7
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Методи дослідження: хімічний аналіз сталі, металографічні дослідження структури сталі у вихідному стані та після термічної обробки; вимірювання твердості та мікротвердості поверхневого шару.

					ДРМТВАТАМ 23 20096. 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		8

1. АНАЛІЗ КОНСТРУКЦІЇ ТА УМОВ ЕКСПЛУАТАЦІЇ ДЕТАЛЕЙ ВУЗЛА РУЛЬОВОГО КЕРУВАННЯ АВТОМОБІЛЯ

1.1. Опис конструкції та умов експлуатації рульового механізму автомобіля.

Рульовий механізм призначений для зміни напрямку руху автомобіля та збереження вибраного водієм напрямку руху автомобіля (рис.1.1). Змінюють напрямок руху поворотом передніх коліс у горизонтальній площині відносно задніх. Складовими рульового керування є рульове колесо; рульовий вал, рульові колонки; передачі типу черв'як – ролик або поршень – рейка- зубчастий сектор , на валу якої кріпиться сошка рульового приводу. З допомогою рульового механізму обертальний рух рульового колеса з рульовим валом у зворотньо- поступальний рух вільного кінця сошки і збільшує зусилля, яке прикладається до рульового колеса. Рульовий механізм повинен мати передаточне число від 15 до 30, що полегшує керування автомобілем. Визначають передаточне число відношенням кута повороту рульового колеса до кута повороту керуючих коліс автомобіля.

Керованими є колеса передньої осі (переважно на легкових автомобілях). Іноді для поліпшення керованості та збереження повного контролю автомобіля керованими є не тільки основні передні колеса — задні також мають можливість відхилитися на певний кут. Рульове керування може бути з підсилювачем або без нього, може встановлюватися на поперечині кузова в моторному відсіку або на підрамнику, як на сучасних автомобілях.

					ДРМТВАТАМ 23 20096. 000 ПЗ	Арк.
						9
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

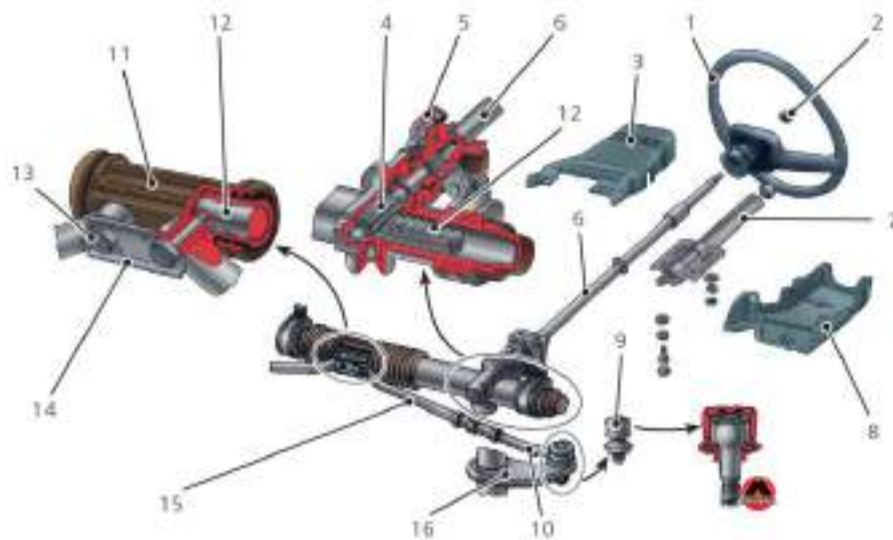


Рисунок 1.1 - Приклад будови рульового механізму

1- Рульове колесо; 2 - гайка кріплення рульового колеса; 3 - верхній кожух рульової колонки; 4 - – шестерня рульового редуктора; 5 – фланець рульового вала; 6 - рульовий вал; 7 – труба рульового вала; 8 – кульовий шарнір; 9 – наконечник рульової тяги; 10 – пиловловлювач; 11 – рейка рульового редуктора; 12 – болт кріплення рульової тяги; 13 – болт кріплення рульової тяги; 14 – стопорна пластина ; 15 – рульова тяга; 16 – поворотний важіль передньої стійки.

Основними елементами рульового механізму є (рис. 1.2) рульова колонка, рульова рейка, рульова тяга, пиловловлювач рульової рейки, рульовий наконечник.

						ДРМТВАТАМ 23 20096. 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			10

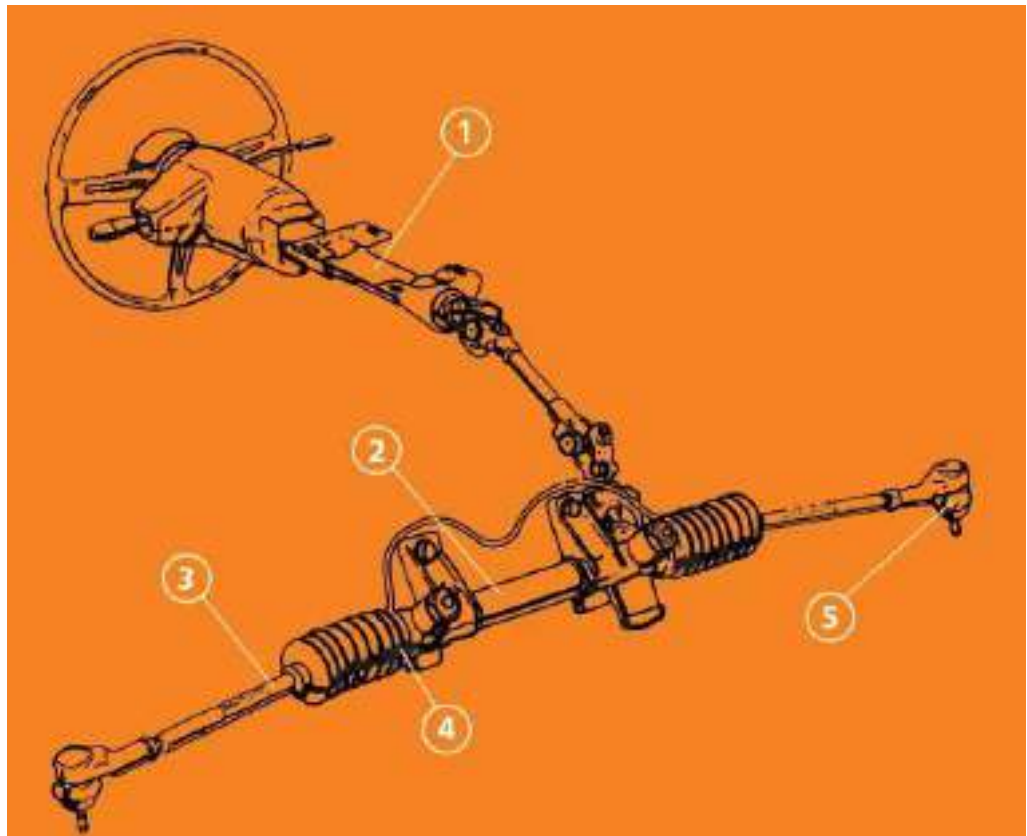


Рисунок 1.2. Складові рульового механізму

1- рульова колонка; 2 – рульова рейка; 3 - рульова тяга; 4 пиловик рульової рейки; 5 – рульовий наконечник

Рульовий привід складається з правої та лівої рульових тяг [1]. Тяги зовнішніми конусами кріпляться до поворотних кулаків, а внутрішніми — до рейки. Рульова тяга перетворює фізичний вплив людини на кермо, в оберти колеса. Вона є з'єднуючою ланкою між рульовою колонкою, кермом та колесами (безпосередньо кермовими «кулаками», без яких повернути колесо неможливо. Тяга має форму металевого стрижня з різьбленням на одному кінці і шарніром – на іншому. З одного боку рульова тяга кріпиться до рульової рейки, а з іншого за допомогою рульового наконечнику з'єднується з поворотним кулаком. Різьбова частина служить для з'єднання з рейкою або редуктором, а кульовий палець вставляється у

										Арк.
										11
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ДРМТВАТАМ 23 20096. 000 ПЗ					

вушко поворотного кулака і фіксується гайкою. Залежно від конструкції тяги для конкретної марки автомобіля металевий стрижень може бути приварений до корпусу шарніра або прикручений на різьбленні. Кермовий привід складається з тяг і важелів, які при взаємодії налагоджують одночасний поворот лівого і правого колеса. Загальний вигляд кермових тяг показано на рис. 1.3.



Рисунок 1.3 - Рульові тяги

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ДРМТВАТАМ 23 20096. 000 ПЗ	
					Арк. 12	

Для прикладу тяга рульова поздовжня IVECO Euro Cargo має заводські параметри L=850/897 мм / довжина тяги без наконечників 810 мм.

Рульова тяга в конструкції рульового керування забезпечує передачу зусилля від повороту керма на поворотні кулаки коліс. Складається вона: з кульового пальця, корпусу, полімерного підшипника, пиловловлювача. Конструктивно рульова тяга може мати рульові наконечники з обох сторін (як у середньої тяги) чи різьбове закінчення з одного боку і рульовий наконечник з іншого. Завдяки різьбі через з'єднувальну втулку з'єднуються короткий та довгий рульові наконечники, утворюючи регульовану бокову рульову тягу. Шарніри на рульових тягах (рульові наконечники) потрібні для того, щоб усі рухомі елементи рульового приводу могли вільно, відносно один одного і кузова, повертатися в різних площинах.

Рульовий наконечник - це елемент рульового управління в автомобілі, що забезпечує рухливість і поворот коліс на потрібний кут. У його конструкції реалізується кульове з'єднання. На одній стороні наконечник прикріплений до рульової тяги, а на іншій з'єднаний з поворотним кулаком (рис. 1.4). Основні «вороги» рульового наконечника є волога, бруд та погані дороги.



Рисунок 1.4 – Рульовий наконечник

					ДРМТВАТАМ 23 20096. 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		13

Функція рульового наконечника– передавати поступальні рухи від одного вузла рульового механізму до іншого, при цьому кут між цими деталями змінюється незначно (рис.1.5). Щоб зробити подібну конструкцію, наконечники виконані у вигляді шарнірів, тобто рухливі. Кількість наконечників варіюється від 4 до 6 штук, все залежить від конструкції рульового керування. У конструкцію рульового наконечника входять 8 основних елементів: 1) Корпус, у якого є вісь; 2) Стрижень (або палець) з різьбленням по всій довжині; 3) Тефлонова прокладка, по ній рухається палець; 4) Картер, встановлений на корпусі, запобігає руйнуванню наконечників від деформації та ударів; 5) Пластмасовий чохол, розташований з боку пальця, що захищає корпус та сам наконечник; 6) Кільце із силікону, що закріплює встановлений на пальці захисний чохол; 7) Пружина, що сприяє більш надійному закріпленню чохла на корпусі; 8) Гайка, що утримує палець.

Пиловловлювач кермового наконечника призначений для захисту кульового з'єднання від зовнішнього середовища, у зв'язку з цим, його пошкодження сприяє виходу з ладу даної деталі (рис.1.5).



Рисунок 1.5 – Брудозахисні ковпачки наконечників

					ДРМТВАТАМ 23 20096. 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		14

У зв'язку з поганою якістю автомобільних доріг, кермові наконечники вважаються витратними запчастинами, тому їхня періодична заміна – обов'язок власників усіх видів автомобілів.

Рульовий привод потрібний для передачі на керовані колеса автомобіля зусилля від рульового механізму, забезпечуючи одночасно поворот на однакові кути. Отже, якщо обидва колеса повернуті на однаковий кут, то внутрішнє колесо при цьому буде ковзати боком по дорозі, знижуючи ефективність рульового керування. Окрім цього ковзання буде виникати додаткове нагрівання колеса і його знос [2].

Усувають цей недолік поворотом внутрішнього колеса на більший кут відносно зовнішнього колеса. При здійсненні повороту кожне колесо рухається по своєму колу, при цьому зовнішнє колесо проходить по більшому радіусу, ніж внутрішнє. Центр повороту у обох коліс спільний, і внутрішнє колесо відповідно треба повертати на більший кут, відносно зовнішнього колеса. Цього досягають особливою конструкцією кермової трапеції, яка складається з кермової тяги з шарнірами і поворотних важелів. Задати необхідний кут повороту коліс вдається підбором кута нахилу кермових важелів, відносно поздовжньої осі автомобіля та довжини кермових тяг.

Рульова тяга забезпечує зв'язок безпосередньо керма з системою керування: кермо з'єднане з черв'ячною передачею чи кермовою рейкою (в залежності від транспортного засобу) до якої приєднаний привід чи трапеція. Трапеція забезпечує поворот цапф напрямних коліс на різні кути, чим створюються умови кочення коліс без проковзування. Внутрішнє колесо повертається на більший кут, оскільки розміщене на меншому радіусі повороту від центру повороту і проходить менший шлях, а зовнішнє колесо повертається на менший кут. Рульова трапеція забезпечує поворот цапф напрямних коліс на різні кути, чим створюються умови кочення коліс без проковзування. Трапеція складається з рульових тяг: середньої, правої і лівої,

										Арк.
										15
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ДРМТВАТАМ 23 20096. 000 ПЗ					

а також двох важелів коліс. Рульовий привод може складатися з єдиної рульової тяги (рис.1.6,а); дволанкової рульової тяги (рис.1.6,б) чи триланкової рульової тяги (рис.1.6в)



а)



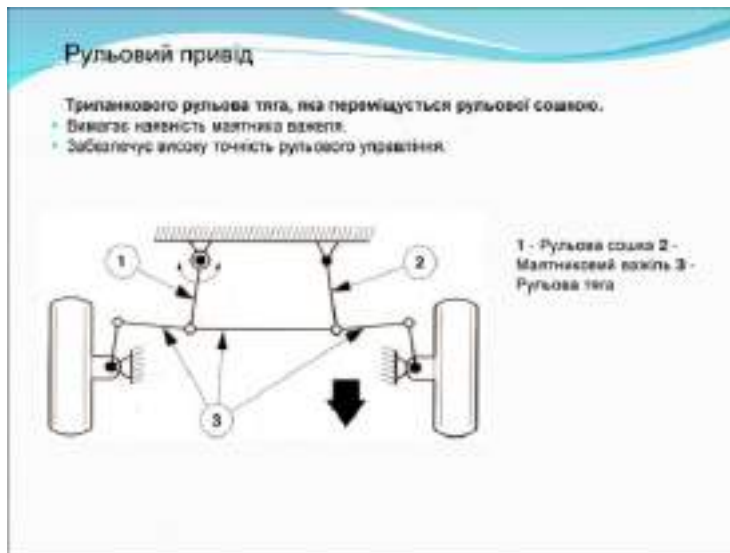
б)

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ДРМТВАТАМ 23 20096. 000 ПЗ

Арк.

16



в)

Рисунок 1.6 - Схеми рульового приводу: а) – єдина рульова тяга; б) – дволанцюгова рульова тяга; в) – триланцюгова рульова тяга

Під час повороту кермо передає сигнал про напрямок на середню тягу, а вона рухається вліво чи вправо, запускаючи в роботу бокові, які забезпечують рух в потрібному напрямку. Незважаючи на важливу роль рульова тяга має невеликі розміри. Залежно від того, до якого колеса підводиться її наконечник, виділяють праву та ліву тяги, є також універсальні тяги, які підходять для обох сторін. Вправне керування автомобілем за допомогою керма є основою безпечної експлуатації автомобіля і рульова тяга виконує ведучу роль. Рульовий механізм контролює розворот коліс, тому при перших ознаках його пошкоджень потрібно проводити огляд та заміну зламаних чи пошкоджених деталей [3].

1.2. Аналіз дефектів і причин виходу з ладу рульової тяги автомобіля.

Основними деталями, які виходять з ладу в рульовому механізмі – це рульові тяги, рульові рейки, рульові наконечники і колонки, рідше гідропідсилювачі чи підсилювачі керма з електроприводом .

Тяги рідко виходять з ладу, вони не піддаються швидкому зношуванню. Найчастіше виходять з ладу шарніри, як сама уразлива частина механізму, можливий знос деталей кульових з'єднань рульових тяг, деформація тяг, послаблення кріплення рульового колеса на валу.

До основних ознак, які свідчать про вихід з ладу рульових тяг виділяють такі:

постійне відхилення в бік передніх коліс автомобіля під час руху (виникає внаслідок зносу шарнірів в рульовій тязі);

дуже швидке зношування протектора шин передніх коліс (причиною може бути пошкодження рульових тяг);

чути стукіт під час руху автомобіля (виникає внаслідок виникнення зазорів в з'єднаннях рульових тяг).

Тяга володіє найбільшим періодом експлуатації (від 100 000 до 150 000 км) в залежності від уміння водія керувати автомобілем та характеристик дорожнього полотна [4]. Пошкодження рульових тяг виникають внаслідок ударів коліс об перешкоди, внаслідок чого геометрія підвіски автомобіля порушується і виникає деформація важелів, рульових тяг тощо. Корпус тяги від удару викривляється і не може у повній мірі виконувати свої функції. Потреба в заміні тяги виникає внаслідок пошкоджень, які вона отримала (рис.1.7).

					ДРМТВАТАМ 23 20096. 000 ПЗ	Арк.
						18
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Рисунок 1.7 – Пошкоджена рульова тяга

Рульові тяги виходять з ладу при порушенні цілісності захисного чохла (рис.1.8) і попадання вологи та дорожнього бруду в середину з'єднання.



Рисунок 1.8 - Пошкодження захисного чохла

Порвані пиловики є значним дефектом. Брудозахисні ковпачки створені, щоб захищати від бруду, води, піску і реагенту рульовий механізм. Порваний колпачок викликає розгерметизацію всередині, що сприяє вимиванню масла водою, інтенсивному кородуванню та зношуванню деталей внаслідок попадання піску і бруду.

Ознаки про вихід із ладу деталей рульового керування

Погіршення якості керування автомобілем (потрібно прикладати зусилля для повороту керма) є серйозним симптомом виникнення дефектів

деталей рульового керування. Це можуть бути зношування або поломка наконечників, порушення цілісності пиловловлювачів, порушення їх кріплення до поворотних важелів руйнування тяги тощо.

Ознаки несправностей кермового керування.

Під час руху авто по нерівним дорогам чути стукіт в передній частині; стукіт в зоні кермової рейки і вібрація; стукіт під час повороту керма; зношена гума з однієї сторони; виникло биття керма; збільшився кермовий люфт; ведучі колеса погано «слухають» водія; постійне виляння в різні боки передніх коліс автомобіля під час руху; автомобіль постійно веде в праву чи ліву сторону під час їзди; під час натискання педалі газу відчувається віддача; колесо туго обертається; швидке зношування протектора шин передніх коліс.

Стукіт в зоні кермової рейки і вібрація свідчать про знос тяг і наконечників, про виникнення проблем в ходовій частині транспорту, можливу виробку зубців передаючого механізму, постійне виляння в різні боки передніх коліс автомобіля під час руху свідчать про знос шарнірів в кермовій тязі; швидке зношування протектора шин передніх коліс свідчать про пошкодження кермових тяг, але дізнатись причину такої поведінки кермового керування можна завдяки проходженню технічного огляду.

В разі значного пошкодження наконечника кермової тяги здійснюють заміну самої кермової тяги. Якщо шарніри вийшли з ладу з двох сторін, пошкоджена різьба чи тяга деформована, то в такому випадку проводять повну заміну тяги.

Висновки.

Аналіз умов роботи рульової тяги показав, що деталь працює при значних силових навантаженнях і під час експлуатації піддається впливу абразивних матеріалів (піску , пилу тощо). Для забезпечення надійної

									Арк.
									20
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

ДРМТВАТАМ 23 20096. 000 ПЗ

роботи тяги в складі рульового механізму її потрібно виготовляти з міцного і зносостійкого матеріалу.

Всі елементи рульової тяги не повинні мати пошкоджень та дефектів.

					ДРМТВАТАМ 23 20096. 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		21

РОЗДІЛ 2. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ. МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1. Вимоги безпеки до рульового керування

Однією з основних систем керування автомобілем є його рульове керування. У багатьох конкретних реальних дорожньо-транспортних ситуаціях, коли гальмування вже не може дати очікуваного ефекту (наприклад, занесення), тільки застосуванням своєчасного і умілого маневру за допомогою рульового керування можна уникнути ДТП. Від того, на якому рівні знаходиться технічний стан рульового керування автомобіля, наскільки воно надійне, а також від умілого і правильного користування ним водієм залежать ефективність маневру, керованість автомобіля, і нарешті, безпека маневруючого автомобіля й інших учасників дорожнього руху [31].

Рульове керування призначене для зміни напрямку руху автомобіля і складається з рульового механізму і рульового приводу. Рульовий механізм приводиться в дію обертанням рульового колеса і збільшує зусилля, що передається від рульового колеса до рульової сошки. Рульові механізми бувають черв'ячні, гвинтові, рейкові та комбіновані. Черв'ячні механізми бувають із передачею: черв'як і сектор, черв'як і ролик, гвинт і гайка, комбіновані. Комбіновані можуть бути в наступних поєднаннях: гвинт, гайка і сектор; гвинт, гайка і кривошип; гвинт, гайка і важіль. Найбільш поширеною є передача, що складається з глобоїдального черв'яка і ролика на підшипнику кочення.

Рульовий привід призначений для передачі зусилля від рульового механізму до коліс і для забезпечення правильного взаємного розташування коліс при повороті. Рульові приводи конструктивно бувають виконані із суцільною трапецією (при залежній підвісці коліс) і з розчленованою

					ДРМТВАТАМ 23 20096. 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		22

трапецією (при незалежній підвісці), з переднім або заднім розташуванням рульової трапеції. За типом приводу рульове управління буває механічним і гідравлічним.

Для зменшення зусилля, що витрачається на поворот рульового колеса, пом'якшення ударів, що передаються на рульове колесо при наїзді керованих коліс на нерівності дороги, збереження керованості при розриві шин у конструкції як вантажних, так і легкових автомобілів і автобусів передбачені гідропідсилювачі рульового керування, які встановлюються або окремо від рульового механізму, або в одному з ним картері. Натягнення ремня приводу насоса підсилювача і рівень робочої рідини в резервуарі гідросистеми повинні відповідати вимогам інструкції з експлуатації автомобіля [8].

У процесі експлуатації автомобіля переміщення вузлів рульового керування відносно кузова (шасі, кабіни) дозволяються тільки в межах допуску, передбаченого конструкцією. Міцність і надійність з'єднань вузлів і деталей рульового керування повинні бути жорстко гарантовані, тобто виключена можливість самовільно роз'єднання або поломки цих елементів упродовж усього терміну експлуатації та у будь-яких умовах руху. Унаслідок від'єднання рульової сошки, ослаблення кріплення картера рульового механізму або стопорної та регулювальної гайок втрачається чутливість до управління, тобто керованість, і автомобіль стає загрозою для безпечного руху. Пов'язано це звичайно із самочинною установкою не відповідних за своїми призначенням чи характеристиками елементів або деталей кріплення, неправильною їх компоновкою. Тому застосування в рульовому керуванні не передбачених для даної моделі автотransпортного засобу деталей і робочої рідини, а також самостійно виготовлених (відновлених) деталей, що не відповідають вимогам підприємства-виробника автотransпортного засобу, не допускаються. Усі різьбові з'єднання елементів рульового управління повинні бути затягнуті та надійно зафіксовані. З'єднання елементів

						ДРМТВАТАМ 23 20096. 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			23

гідросистеми підсилювача повинні бути обов'язково герметичні. Не допускається застосування в рульовому керуванні деталей зі слідами залишкової деформації, тріщинами тощо – наслідками як технічного браку, так і експлуатації [4,19].

Контроль вищенаведених вимог до технічного стану деталей рульового керування та їх з'єднань здійснюється методами візуального огляду як у статичному стані рульового керування, так і в його динаміці (дією на рульове колесо). Для комплексного огляду автомобіль встановлюється на оглядову яму, естакаду або підйомник так, щоб колеса його при цьому знаходилися під навантаженням. До рульового колеса прикладаються знакозмінні зусилля в двох напрямках: у напрямку осі рульового валу (вгору-вниз) і в площині рульового колеса перпендикулярно колонці (вправо-вліво), а також знакозмінні моменти сил в подовжній і поперечній площинах, що проходять через вісь рульової колонки (методом спроби похитування площини рульового колеса). При цьому не повинно бути осьових переміщень і гойдання площини рульового колеса, зміщення верхньої частини рульової колонки і стукотів. Контроль кріплення картера рульового механізму і важелів поворотних цапф здійснюється похитуванням самого рульового колеса біля нейтрального положення на $40...60^\circ$ в кожную сторону. Застосуванням знакоперемінного навантаження безпосередньо до деталей приводу можна перевірити (у разі потреби) технічний стан або справність цих деталей. Одночасно при огляді цих деталей може виявитися наявність пошкоджених, відновлених або чужорідних деталей. Надійність фіксації з'єднань перевіряється вибірково випробуванням затягування окремих елементів кріплення [20].

Перевірку автомобілів, обладнаних підсилювачем рульового приводу, необхідно проводити тільки при працюючому двигуні. Герметичність з'єднань гідросистеми підсилювача встановлюється при роботі двигуна з підвищеною частотою обертання колінчастого валу. При цьому фіксуються

					ДРМТВАТАМ 23 20096. 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		24

витікання протягом 3...5 с із моменту повороту рульового колеса в одне з крайніх положень, потім 3...5 с рульове колесо утримується в протилежному крайньому положенні і, нарешті, встановлюється герметичність при вільному рулі. Вибраковочною ознакою в результаті такої перевірки є витікання мастила або краплеутворення. Допустимим є наявність на з'єднаннях приводу слідів мастила типу "запініння".

Контроль натягнення ременя приводу насоса гідропідсилювача і рівня робочої рідини в резервуарі гідросистеми здійснюється відповідно до вказівок інструкцій з експлуатації, розроблених підприємствами-виробниками автотранспортних засобів [14,17].

Поширеним є надягання або навивання на рульове колесо для зручності водіння і поліпшення загальних ергономічних характеристик обода рульового колеса спеціального пристосування (обплетення рульового колеса). Проте користування обплетенням у разі його неправильних величин чи установки або надмірного зносу стає небезпечним. Необхідно, щоб найбільша товщина обода з надітим на нього обплетенням з урахуванням товщини елементів його кріплення не перевищувала 400 мм, а спосіб його кріплення виключав би можливість прослизання обплетення уздовж обода, а також його самовільне від'єднання від рульового колеса. Інакше ті зусилля, які водій прикладає до рульового колеса через обплетення, можуть просто не сприйматися рульовим колесом або бути сприйняті із запізненням. Перевірка розмірів поперечного перерізу обода рульового колеса разом із надітим на нього обплетенням здійснюється вимірюванням перерізу в декількох місцях найбільшого потовщення обплетення. Крім того, при виключеному двигуні необхідно проконтролювати відсутність прослизання обплетення уздовж обода рульового колеса. Робити це рекомендується при хитанні рульового колеса однією рукою, перевіряючи прослизання обплетення в декількох місцях обода.

					<i>ДРМТВАТАМ 23 20096. 000 ПЗ</i>	<i>Арк.</i>
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		25

Замки протиугінного пристрою повинні блокувати рульовий вал тільки після витягання ключа запалення з положення "Рульове управління заблоковано". Перевірити це можна, похитуючи рульове колесо біля положення ключа, в якому воно блокується. Якщо до витягання ключа запалення з положення "Рульове колесо заблоковано" блокування рульового управління не відбувається, то замок протиугінного пристрою справний.

Всіма розглянутими вище основними вимогами і способами їх перевірки регламентована надійність рульового управління, його механізмів, вузлів і деталей. Разом із тим, найважливішими експлуатаційними вимогами безпеки до рульового управління є його легкість управління і ефективність дії. Діючою нормативно-технічною документацією регламентований тільки один параметр, що допускає можливість інструментальної перевірки вказаних вище основних властивостей рульового управління [31]. Цим параметром є *сумарний люфт рульового управління – сумарний кут*, на який повертається рульове колесо автомобіля під дією по черзі прикладених до нього протилежно направлених регламентованих зусиль при нерухомих керованих колесах. Таке визначення параметра обумовлено встановленим для служб експлуатації методом його визначення і контролю, заснованим на введенні умовної величини діагностичного параметра, яка вимірюється як сума кутів повороту рульового колеса від нейтрального до крайніх правого і лівого положень, відповідних умовно регламентованим для різних автомобілів зусиллям, що прикладаються до рульового колеса. Керовані колеса при цьому повинні залишатися нерухомими. Це викликано тим, що реальний люфт або вільний хід рульового колеса, що має місце до моменту початку повороту керованих коліс, без спеціального устаткування заміряти практично неможливо, тим більше в умовах масових експлуатаційних перевірок. Специфіка такого устаткування (апаратури) полягає в тому, що одночасно необхідно фіксувати момент початку повороту керованих коліс і

					ДРМТВАТАМ 23 20096. 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		26

показання за шкалою кутомірного пристрою, який встановлюється на рульовому колесі.

Введення параметра "сумарний люфт" як критерію ефективності дії рульового управління обумовлено вимогою "відчувати" автомобіль при керуванні ним. При значній динаміці руху автомобіля перевищений люфт може сприяти збільшенню часу запізнювання спрацьовування рульового управління, що знижує керованість і може привести до ДТП або ускладнити безаварійний вихід із критичної ситуації. В окремих випадках даний метод дозволяє визначити величину сумарного люфту за моментом початку повороту керованих коліс тоді, коли цей поворот відбувається до досягнення регламентованого зусилля на рульовому колесі. Даний метод забезпечує зручність застосування і скорочує час перевірки. Метод передбачає використання стандартних люфтомірів, приладів моделей НДІАТ К-402 або К-187, які мають в своєму розпорядженні АТП, СТО [19]. Вимоги, яким повинен відповідати прилад, що використовується для контролю, такі:

а) універсальність – прилад повинен забезпечувати можливість випробування автотранспортних засобів усіх типів і моделей, що перебувають у експлуатації;

б) цільове призначення – прилад повинен забезпечувати вимірювання кутів повороту рульового колеса при прикладенні до ободу нормованого зусилля в обох напрямках обертання;

в) похибка показань динамометра не повинна бути більша за $\pm 0,49$ Н; похибка установки розрахункового плеча прикладання навантаження при монтажі приладу не повинна бути більше ± 3 %; похибка вимірювання кута повороту не повинна бути більше $\pm 1^\circ$.

При випробуваннях рульового управління шини керованих коліс автомобіля повинні бути чистими, сухими і відповідати нормативним вимогам.

									Арк.
									27
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ДРМТВАТАМ 23 20096. 000 ПЗ				

Параметри маси автомобіля в межах дозволеного повного навантаження на керований міст контрольованих автомобілів (табл. 2.1) при визначенні люфту рульового управління не лімітуються.

Таблиця 2.1 Нормативи граничних значень сумарного люфту в рульовому управлінні [31]

Тип транспортного засобу	Власна маса, що припадає на керовані колеса, т	Зусилля за шкалою динамометра, Н (кгс)	Граничне значення сумарного люфту, не більше
Легкові автомобілі	До 1,60 включно	7,35 (0,75)	10
Автобуси	До 1,60 включно	7,35 (0,75)	20
	Від 1,60 до 3,86 включно	9,80 (1,00)	
	Понад 3,86	12,30 (1,25)	
Вантажні автомобілі	До 1,60 включно	7,35 (0,75)	25
	Від 1,60 до 3,86 включно	9,80 (1,00)	
	Понад 3,86	12,30 (1,25)	

Випробування автомобілів, обладнаних підсилювачем рульового приводу, проводяться при прогрітому двигуні, що працює з частотою обертання колінчастого валу, відповідною холостому ходу. Якщо в процесі випробувань порушується стабільність роботи двигуна унаслідок відбору потужності підсилювачем, допускається підвищення частоти обертання колінчастого валу до мінімально усталеної.

2.2. Визначення сумарного люфту

Для визначення сумарного люфту виконують наступні операції:

- керовані колеса автомобіля встановлюють у нейтральне положення на суху рівну асфальто- або цементно-бетонну поверхню. На рульове колесо наноситься позначка, що визначає його нейтральне положення, тобто положення, відповідне прямолінійному напрямку руху автомобіля за відсутності збурюючих дій;

- вимірювальний прилад встановлюється на рульове колесо і приводиться в початковий стан. При цьому пристрій навантаження динамометра повинен бути встановлений так, щоб плече прикладеного до нього зусилля (табл.2.1) відповідало розрахунковому, тобто від центру колеса на відстані, рівному половині діаметру кола, проведеного через середню лінію обода колеса;

- плавним прикладанням зусилля до пристрою навантаження динамометра здійснюється поворот рульового колеса до моменту досягнення регламентованого зусилля. Положення рульового колеса фіксується при цьому за шкалою кутомірного пристрою. Потім операція повторюється з прикладанням зусилля тієї ж величини, але в протилежному напрямі;

- величина сумарного люфту в рульовому управлінні визначається за кутом повороту рульового колеса між двома зафіксованими положеннями. Зазвичай проводяться 2—3 вимірювання залежно від стабільності отримуваних результатів;

- заміряне значення люфту порівнюється з граничним нормативним значенням, наведеним у табл.2.1, і у випадку, якщо воно не перевищує це граничне значення, автомобіль вважається таким, що витримав випробування і може бути допущений до експлуатації як такий, що відповідає вимогам ефективності рульового управління.

					ДРМТВАТАМ 23 20096. 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		29

Значення зусиль за шкалою динамометра, вказані у табл.2.1 для розрахункового значення плеча їх прикладання, рівного половині діаметра кола, що умовно проводиться по середній лінії обода рульового колеса. Для усіх автомобілів, знятих з виробництва, незалежно від їхньої власної маси, допустима величина люфту не повинна перевищувати 25°. Для автобусів і вантажних автомобілів, сконструйованих на базі легкових автомобілів, норматив сумарного люфту встановлений також єдиний – не більше 10° при зусиллі на шкалі динамометра 7,35 Н.

Дані нормативи засновані на класифікації автотранспортних засобів за їхніми типом і масою в спорядженому стані, що припадає на керовані колеса, яка при випробуваннях або визначається експериментальним шляхом, або приймається з довідкових даних. За основну класифікаційну ознаку виступають умовні значення зусиль за шкалою динамометра, які підібрані емпірично для автотранспортних засобів різних типів з урахуванням їхньої різної маси, що припадає на передні та задні осі.

Практика стандартизації експлуатаційних параметрів рульового управління за кордоном показала (наприклад, стандарт США Д.7-1—1963), що існуючі вимоги до надійності з'єднань, кріплень, зносостійкості тощо вузлів і деталей рульового управління і нормативні значення люфту класифіковані за внутрішнім діаметром шини або розміром обода колеса на три категорії. Такі ознаки, як тип автомобіля, навантаження на керовані колеса, контрольні зусилля на рульовому колесі, в даному стандарті не представлені.

Найважливішою властивістю рульового управління, що впливає на безпеку автомобіля, є легкість рульового управління, яка визначається величиною і характером зміни зусиль на рульовому колесі.

Прийнятий регламент контролю технічного стану автомобілів в умовах АТП, а також стан матеріально-технічної бази, призначеної для контролю,

										Арк.
										30
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ДРМТВАТАМ 23 20096. 000 ПЗ					

дозволили стандартизувати загальні вимоги до рульового управління в частині регламентації його "легкості":

- зміна зусиль на ободі рульового колеса при повороті керованих коліс у будь-якому напрямі повинна відбуватися без ривків і заїдань;
- не допускається самочинний поворот рульового колеса (характерний для автомобілів із підсилювачем рульового приводу) в напрямі від нейтрального положення до крайніх;
- максимальний поворот рульового колеса повинен обмежуватися тільки пристроями, передбаченими конструкцією автомобіля, тобто обмежувачами повороту.

Виконання всіх цих вимог контролюється суб'єктивно оператором при поворотах керованих коліс до упору в кожную сторону [3].

Метод інструментального контролю величин і характеру змін зусиль на ободі рульового колеса автомобіля заснований на побудові діаграми легкості рульового управління за допомогою спеціального діагностичного пристрою (моделі К-479 або його аналога), що фіксує залежність зусилля на рульовому колесі від кута його повороту. За відсутності цього приладу метод допускає фіксацію тільки максимального значення зусиль із додатковою суб'єктивною оцінкою характеру їх зміни оператором. Отримані діаграми або величини зусиль порівнюються з розробленими відповідно до прийнятої класифікації діаграмами або таблицями гранично допустимих значень, і за результатами порівняння робиться висновок про можливість експлуатації автомобіля за параметром "легкість рульового управління".

Особливе значення для підтримки безпечного рівня технічного стану рульового управління автомобіля має своєчасне виявлення типових його несправностей та усунення причин, що їх спричиняють.

						ДРМТВАТАМ 23 20096. 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			31

2.3. Контроль технічного стану рульового керування

Стан рульового управління перевіряють динамометром-люфтоміром та фіксатором (рис.2.1) [19, 21] Динамометр -люфтомір закріплюють на ободі рульового колеса замками, а його стрілку фіксують на рульовій колонці пружним захватом. Рукоятка динамометра спирається внутрішньою циліндричною поверхнею на бокові шайби із двома пружинами, з'єднаних проміжною шайбою. Усі три шайби можуть вільно рухатися по осі, вони жорстко з'єднані гвинтами зі скобою. В залежності від напрямку прикладеного до динамометра тиску рукоятка зміщує одну з бокових шайб в бік іншої шайби і стискає пружини. Величину тиску, що прикладений до рукоятки, визначають за шкалами динамометра, нанесених на втулки, проти яких встановлена кромка рукоятки. За шкалою один визначають кут повороту колеса і вільний хід. Гвинти і замки мають підп'ятники і служать для зміни перерізу замків в залежності від профілю ободу рульового керування автомобілів. Фіксатор правого колеса складається з двох трубчатих розпірок, що встановлюються між правою ресорою і гайками. Опорний гальмовий диск колеса кріпиться до фланця поворотної цапфи. З однієї сторони розпірки мають шестигранні або круглі отвори під гайки, що кріплять опорний гальмовий диск, а з другої сторони мають приварену пластину з вертикальним перерізом, в яку входить вісь лапки, що спирається на корінний лист ресори. Лапки можна пересувати в перерізі та фіксувати башмаком в залежності від висоти ресори автомобіля. Обертаючи рульове колесо за рукоятку динамометра з тиском 10 Н, спочатку ліворуч, потім праворуч, визначають люфт рульового колеса, що для вантажних автомобілів повинний бути не більш 25°. Якщо люфт рульового колеса більше 25°, то перевіряють осьове переміщення черв'яка. Для цього прикладають ліву руку до рульової колонки так, щоб пальці притискувалися до торця ступиці рульового колеса і колонки, а правою рукою повільно

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ДРМТВАТАМ 23 20096. 000 ПЗ				32

обертають рульове колесо ліворуч і праворуч до упора. Якщо в підшипниках черв'яка є осьовий зазор, то буде відчуватися осьове переміщення ступиці рульового колеса



Рисунок 2.1 - Люфтомір-динамометр ЛД-101

Люфтомір-динамометр ЛД-101 призначений для визначення кутового переміщення (люфту) рульового колеса автотранспортних засобів при додатку нормованого зусилля відповідно до ДСТУ [31]. Люфтомір-динамометр використовується для контролю сумарного кутового зазору (люфту) в рульовому управлінні колісних транспортних засобів під час нормативного навантаження, регламентованого [31].

Діапазон діаметрів рульових коліс: від 330 до 510 мм. Діапазон вимірювання кутового зазору (люфту): від 0 до 44 °. Абсолютна похибка вимірювання кутового зазору: $\pm 1,0$ °. Похибка установки зусилля на ободі рульового колеса: $\pm 0,49$ Н.

2.4. Технічні умови на елементи рульового керування

Технічні вимоги до елементів рульового керування згідно ДСТУ 3649-2010 такі:

Не дозволено.

Самочинний поворот рульового колеса та (або) керованих коліс КТЗ із підсилювачем рульового керування. Осьовий люфт рульового колеса. Рухомість рульової колонки в площинах, поздовжніх до її осі, картера рульового механізму та деталей рульового привода відносно одне одного або шасі (кузова) КТЗ. Підтікання робочої рідини в гідросистемі підсилювача. Незатягнуті та не застопорені нарізні з'єднання деталей та вузлів рульового керування. Наявність у рульовому керуванні і його приводі деталей та вузлів із залишковою деформацією, тріщинами, пошкодженнями та відремонтованих методами паяння чи зварювання. Проміжки в з'єднаннях важелів поворотних цапф та шарнірах рульових тяг. Натяг паса привода насоса підсилювача рульового керування та рівень робочої рідини в його резервуарі (за наявності) мають відповідати вимогам. Система сигналізації та контролю та електропідсилювач рульового керування (за наявності) повинні функціювати згідно з вимогами. Максимальні кути повороту рульового колеса та керованих коліс мають обмежувати лише пристрої, передбачені конструкцією КТЗ. Рульове колесо повинно обертатися без ривків і затинань в усьому діапазоні кута його повороту. Пристрій фіксування рульової колонки з регульованим положенням рульового колеса має фіксувати та утримувати колонку в усіх положеннях, зазначених вище. Сумарний кутовий проміжок рульового керування повинен відповідати значенням, наведеним у таблиці 2.2.

Таблиця 2.2. Сумарний кутовий проміжок

Категорія КТЗ	Сумарний кутовий проміжок не більше
M ₁ , M ₁ G , M ₂ , M ₂ G, N ₁ ,N ₁ G	10°
M ₃ , M ₃ G, N ₂ , N ₂ G, N ₃ , N ₃ G	20°

Методи контролю рульового керування

Контроль проводять на нерухомому КТЗ, дотримуючись вимог, нижчезазначених пунктів [31].

Відповідність вимогам 6.2.1.1 перевіряють на мінімальній і підвищеній частотах обертання холостого ходу двигуна, спостерігаючи за рульовим колесом та (або) керованими колесами, встановленими в положення для прямолінійного руху.

Відповідність вимогам 6.2.1.2—6.2.1.5, 6.2.1.7, 6.2.3 перевіряють візуально. Наявність осьового переміщення рульового колеса та рульової колонки перевіряють прикладаючи до рульового колеса сили в протилежних напрямках уздовж осі рульового вала та в площині рульового колеса, перпендикулярно до колонки, а також сил, протилежних у різних площинах, які проходять крізь вісь рульової колонки. Проміжки в з'єднаннях деталей та вузлів рульового привода, затягнення кріплень картера рульового механізму, важелів поворотних цапф та стан шарнірів рульових тяг перевіряють повертанням рульового колеса відносно нейтрального положення в кожную сторону та прикладанням безпосередньо до деталей та вузлів привода сил у протилежних напрямках. За потреби, використовують засоби для визначання проміжків у з'єднаннях рульового привода і підвіски та спеціалізовані ЗВТ. Відповідність вимогам 6.2.1.6 перевіряють огляданням. Відповідність вимогам 6.2.2 перевіряють візуально, а за потреби — вимірюючи прогин паса привода насоса гідропідсилувача рульового керування за допомогою спеціалізованого приладу для одночасного контролю зусилля і прогину паса або за допомогою штангенциркуля та динамометра. Відповідність вимогам 6.2.4 перевіряють огляданням після запускання двигуна, по чергово повертаючи рульове колесо на максимальний кут повороту в кожную сторону від нейтрального положення. Колеса КТЗ установлюють на поворотні пристрої, які виконано із застосуванням вальницевих опор і які можуть під час повороту переміщуватися у поздовжньому і поперечному напрямках .

					ДРМТВАТАМ 23 20096. 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		35

Примітка. Дозволено застосовувати інші методи зменшення тертя у плямі контакту керованих коліс з опорною поверхнею, у тому числі перевіряти на КТЗ, який рухається зі швидкістю не більше ніж 10 км/год.

Пристрій фіксування положення рульової колонки відповідно до 6.2.5 перевіряють прикладаючи зусилля у протилежних напрямках від руки до рульового колеса в його площині. Відповідність вимогам 6.2.6 перевіряють використовуючи ЗВТ для визначення сумарного кутового проміжку в рульовому керуванні з фіксуванням початку повороту керованих коліс. У разі роботи двигуна КТЗ на мінімальній частоті обертання колінчастого вала в режимі холостого ходу керовані колеса встановлюють у нейтральне положення. Рульове колесо повертають плавно, без ривків спочатку в одну сторону, а потім — в протилежну. При цьому мають бути зареєстровані кути повороту рульового колеса у момент досягнення зусилля на ньому 10 Н або початку повороту будь-якого з керованих коліс. Величину сумарного кутового проміжку рульового керування визначають як суму кутів повороту рульового колеса в протилежних напрямках. Границя допустимої основної похибки має бути не більше ніж, у разі вимірювання: — зусилля та прогину паса привода насоса гідروпідсилювача рульового керування (зведена) $\pm 5\%$; — кутового проміжку рульового керування (абсолютна) $\pm 1^\circ$.

2.5. Технічні вимоги до матеріалу деталі

2.5.1. Матеріали для виготовлення тяг рульового керування.

За умова експлуатації рульові тяги належать до деталей, що не працюють в умовах тертя, а є важко навантаженими деталями, які працюють під дією високих напружень, в тому числі циклічних, ударних. Такі деталі повинні мати однакові властивості поверхні і серцевини. [7,8]
До матеріалів для виготовлення деталей цієї групи висувають такі вимоги:

					ДРМТВАТАМ 23 20096. 000 ПЗ	Арк.
						36
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- високі показники міцності ($\sigma_{в}, \sigma_{0,2}$); висока утомна міцність (σ_{-1});
- високі пластичність (ϵ, δ), ударна в'язкість (КС);
- високі показники тріщиностійкості ($G_{1с}, K_{1с}, K_{Ср}$).

Якщо деталі працюють при низьких температурах, до цих вимог додається низький поріг холодноламкості $t_{кр}$ та мінімальне допустиме значення ударної в'язкості. У такому випадку сталь слід вибирати за умов, щоб $t_{кр}$ була нижчою за температуру експлуатації виробу.

З [11] з'ясовано, що рульові тяги в залежності від умов роботи виготовляють з вуглецевих та легованих сталей. Вироби цієї групи найчастіше виготовляють з середньо вуглецевих легованих сталей (0,3 - 0,5% С) і піддають поліпшенню. Саме ця обробка, внаслідок якої формується сорбіт відпуску (феритно-карбідна суміш зернистої будови), забезпечує отримання необхідного комплексу властивостей - високих показників міцності ($\sigma_{в, 0,2}$), утомної міцності (σ_{-1}), пластичності (δ, ϵ), ударної в'язкості (КС), тріщиностійкості ($G_{1с}, K_{1с}, K_{Ср}$).

Для досягнення потрібних властивостей у таких виробах вирішальне значення має прогартовуваність. Розподіл твердості за перерізом деталі залежно від її діаметра характеризують U - подібні криві які для сталей різних марок можна знайти у відповідних довідниках (рис. 2.2) [12,13].

Зміна тимчасового опору залежно від перерізу деталі після поліпшення для сталей різної легованості з близьким вмістом вуглецю (0,3 - 0,34%), тобто від її прогартовуваності, наведена на рис. 2.2.

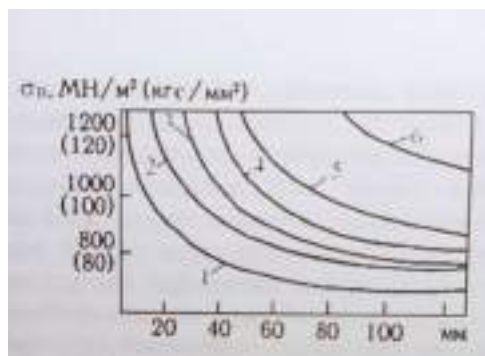


Рисунок 2.2 - Залежність тимчасового опору від перерізу сталей марок :

					ДРМТВАТАМ 23 20096. 000 ПЗ	Арк.
						37
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1 - 30; 2- 30СГ; 3 - 33НЗ; 4- 33ХСА; 5 - 30ХНЗА; 6 - 30ХНЗМ

З рисунка видно, що при наскрізній прогартовуваності у сталях різних марок, у тому числі й вуглецевій (крива 1), тимчасовий опір може сягати значень $\sigma_{\text{в}}$ 1200 МПа, але через низьку прогартовуваність вуглецевої сталі такий високий тимчасовий опір можна досягти лише в малому перерізі (менше 10 мм). В легуваних сталях такий рівень $\sigma_{\text{в}}$ можна отримати в значно більшому перерізі (наприклад, в сталі 30ХНЗМ в перерізі 90 мм). Залежно від прогартовуваності поліпшувальні сталі поділяють на п'ять груп (табл.2.3).

Таблиця 2.3. Критичний діаметр $D_{\text{кр}}$ для сталей різного легування (1-5 груп) [13].

Група	Марки сталей	$D_{\text{кр}}$ мм
1	40, 45	До 10
2	40Х, 40ХР	20 -25
3	35ХГС, 40ХГР,	30 -35
4	40ХНМ, 40ГНР	40 -60
5	38ХНЗМФ	Більше 100

З економічних міркувань слід вибрати найдешевшу сталь, яка при даному перерізі виробу забезпечує рівень міцності, зумовлений конструкторськими розрахунками.

Для виготовлення тяг використовують середньовуглецеві сталі марок 30, 35, 30Х, 30ХР, 35Х, 35ХРА, 40Х, або цементовані сталі марок 15, 20, 25, які після відповідної термічної чи хіміко-термічної обробки набувають заданих експлуатаційних властивостей.

					ДРМТВАТАМ 23 20096. 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		38

2.6. Способи одержання рульових тяг

2.6.1. Види заготовок деталей автомобілів

В автомобілебудуванні найпоширенішими стали заготовки наступних видів:

1) заготовки отримані обрізанням з сортового прокату з вуглецевої і легованої сталі (гарячекатаної і каліброваної) у вигляді двотаврів, кутників, безшовних та зварних труб, дроту, каліброваних циліндричних, квадратних та інших профілів; 2) виливки з чавуну і сталі; 3) зварні заготовки у виді деталей і конструкцій; 4) штамповані і ковани заготовки зі сталі, виконані в гарячому стані; 5) холодноштамповані заготовки з листової сталі і заготовки, отримані методом холодного висаджування; 6) заготовки з пластмас, гуми і кольорових металів. Вибір виду заготовок залежить від конструкції деталей, їхньої форми, призначення, робочих напружень і умов роботи спряжених деталей в складеній машині.

2.2. Заготовки з прокату

В автомобілебудуванні для виготовлення деталей широко застосовується прокат з вуглецевої і легованої сталі (гарячекатаної і каліброваної) [2, 6].

З металопрокату виготовляються колісні ободи і спиці, важелі, тяги, рами, каркаси й інші деталі. Заготовки холоднотягнуті калібровані зі сталі застосовуються для виготовлення валів і осей, а також для виготовлення деталей на автоматах.

Ковальсько-штампувальне виробництво дозволяє одержувати деталі не тільки різні за формою і вагою, але і зі значним поліпшенням початкових властивостей вихідного матеріалу внаслідок здрібнювання його первинної структури і поліпшення механічних показників. Тому важко навантажені деталі багатьох машин виготовляються куванням і штампуванням [9].

					ДРМТВАТАМ 23 20096. 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		39

2.6.2. Виготовлення рульових тяг

Рульові тяги є деталями, що за складністю форми та розмірів відносять до деталей 1-3 групи складності. Виготовлення їх не вимагає складного інструменту та обладнання. Тяги можуть бути виготовлені механічною обробкою на верстатах з ЧПУ, але переважно їх виготовляють обробкою тиском – куванням на молотах, пресах, горизонтально-кувальних машинах за один робочий хід машини.

Рульова тяга являє собою деталь у вигляді стрижня з стовщенням на кінці, поздовжньою силою на нього переважно діють великі розтягуючі навантаження (рис.1.3) . Вихідною заготовкою для одержанні поковки є сортовий прокат. Такі деталі не вимагають штампування по всій довжині. Їх виготовляють місцевою осадкою і штампуванням тільки головки. Стрижень не зазнає деформації, він має діаметр, який дорівнює діаметру вихідної заготовки. Поковки штампують на спеціалізованих горизонтально-кувальних машинах, які забезпечують формування правильної макроструктури металу (рис.2.3). Основними операціями при штампуванні на горизонтально-кувальних машинах є висадка, прошивка, пробивання.



Рисунок 2.3 – Поковки, одержані на спеціалізованих горизонтально-кувальних машинах

					ДРМТВАТАМ 23 20096. 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		40

Кінематична схема спеціалізованої горизонтально-кувальної машини представлена на рис. 2.4.

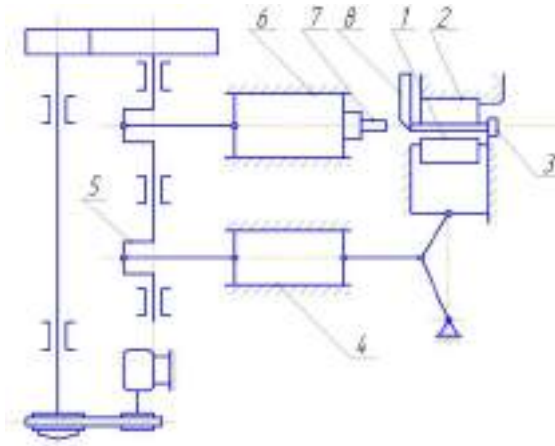


Рисунок 2.4 - Кінематична схема спеціалізованої горизонтально-кувальної машини

1, 2- рознімна матриця; 3 – поковка; 4- 6 – повзун; 5 – привод руху повзуна; 7 – пуансон; 8 – упор

Принцип роботи спеціалізованої горизонтально-кувальної машини

Прутки сортового прокату нагрівають до температури 1200-1250°C. Пруток нагрітим кінцем кладуть у рівчак нерухомої частини матриці. З матриці пруток висувається до упора. Після вмикання машини рухома частина матриці притисне пруток до нерухомої частини, а упор автоматично відійде вбік. Пруток міцно утримується затискною частиною матриці. При подальшому русі головного повзуна пуансон виконає висадку ділянки прутка, що виходить за межі затискної частини матриці. Метал заповнить порожнину рівчака матриці, розташовану попереду затискної частини. Потім головний повзун машини переміщується у зворотньому напрямку, пуансон виходить з порожнини матриці і після цього матриця розкривається, а відштампована поковка випадає з матриці. Після закінчення процесу пуансон, рухома матриця і упор займають вихідне положення. Всі ці переходи здійснюються за один робочий хід машини [5,6].

						ДРМТВАТАМ 23 20096. 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			41

Довжина не затиснутого кінця заготовки, для запобігання вигину, не повинна перевищувати трьох її діаметрів. Такі поковки позбавлені штампувальних уклонів, мають малий припуск на механічну обробку і штампування провадиться майже без облоїв.

Виготовлення рульових тяг механічною обробкою на верстатах з ЧПУ використовується дуже рідко. Причиною цього є значні витрати металу, який переводиться в стружку та здорожчення виробу.

2.6.3. Обробні операції

Поковки, одержані на горизонтально-кувальних машинах не мають облою, тому їх не потрібно піддавати операціям обрізування облою. Доцільними перед подальшою механічною обробкою є операції термічної обробки поковок – відпал або нормалізація. Сталь в стані постачання повинна мати твердість в межах HB200-207 [32].

2.6 3.1 Призначення та технологія проведення нормалізації.

Нормалізація належить до досить поширених методів термічної обробки. Для проведення нормалізації доевтектоїдні сталі нагрівають до повної перекристалізації – вище точки A_{c3} на 30...50 °С, витримують при цій температурі до завершення перетворень і після витримки в печі прискорено охолоджують на спокійному повітрі чи від вентилятора. Після охолодження на повітрі сталь набуває дрібнозернистої однорідної структури, зменшуються внутрішні напруження [16].

Структура і властивості нормалізованої сталі залежать від розмірів виробу та відношення площі його поверхні до об'єму. Масивні деталі охолоджують повільно. В них розпад аустеніту відбувається за умов, близьких до рівноважних, і завершується утворенням перліту. Невеликі та тонкі сталеві вироби охолоджують швидко, процес розпаду аустеніту в них

					ДРМТВАТАМ 23 20096. 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		42

завершується утворенням сорбіту. Нормалізація є ефективним способом усунення грубозернистої структури у виливках та поковках [17, 18].

2.6.3.2. Признаення та технологія проведення відпалу

Відпал сталі проводять для ліквідації дефектів структури, які виникли у процесі лиття, кування, різання тощо. Переважно відпал проводять як підготовчу термічну обробку наприклад, для покращення оброблюваності різанням. Основна мета відпалу – формування рівноважної структури сталі та усунення напружень. Після відпалу сталь набуває низької твердості, достатньої міцності, високої пластичності, а також в'язкості.

Розрізняють такі види відпалу сталі: дифузійний, повний, неповний, рекристалізаційний, відпал для зняття внутрішніх напружень. Кожний вид відпалу призначають залежно від того, які відхилення від рівноважного стану потрібно усунути.

Температурні інтервали нагрівання сталей для проведення відпалу показані на рис.2.5 [12]

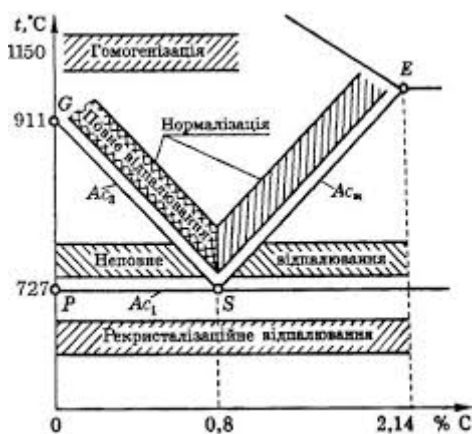


Рисунок 2.5 - Температурні інтервали нагрівання сталей для проведення відпалу.

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

2.6.3.3. Призначення та технологія проведення гартування та відпуску

Готові вироби піддають гартуванню і відпуску. Гартування є зміцнюючою обробкою. Результати гартування залежать від температури нагрівання, тривалості витримки, швидкості охолодження. Зміна властивостей сталі після гартування відбувається внаслідок утворення метастабільних структур. Для одержання метастабільних структур деталі нагрівають до температур, за яких утворюється аустеніт, після витримки вироби охолоджують з швидкістю, яка забезпечує перетворення аустеніту на мартенсит. Режим проведення гартування на (рис.2 уу) Гартуванню піддають сталі, які містять вуглецю від 0,3% і вище. Міцність сталі після гартування підвищується, але одночасно збільшується крихкість. Загартовану сталь піддають відпуску для одержання комплексу заданих властивостей. Режим відпуску залежить від рівня механічних властивостей, які повинна мати деталь (рис. 2.6; 2.7) .



Рисунок 2.6 - Режими проведення основних видів термічної обробки

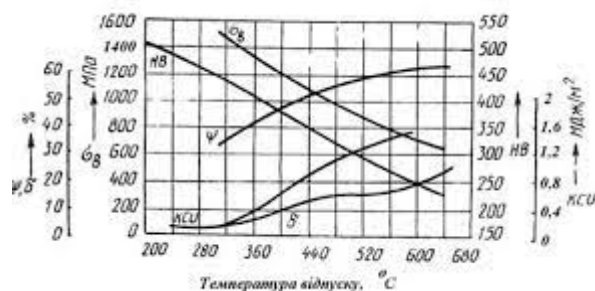


Рисунок 2.7 - Залежність властивостей сталі від температури відпуску

					ДРМТВАТАМ 23 20096. 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		44

2.6.3.4. Дефекти, що виникають при проведенні термічної обробки

При проведенні нормалізації та відпалу потрібно витримувати режимні параметри технологічного процесу для попередження появи браку. Брак може бути виправним і невиправним. На виробництві завжди проводиться аналіз браку, встановлюють причини його появи і на підставі цього вживаються заходи щодо його попередження [7].

До невиправних видів браку належить *перепал, утворення тріщин, короблення, оплавлення* сталевих виробів та інші. *Короблення*, а також *викривлення, прогин* і інші види зміни форми виникають при нерівномірному нагріванні та охолодженні, а також при неправильному укладанні виробів у печі. В деяких випадках, якщо це допускається технічними умовами, незначне короблення виробу виправляють рихтуванням. Однак при цьому в ньому виникають внутрішні напруження, які частково знімають наступним низькотемпературним відпалом. Сталеві вироби з невиправним браком відправляють на переплав.

Значна кількість дефектів виникає внаслідок хімічної взаємодії поверхні сталевих виробів з активними компонентами атмосфери печі (киснем, водяною парою, діоксидом сірки тощо). Найпоширеніше з них – *окиснення і зневуглецювання*. Внаслідок окиснення на поверхні виробів утворюється шар оксидів (Fe_3O_4 , Fe_2O_3 , FeO)- окалина. Від неї звільняються механічною очисткою поверхні за допомогою металевих щіток, абразивних інструментів, дробометальних і гідропіскоструминних установок і в травильних ваннах з 15 – 18 % - ним розчином сірчаної кислоти у підігретій до 60°C воді. Окалина, яка частково залишається після штампування, і така, що утворилась при термічній обробці, повністю видаляється. Під шаром окалини можуть бути приховані поверхневі дефекти, які потрібно своєчасно виявляти. Оксидний шар невеликої товщини знімають травленням виробів у розчинах кислот (найчастіше сірчаної, соляної, азотної).

					ДРМТВАТАМ 23 20096. 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		45

Знеуглецювання - виникає внаслідок вигорання вуглецю. Причиною цього виду дефекту є збільшення тривалості витримки виробу при нагріванні. (рис. 2 вв) Знеуглецювання на глибину 1...1,5 мм значно знижує твердість і зносостійкість деталей. За наявності достатнього припуску на розмір знеуглецьований шар можна зняти механічною обробкою (різанням, фрезеруванням та ін). Менш активно відбувається знеуглецювання поверхні сталевих виробів із сталей, які містять хром. Окиснення і знеуглецювання не виникають, якщо нагрівання виробів ведуть в печах з нейтральною чи відновлювальною атмосферою (аргон, діоксид вуглецю, азот тощо) або застосовують досить прості засоби, які значною мірою уповільнюють взаємодію металу з атмосферою печі (засипають виробі в ящиках вугіллям, піском тощо).

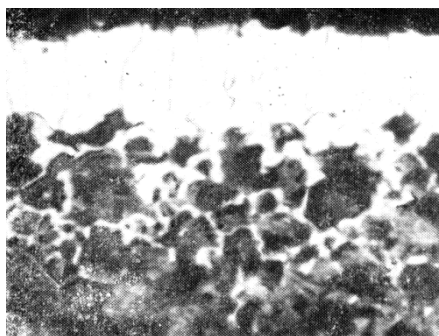


Рисунок 2.8 - Структура знеуглецьованого поверхневого шару

Надмірне збільшення зерна виникає при перевищенні температури і тривалості нагрівання сталі (рис. 2.9). Внаслідок недостатньої тривалості нагрівання або заниження температури в структурі сталі ³являється різнозернистість, а при перевищенні допустимої швидкості охолодження утворюються структури сорбітного типу, вони мають підвищену твердість і занижену пластичність, що утруднює наступну механічну обробку. Такі види дефектів усувають термічною обробкою – повторною нормалізацією чи відпалом [34].

					ДРМТВАТАМ 23 20096. 000 ПЗ	Арк.
						46
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Рисунок 2.9 - Грубозерниста структура перегрітої доевтектоїдної сталі

Перегрів під час відпалу сприяє формуванню грубозернистої структури сталі. Ферит в доевтектоїдних сталях виділяється по границях грубих зерен перліту.

Висновок.

1. Аналіз залежностей «несправність - симптом» показує, що переважна більшість пошкоджень рульового керування призводять до збільшення вільного ходу (люфту) рульового колеса. Великий вільний хід значно ускладнює керування автомобілем, так як при цьому збільшується час, необхідний для повороту керованих коліс, що особливо небезпечно при великій швидкості руху.

2. Рульові тяги є деталями, що за складністю форми та розмірів належать до деталей 1-3 групи складності. Виготовлення їх не вимагає складного інструменту та обладнання. Тяги можуть бути виготовлені на горизонтально-кувальній машині за один робочий хід машини.

3. Заготовки (кованки) рульових тяг потрібно піддавати попередній термічній обробці.

4. Готові рульові тяги для формування заданих механічних властивостей потрібно піддавати кінцевій термічній обробці: гартуванню та високому відпуску.

					ДРМТВАТАМ 23 20096. 000 ПЗ	Арк.
						47
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 3. ВИБІР МАТЕРІАЛУ ДЕТАЛІ. МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

3.1. Опис вибраної сталі.

Для виготовлення рульової тяги автомобіля МЕРСЕДЕС доцільно вибрати леговану сталь марки 30ХРА.

Сталь має такий хімічний склад [32] :

Таблиця 3.1. Хімічний склад вибраної сталі.

Марка сталі	Склад сталі, хімічні елементи, %			
	С	Si	Mn	Cr
30ХРА	0,27 – 0,35	0,17 -0,37	0,50 – 0,80	1,0 -1,30

* - Бору в сталі 0, 0010%.

Таблиця 3.2. Механічні властивості вибраної сталі після поліпшення [32].

Марка сталі	Механічні властивості після термічної обробки				
	$\sigma_{0,2}$ МПа	$\sigma_{в}$, МПа	, %	, %	КСУДж/см ²
30ХРА	1275	1570	9	40	49

Сталь 30ХРА має критичний діаметр (95 % мартенситу) при гартуванні у воді 30-45, а в оливі 20-30 мм.

Сталь 30ХРА належить до групи легованих поліпшуваних сталей. Оптимальне поєднання міцності і пластичності досягають після поліпшення. Механічні властивості таких сталей визначаються кількістю вуглецю, від якого залежить загартуваність. На прогартуваність основний вплив мають легуючі елементи. Хімічний склад сталі забезпечує можливість одержання після проведення термічної обробки заданих

експлуатаційних властивостей. Вміст вуглецю в межах 0,27 - 0,35% забезпечує сталі здатність до загартування (підвищення твердості після гартування).

Легуючі елементи дозволяють сформувати необхідну прогартуваність і механічні властивості. Всі легуючі елементи, які присутні в сталі підвищують прогартуваність, особливо це робить бор. Легуючі елементи підвищують межу текучості, відносне звуження та ударну в'язкість. Це пояснюється тим, що леговані сталі мають меншу критичну швидкість гартування, що і забезпечує більшу прогартуваність.

Хром є карбідоутворюючим елементом, при нагріванні уповільнює дифузію вуглецю в аустеніті, тим сприяє подрібненню зерна при нагріванні аустеніту. Хром підвищує температури нагрівання сталі для гартування (підвищує критичні точки A_{c3} та A_{c1}), зсуває криву ізотермічного розпаду переохолодженого аустеніту праворуч, що збільшує стійкість переохолодженого аустеніту і зменшує критичну швидкість охолодження та збільшує прогартуваність сталі. Хром ефективно впливає на механічні і фізичні властивості сталі, розчиняючись в фериті і утворюючи дрібні карбіди, а також впливаючи на дисперсність одержуваної структури і коагуляцію структурних складових, він підвищує твердість і міцність сталі, межі пружності і текучості, не знижуючи характеристики пластичності, а навпаки, сприяє підвищенню характеристик пластичності (відносного видовження та відносного звуження), ударної в'язкості. На твердість фериту хром мало впливає, найбільш суттєво хром підвищує твердість та міцність мартенситу.

3.2 Методи дослідження

3.2.1 Металографічні дослідження

Як правило, метал, що надходить на виробництво піддається вхідному контролю а саме: визначають хімічний склад, механічні властивості

					ДРМТВАТАМ 23 20096. 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		49

сталі на відповідність сертифікату. Вуглець в сталях і сплавах аналізується різними методами: іскровим оптико-емісійним спектрометром OES100 або методом спалювання інфрачервоним аналізатором. Також вуглець може бути проаналізований рентгенофлуоресцентним спектрометром, лазерним оптико-емісійним спектрометром та іншими методами. Вміст вуглецю в сталі визначено згідно ГОСТ [33]. Цей ГОСТ регламентує газооб'ємний, кулонометричний методи і метод інфрачервоної спектроскопії визначення загального вуглецю і графіту у вуглецевій сталі і нелегованому чавуні при масовій долі вуглецю і графіту від 0,01 до 5,0 %. Для визначення вмісту вуглецю в сталі використано аналізатор АН- 7529 (рис.3.1), який дозволяє реалізувати кулонометричний метод визначення вуглецю. Метод базується на зпалюванні наважки сталі чи чавуну в струмені кисню при 1200 - 1350°C з наступним поглинанням утвореного діоксину вуглецю розчином гідроксиду калію чи натрію. Масову долю вуглецю визначають за різницею початкового об'єму газу і об'єму газу, отриманого після поглинання діоксину вуглецю розчином гідроксиду калія. Масову долю вуглецю визначають на цифровому табло аналізатора.



Рисунок 3.1 - Аналізатор АН -7529

Експрес аналізатор АН-7529 призначений для визначення масової частки вуглецю в сталях і сплавах методом автоматичного кулонометричного титрування за величиною рН. Експрес аналізатор на вуглець АН-7529 застосовується для проведення аналізів в лабораторіях підприємств і науково-дослідних установ різних галузей. Аналізатори

										Арк.
										50
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ДРМТВАТАМ 23 20096. 000 ПЗ					

розраховані на безперервну цілодобову експлуатацію в умовах заводських лабораторій при температурі навколишнього повітря від 10 до 35 ° С, відносній вологості до 80% і .

Наявність легуючих елементів виявляли спектральним аналізом на приладі «Спектроскан» згідно ГОСТ [22] (рис.3.2). Метод базується на залежності інтенсивності характеристичних ліній флюоресценції елемента від його масової долі в пробі. Збуджене первинним рентгенівським випромінюванням характеристичне випромінювання елементів в пробі розкладається в спектр з наступним вимірюванням аналітичних сигналів і визначення долі елементів за допомогою градуіровочних характеристик. Для приладів, оснащених ПК градуіровка визначається програмним забезпеченням спектроскану. Рентгеноспектральний аналіз дає досить високу точність, завдяки незначній похибці вимірювання аналітичних ліній, яка не перевищує десятих відсотка. На «Спектроскані» можна виконувати якісний та кількісний аналіз об'єкту. Для цього потрібно в програмі якісного аналізу задати діапазон довжин хвиль, крок сканування, порядок відбивання, час експозиції та запустити вимірювання.

Виконуючи введену команду, прилад (рис.3.3) приводить кристал-аналізатор в положення відбивання мінімальної довжини з заданого діапазону, виконує вимірювання інтенсивності в цьому положенні протягом заданого часу експозиції, а потім перемістивши кристал на кут, що відповідає одному кроку за шкалою довжин хвиль, виконує наступне вимірювання.

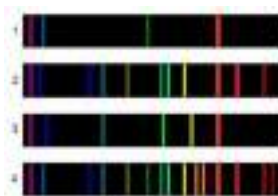


Рисунок.3.2 - Приклад відображення спектру складного зразка, який знято на приладі «Спектроскан»

					ДРМТВАТАМ 23 20096. 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		51

Кількісний аналіз використовують для точної кількісної оцінки складу проби. Всі види кількісного аналізу базуються на тому, що існує функціональна залежність між вимірюваною інтенсивністю аналітичної лінії і концентрацією відповідного елемента в зразку. Чим вища концентрація данного елемента в пробі, тим більша кількість квантів, які мають відповідну енергію, випромінється з проби, тобто тим більш інтенсивну лінію ми одержимо.



Рисунок 3.3 – Загальний вигляд приладу «Спектроскан»

Наявність зневуглицювання досліджено згідно ГОСТ [25] на мікроскопі МИМ -7 (рис. 3.4). Мікроскоп дає можливість досліджувати структуру металів при збільшеннях від 70 до 1440 раз.



Рисунок 3.4 - Загальний вигляд мікроскопа МИМ -7

					ДРМТВАТАМ 23 20096. 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		52

3.2.2. Випробування на твердість.

Показники твердості металу є важливою характеристикою результатів виконання тих технологічних процесів і операцій, яким піддаються заготовки та готові деталі в процесі їх виготовлення.

Вимірювання твердості за методом Брінелля — твердість визначається за діаметром відбитка, який залишає металева кулька, що вдавлюється у поверхню (рис.3.5). Твердість обчислюється як відношення зусилля, прикладеного до кульки, до площі відбитка (площа відбитка береться як площа частини сфери). Твердість, визначена за цим методом, позначається HB, де H = hardness (твердість, англ.), В — найменування методу. Вимірювання проводять відповідно до ДСТУ [28].

Твердість HB виробу визначають за формулою:

$$H = \frac{P}{F} \quad (3.1)$$

де P – прикладене навантаження, кгс або МН;

F – площа поверхні сферичного відбитка, m^2 .

Якщо визначити площу поверхні відбитка через діаметри кульки та відбитка, одержимо формулу:

$$H = \frac{P}{\pi D d} \quad (3.2)$$

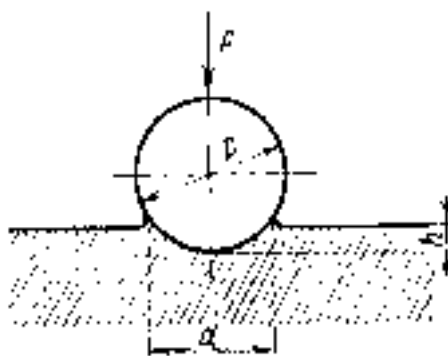


Рисунок 3.5 – Схема вимірювання твердості за методом Брінелля

Вимірювання твердості, як способу дослідження механічних властивостей металів, в результаті простоти і швидкості визначення, а також

можливості оцінки властивостей металів без руйнування виробів, має широке застосування, як на заводах так і в науководослідних установах. Метод визначення твердості дозволяє за значеннями твердості орієнтовно визначити механічні характеристики матеріалу: межу текучості та межу міцності.

Між межею міцності при випробуваннях на розтяг і твердістю по Брінеллю різних матеріалів існує така залежність: $\sigma_B = K \cdot HB$, кгс/мм²,
(3.3)

де сталь з твердістю: HB175..... $\sigma_B \approx 0,34HB$;
мідь, латунь, бронза: відпалена..... $\sigma_B \approx 0,55HB$;
наклепана..... $\sigma_B \approx 0,40HB$,
для алюмінію $\sigma_B \approx 0,36HB$

Метод Брінелля не дозволяє досліджувати матеріали з твердістю більшою за HB 450, якщо застосовувати сталеву загартовану кульку, а також вимірювати твердість тонкого поверхневого шару (товщиною менше 1-2 мм). Для збільшення діапазону визначення твердості, використовують кульки з твердого сплаву на основі карбиду вольфраму (WC), це дозволяє підвищити верхню межу вимірювання твердості до 600 HBW.

Вимірювання твердості за методом Роквелла— твердість визначається за глибиною вдавлювання металевої кульки чи алмазного конуса у поверхню досліджуваного матеріалу. Твердість, визначена за цим методом, є безрозмірною і позначається HR, HRB, HRC і HRA; твердість обчислюється за такою формулою $HR = 100 - kd$, де d — глибина вдавлювання наконечника після зняття основного навантаження, а k — коефіцієнт. Отже, нескінченній твердості відповідає HR 100; м'які матеріали можуть мати негативні значення твердості.

Метод Роквелла [29] базується на вдавлюванні алмазного конуса з кутом при вершині 120° (чи сталеві кульки діаметром 1,588 мм) під дією навантаження *P* в поверхню досліджуваного зразка. Навантаження *P*

					ДРМТВАТАМ 23 20096. 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		54

прикладається до зразка в три стадії (рис. 3.6).

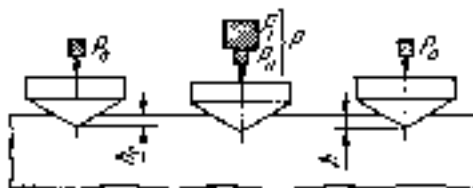


Рисунок 3.6 – Схема вдавлювання алмазного конуса за методом Роквелла

На першій стадії до зразка прикладається початкове навантаження $P_0 = 100$ Н, індентор заглиблюється в зразок на глибину h_0 . На другій стадії зразок навантажується повним навантаженням $P = P_0 + P_1$ (3.4)

При втисканні алмазного конуса до нього прикладається повне навантаження P , яке дорівнює 600 Н або 1500 Н при вдавлюванні алмазного конуса і 1000 Н при вдавлюванні кульки. Індентор заглиблюється в зразок на глибину h_k .

На третій стадії навантаження P_1 знімається, зразок залишається під навантаженням P_0 і положення індентора фіксується на глибині

$$h = h_k - h_0 \quad (3.5)$$

Різниця між глибинами проникнення індентора в зразок на першій та третій стадіях характеризує твердість металу. За одиницю твердості приймають величину, яка відповідає переміщенню кульки чи конуса на глибину 0,002 мм.

Твердість за Роквеллом в умовних одиницях вимірюють з допомогою приладу ТР- 5006, який за принципом дії є важільно-механічним пресом (рис. 3.7) та додатково оснащений індикатором (рис.3.8), за допомогою якого визначають значення твердості.

					ДРМТВАТАМ 23 20096. 000 ПЗ	Арк.
						55
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Рисунок 3.7. Загальний вигляд твердоміра ТР - 5006



Рисунок 3.8– Індикаторна головка приладу ТР 5006
для зчитування значень твердості

Сучасні твердоміри Роквелла комплектують наконечниками з діаметром кульок $\square 3,175$ мм; $\square 6,350$ мм; $\square 12,70$ мм; $\square 5$ мм та $\square 10$ мм. Відповідно, добавлені шкали D, E, F, G, H, K, L, M, P, R, S, V для вимірювання твердості чавуну, сплавів міді, алюмінію, цинку, свинцю, а також пластмас, дерева і фанери. Шкали HR5/60 (діаметр кульки 5 мм, навантаження 60 кгс), HR5/100; HR5/150; HR10/60; HR10/100; HR10/150 – для вимірювання твердості вуглеграфітових матеріалів.

Метод має такі переваги: можливість визначення твердості матеріалів з високою твердістю; незначні пошкодження поверхні при проведенні випробувань; не потребує вимірювання діаметра відбитка; процес

					ДРМТВАТАМ 23 20096. 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		56

випробувань досить швидкий. Недоліки: в порівнянні з методом Брінелля метод Роквелла вимагає ретельної підготовки поверхні зразка.

3.2.3 Визначення мікротвердості

Мікротвердість виміряна на мікрошліфах згідно ДСТУ [30] на приладі ПМТ-3 при навантаженні 100 г (рис.3.9).



Рисунок 3.9 - Загальний вигляд приладу ПМТ-3 для вимірювання мікротвердості

Метод мікротвердості використовують для визначення твердості в мікроскопічних об'ємах металів і сплавів. Скориставшись цим методом можна визначити твердість окремих структурних складових і фаз, дрібних і тонких деталей, незначних за товщиною шарів гальванічних покриттів тощо.

Метод мікротвердості базується на вдавлюванні в поверхню досліджуваних зразків алмазної чотирьохгранної пірамідки з кутом при вершині 136° . Зусилля, які діють на наконечник під час вдавлювання,

					<i>ДРМТВАТАМ 23 20096. 000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		57

невеликі, не перевищують 200 г. Випробування проводять згідно ДСТУ [30] на приладі ПМТ- 3 при збільшеннях у 420 разів.

Число мікротвердості визначають за формулою:

(3.6)

де α – кут між протилежними гранями піраміди при вершині, якій дорівнює 136° ;

d – середнє арифметичне довжини обох діагоналей відбитка після зняття навантаження, мм;

P – навантаження на пірамідку, Н.

Відбитки, які залишає алмазна пірамідка на поверхні зразка після вдавлювання показані на (рис.3.10). При випробуваннях використовують навантаження, які дорівнюють 50, 100, 200, 300, 500, 1000 Н.

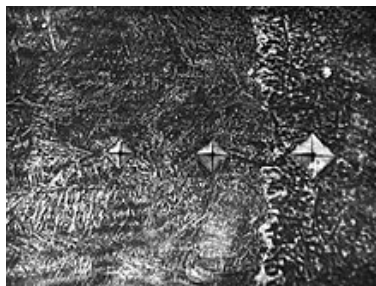


Рисунок 3.10- Відбитки на поверхні мікрошліфа після вимірювання мікротвердості

3.2.4 Мікроструктурний аналіз

Мікроаналіз – дослідження структури металів та сплавів за допомогою оптичних чи електронних мікроскопів (рис.3.14). Мікроструктурний аналіз

					ДРМТВАТАМ 23 20096. 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		58

дозволяє визначати величину, форму, орієнтацію зерен, фази та структурні складові, дефекти структури (мікротріщини, неметалеві вclusions, рядковість), контролювати якість проведення термічної та хіміко-термічної обробки, гарячої та холодної обробки тиском, пояснити причини зміни властивостей сплавів від зміни хімічного складу та умов обробки [26]. Корисне збільшення в оптичних мікроскопах сягає 2000 разів. Роздільна здатність оптичного мікроскопа 200 нм (0,2 мкм). Для дослідження мікроструктури металів і сплавів виготовляють мікрошліфи (рис.3.11; 3.12).

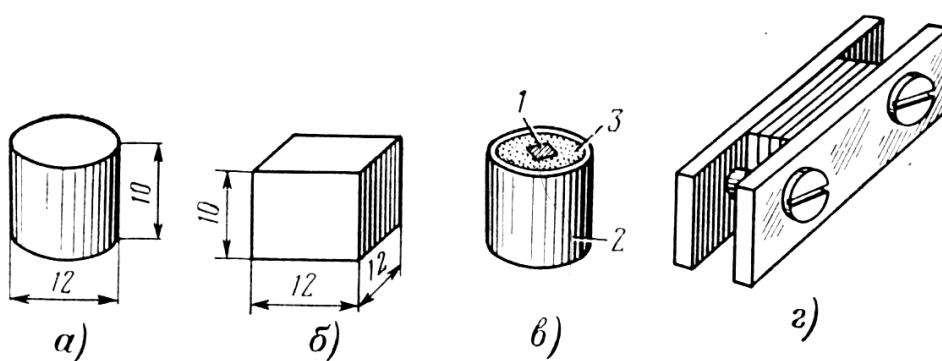


Рисунок. 3.11 - Металографічні шліфи:

a, б – стандартні розміри; *в* – шліф, залитий пластмасою; *г* – шліф у струбцині



Рисунок 3.12 - Зовнішній вигляд установки для приготування мікрошліфів

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Стандартним розміром шліфа є зразок площею поперечного перерізу 10 см² (рис.3.11). Якщо шліф виготовляють з дрібних деталей (наприклад, дрiт, тонколистовий прокат тощо), то зразок заливають легкоплавким сплавом, сіркою, пластмасою або затискають у спеціальній струбчині. Мікрошліф ретельно шліфують, полірують і піддають травленню спеціальним реактивом (рис.3.13). В якості травників для виявлення мікроструктури використовують слабкі спиртові або водні розчини кислот, лугів, а також суміш різних кислот [34]. На (рис. 3.13) показана схема відбивання променів у мікроскопі.

Мікроструктуру зразків виявляли травленням поверхні мікрошліфів 4 % розчином азотної кислоти в спирті при кімнатній температурі.

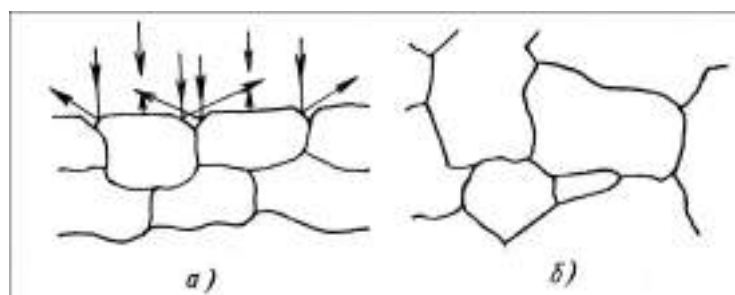


Рисунок 3.13 - Схема відбивання променів у мікроскопі

а) схема відбивання світла від травленої поверхні; б) границі зерен, що виявляються після травлення

При дії травників границі зерен травляться сильніше ніж зерна, тому що поверхневі шари зерна збагачені домішками, внаслідок чого утворюються мікрогальванічні пари; кристалічна решітка біля границь зерна знаходиться у більш викривленому і напруженому стані, ніж у глибині зерна, тому в тих місцях, що відповідають границям зерен, після травлення утворюються заглиблення. Світловий потік, направлений через об'єktiv на мікрошліф,

відбивається по-різному від зерен та їх границь. На ділянках стику зерен виникає значне розсіювання і відбиті промені не попадуть в поле зору, тому по границям зерен виникають темні лінії, які відтворюють картину дійсних стиків між зернами.

Металографічним аналізом досліджено структуру поверхні деталі на наявність знеуглецьованого шару. Аналіз проведено згідно ДСТУ) [25].

3.3. Термічна обробка досліджуваних зразків

3.3.1 Обладнання для гартування

Гартування та відпуск рульової тяги проводили в камерній електричній печі опору типу СНЗ. Піч має розміри робочого простору 2300 x 4600 x1500 мм [15]. Живлення печі здійснюється від мережі трифазним струмом (рис.3.14). Піч оснащена нагрівальними елементами, виготовленими з ніхрому у вигляді дроту діаметром 7 мм. Робоча температура печі регулюється автоматично. Двері піднімаються і опускаються з допомогою електромеханічного приводу.



Рисунок 3.14 - Електрична піч для термічної обробки

					ДРМТВАТАМ 23 20096. 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		61

Для проведення відпуску вибрано електричну шахтну піч з примусовою циркуляцією повітря серії ПН, потужністю до 75 кВт (рис.3.15). Температура в печі вимірюється за допомогою термопари і регулюється автоматично.

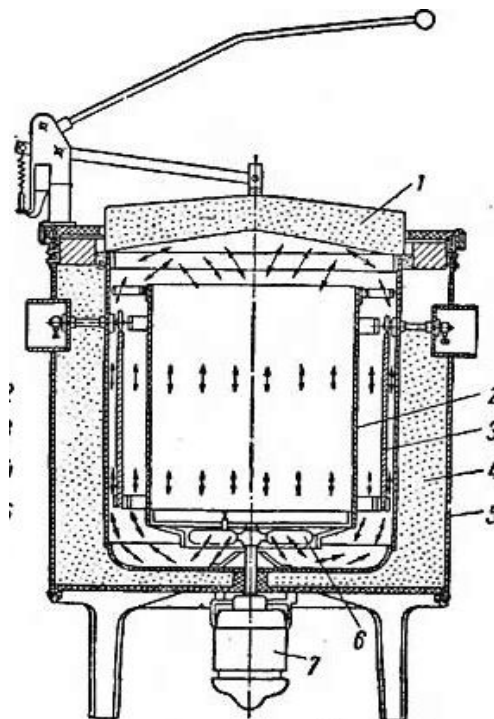


Рисунок 3.15 – Схема шахтної печі для термічної обробки

Кожух печі 5 виготовляють з листового заліза і заповнюють теплоізоляційним матеріалом 4. На внутрішній поверхні кожуха монтують електричні нагрівачі 3. В середині печі розміщується реторта 2, що являє собою барабан з отворами для циркуляції повітря.

В реторту завантажують деталі. Під піччю монтується електродвигун 7 з пропелером 6, обертання якого викликає циркуляцію повітря і вирівнювання температури по об'єму печі. Зверху піч закривається кришкою 1.

						ДРМТВАТАМ 23 20096. 000 ПЗ	Арк. 62
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			

Деталі в шахтні печі завантажують зверху щоб уникнути жолоблення.

Шахтні печі незамінні для обробки виробів з великим співвідношенням довжина / діаметр (вали, штанги, важелі, тяги і т.д.), які в процесі термообробки необхідно підвішувати.

Шахтні печі прості при складанні, їх складають з футерованих блоків, які займають дуже мало часу для складання - не більше одного дня. Печ за своєю будовою відрізняється простотою, а також дає можливість швидкого проведення ремонту та заміни робочих деталей, наприклад, нагрівачів. Печі шахтні є зручним апаратом у використанні, всі процеси термічної і хіміко - термічної обробки контролюються спеціальним блоком управління, який стежить за всім процесом в цілому, і тому вся робота проходить стабільно і надійно (рис.3.15, 3.16).



Рисунок 3.16 - Загальний вигляд шахтної печі фірми «Кабак»

					ДРМТВАТАМ 23 20096. 000 ПЗ	Арк.
						63
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3.3.2 Обладнання для охолодження деталей

Охолоджуючі рідини (вода, олива, розчини лугів тощо) знаходяться в гартівних баках. В малосерійному виробництві доцільно використовувати немеханізовані гартівні баки.

Немеханізовані гартівні баки- зварні посудини, виготовлені з листової сталі. Ємність бака вибирали за розмірами деталі. Враховуючи, що довжина рульових тяг для різних авто знаходиться в межах від 500 до 1700 мм, а вага від 11 до 16 кг, бак виберемо для рульових тяг довжиною 1700 мм і вагою 16 кг. Отже, для деталей з такими розмірами вибираємо бак щоб виконувалось співвідношення: 10...20 л оливи на 1 кг деталей. Бак має бути об'ємом – 160...320 л. Такий об'єм оливи гарантує протягом 1 години охолодження нагрітих до 800...1000 °С деталей з критичною швидкістю. При недостатній кількості рідини можливе її перегрівання, погіршення охолоджувальної здатності, що призводить до появи браку.

Гартівні баки випускаються прямокутної або циліндричної форми. Їх виготовляють з листової маловуглецевої сталі 4—6 мм завтовшки. Для гартування великих деталей (довжина рульової тяги 1700 мм) використано баки з параметрами 3—4 м. Оскільки охолодна рідина при гартуванні великої кількості деталей швидко нагрівається, то передбачені засоби для її охолодження. З цією метою між стінками бака укладені змійовики.

За конструкцією гартівний бак складається з бака, кошиків, механізму підйому кошика і нагрівачів (рис.3.17). Вироби при термообробці потрапляють з кошика за допомогою передавального візка в кошик гартувального бака.

Особливості конструкції:

- підігрів гартівної рідини (ТЕНи);
- система перемішування гартівної рідини;
- виключення “парової сорочки”;
- охолодження гартівного середовища;

									Арк.
									64
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ДРМТВАТАМ 23 20096. 000 ПЗ				

- система регулювання температури в баку (шафа керування).



Рисунок 3.17 - Загальний вигляд бака для охолодження деталей при гартуванні

3.3.3. Допоміжне обладнання

Обладнання для очистки деталей після термічної обробки

В якості допоміжного обладнання на ділянці термічної обробки передбачені вантажопідйомні механізми (мостовий кран моделі ItecoKran - 105) , пристрої для охолодження гартівних рідин і теплового контролю, прилади контролю якості виробів тощо. На ділянці контролю розташований твердомір.

Заготовки, в яких передбачений припуск на механічну обробку (поковки, виливки) після термічної обробки піддають хімічному травленню у водних розчинах сірчаної кислоти (8...12%) при температурі 40...80 °С або у водяних розчинах соляної кислоти (10...20 %) при температурі 30...60 °С. Після травлення вироби промивають у холодній або підігрітій воді чи піддають нейтралізації в гарячому лужному розчині з наступним промиванням.

Для хімічного травлення виробів використовують травильні машини з підйомно-поворотним краном, що має чотири горизонтальних балки-

					ДРМТВАТАМ 23 20096. 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		65

коромисла. За допомогою плунжера кран може піднімати і опускати кошики з деталями, а в піднятому положенні він може повертати їх у горизонтальній площині на 90°. Під краном розміщені три баки з травильним розчином, гарячою та холодною водою. Під четвертою балкою знаходиться розвантажувально-завантажувальний майданчик. Послідовно переміщуючись із бака в бак, деталі піддаються травленню і промиванню.

Обладнання для правки деталей.

Устаткування для правки деталей. Під час термічної обробки поверхні деталей, внаслідок термічних і структурних напруг, що виникають в металах, стають жолобчастими. Щоб ліквідувати це, в кожному термічному цеху є різні за конструкцією преси для правки деталей. Деталі з діаметром до 10 мм правлять на ручних рейкових пресах з робочим тиском до 5 тс. Для правки деталі з діаметром від 10 до 30 мм застосовують ручні гвинтові преси з робочим тиском від 2 до 25 тс. У масовому виробництві деталей широко користуються механічними і гідравлічними пресами. Потужність таких пресів становить: для деталей з діаметром до 30 мм — до 8 тс; з діаметром 30—50 мм — до 12 тс; з діаметром 50—70 мм — до 35 тс. Для очищення виробів після термічної обробки від солей, масла і бруду застосовують спеціальні очисні споруди (лужні ванни). Ці ванни можуть бути у вигляді мийних машин в масовому виробництві або у вигляді баків для мийки при індивідуальному виробництві з невеликою продуктивністю. Очищення деталей від окалини здійснюють у дробо- і гідропіскоструминних апаратах, а також у травильних ваннах. Тепер широко впроваджується очищення від окалини ультразвуком.

					<i>ДРМТВАТАМ 23 20096. 000 ПЗ</i>	<i>Арк.</i>
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		66

РОЗДІЛ 4. РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ТЕРМІЧНОЇ ОБРОБКИ РУЛЬОВОЇ ТЯГИ

4.1. Попередня термічна обробка заготовок

Тяга рульового керування належить до деталей, які за умовами роботи переважно піддаються деформації. Термічна обробка отриманих поковок рульової тяги складається з попередньої та заключної.

Потреба в проведенні термічної обробки поковок, отриманих методом гарячої пластичної деформації, визначається наявністю залишкових напружень, а також можливими структурними змінами, наприклад, великим зерном при перегріванні. Леговані сталі після охолодження від кувального нагрівання можуть мати підвищену твердість, тому після кування заготовки рульових тяг піддають попередній термічній обробці з метою забезпечення підвищеної оброблюваності різанням, отримання рівноважної структури, максимального зняття внутрішніх напружень, що утворилися в процесі виготовлення виробу. Враховуючи, що сталь легована проводити нормалізацію не доцільно, так як це може сприяти формуванню структур з підвищеною твердістю, що погіршує оброблюваність різанням. Для максимального зняття напружень, що виникли під час кування, одержання однорідної рівноважної структури, призначаємо відпал, режим відпалу (рис.4.1)

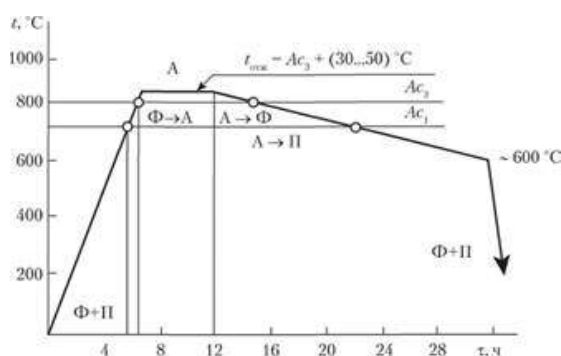


Рисунок 4.1 Режим відпалу поковок

						ДРМТВАТАМ 23 20096. 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			67

Поковки із сталі 30ХРА нагріваєм до температури 860°C, що забезпечує утворення аустеніту, витримку при цій температури для завершення фазових перетворень призначаєм за [12], розраховуючи згідно рекомендацій : 1 хв. на 1 мм товщини деталі.

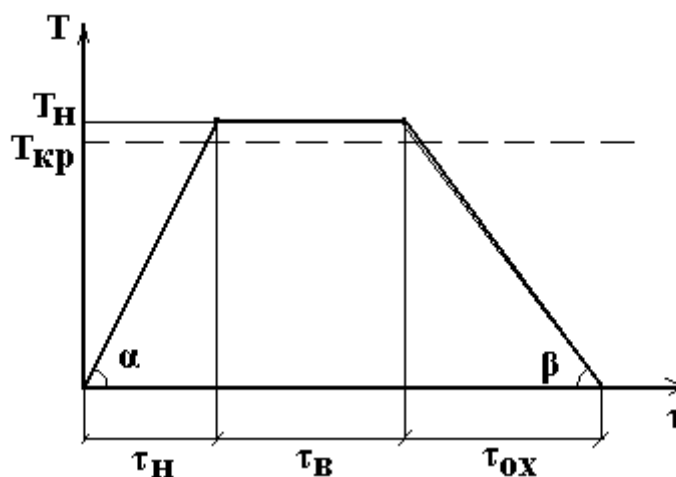


Рисунок. 4.2 - Режим термічної обробки:

t_n – оптимальна температура нагрівання, τ_n – час нагрівання до заданої температури, τ_v – час витримки при цій температурі, $\tau_{охол.}$ – час охолодження,

$$\tau_{заги} = \tau_n + \tau_v + \tau_{охол.}$$

Час нагрівання залежить від конструкцій нагріваючого пристрою та форми виробу. Приблизно його можна визначити за формулою:

$$\tau_n = 0,1 D_1 K_1 K_2 K_3, \quad (4.1)$$

де D_1 – мінімальний розмір максимального перерізу виробу (для пластини це її товщина);

K_1 – коефіцієнт середовища, (при нагріванні в середовищі повітря $K_1 = 2$, в розплаві солей $K_1 = 1$, в розплаві металу $K_1 = 0,5$);

K_2 – коефіцієнт форми (для кулі – 1, циліндра – 2, паралелепіпеда – 2.5, пластини - 4);

K_3 – коефіцієнт рівномірності нагрівання, (всебічний – 1, односторонній – 4).

Час витримки (τ_v) приймають 1 хвилину для вуглецевих і 2 хвилини для

											Арк.
											68
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ДРМТВАТАМ 23 20096. 000 ПЗ						

легованих сталей (рис.4.2).

При нагріванні рекомендовані такі норми часу: в електричних та полумених печах –1 хв. на 1 мм перерізу виробу. Час нагрівання виробів з легової сталі збільшують на 25%.

Товщина тяги сягає 90 мм тому загальний час нагрівання згідно рекомендацій буде складати - 115 хв., після витримки протягом 2 хвилин, охолодження поковок разом з піччю.

Відпал проводимо, щоб запобігти утворенню структур з підвищеною твердістю, для зняття напружень і одержання однорідної структури. В тому разі, коли напруження зняті недостатньо повно, при наступному гартуванні підвищується ймовірність короблення виробів.

Після відпалу проводиться очистка заготовок від окалини. Для очистки вибираєм: дробометну машину.

4.2. Кінцева термічна обробка рульової тяги

Після відпалу та очистки поковки підлягають механічній обробці на токарних та фрезерних верстатах. Готові деталі піддають кінцеві термічній обробці – *гартуванню та відпуску*.

Температурний режим для гартування деталі: нагрівання до температури 880 °С, загальний час нагрівання розраховуєм по [12], він складає 115 -120 хвилин, охолодження в оливі.

Нагрівання деталей до 880°C забезпечує формування структури дрібнозернистого аустеніту.

Хром, що присутній в сталі, зменшує схильність аустенітного зерна до збільшення, а також підвищує прогартовуваність сталі, так як зменшує критичну швидкість охолодження збільшенням стійкості переохолодженого аустеніту.

						ДРМТВАТАМ 23 20096. 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			69

Бор, знаходиться в сталі в кількості тисячних відсотків (від 0,002 до 0,006%). Він належить до тих елементів, які в кількості сотих і тисячних відсотків в складі сталі дуже ефективно впливають на прогартовуваність. Бор знаходиться в аустеніті, концентруючись переважно в тонких прикордонних шарах зерна аустеніту, зменшує швидкість зародження центрів кристалізації перліту. Зародки перліту переважно утворюються по границям аустенітних зерен.

Присутність хрому в сталі 30ХРА в кількості 1, 0 – 1,30 % не суттєво знижує точку M_p – температуру початку мартенситного перетворення, що є позитивним, так як кількість залишкового аустеніту збільшується незначно. При гартуванні сталь охолоджуємо у оливі. Такий режим проведення гартування забезпечує формуванню структури дрібногочагатого мартенситу гартування. Кількість залишкового аустеніту не більше 2 -3 %. Така кількість Азал. практично не впливає на твердість сталі після гартування. Твердість рульової тяги після гартування – HRC 52. Структура сталі мартенсит.

Мартенсит – є метастабільною фазою, що зумовлене його будовою та механізмом утворення. Мартенсит є упорядкованим пересиченим твердим розчином вуглецю в α - залізі. Мартенситне перетворення здійснюється шляхом зсуву атомних площин в кристалічній решітці і не супроводжується зміною складу твердого розчину. Тому твердість мартенситу значно збільшується порівняно з феритом та аустенітом.

В мартенситі сталі 30ХРА – вміст вуглецю -0,3% . Атоми вуглецю займають октаедричні пори в решітці α – заліза і сильно її спотворює.

Мартенсит має тетрагональну решітку, де один параметр (період решітки) - «с» більше другого - «а».

Мартенсит сталі 30ХРА, який містить 0,35% вуглецю має низький опір зародженню тріщин і низькі значення в'язкості руйнування.

					ДРМТВАТАМ 23 20096. 000 ПЗ	Арк.
						70
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Рульова тяга повинна мати достатню міцність, твердість, підвищені значення ударної в'язкості. Загартована сталь такими властивостями не володіє. Для забезпечення заданих експлуатаційних властивостей рульові тяги після гартування піддають високому відпуску. Вибираємо температуру відпуску – 520°C.

Відпуск загартованих деталей проводимо при температурі 520°C з витримкою 1 година.

Температура відпуску вибрана такою високою з метою одержання структури сорбіту відпуску, який суттєво підвищує ударну в'язкість сталі.

Під час високого відпуску відбуваються розпад мартенситу на ферито-цементитну суміш, що впливає на всі властивості сталі. Високий відпуск при 520 °C зменшує твердість сталі, тимчасовий опір руйнуванню, межу текучості і суттєво підвищує характеристики пластичності та тріщиностійкості.

Сталь 30ХРА після гартування та високого відпуску буде мати властивості, наведені в табл.3.2. Твердість сталі після відпуску HRC 28 -29, що відповідає твердості за Брінеллем HB 269 -277.

Хром сильно не впливає на знеміцнення під час відпуску, проте він підвищує схильність сталі до відпускнуї крихкості, тому охолодження при проведенні відпуску здійснюємо в оліві (рис.4.3). Охолодження в оліві гальмує виділення з мартенситу карбідів хрому, не допускає прояву відпускнуї крихкості.

Після гартування сталь має структуру дрібноголчатого мартенситу (рис 4.4, а), а після високого відпуску – сорбіт відпуску (рис.4.4, б). Така структура забезпечує необхідні механічні властивості виробам із сталі 30ХРА: міцність до 1570 МПа, ударну в'язкість до 49 Дж/см². твердість HB 269, що є достатнім для умов роботи рульової тяги.

						ДРМТВАТАМ 23 20096. 000 ПЗ	Арк.
							71
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			

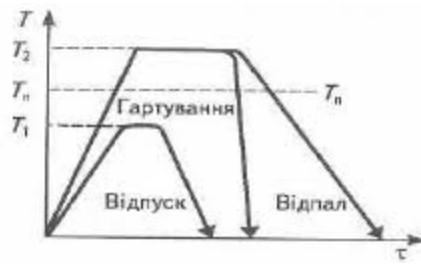
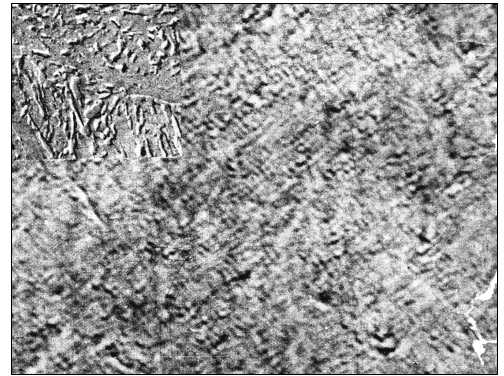


Рисунок 4.3 - Режими термічної обробки рульових тяг



Мартенсит загартованої сталі

а)



Сорбіт відпуску

б)

Рисунок 4.4 - Мікроструктура рульової тяги після термічної обробки:

а) після гартування;

б) після відпуску.

Висновки. Запропонований режим термічної обробки: гартування і високий відпуск забезпечить формування заданих експлуатаційних властивостей деталям «рульова тяга».

4.3. Рекомендації при заміні несправної рульової тяги

Розбирання та складання рульового механізму

Під час ремонту рульового механізму для заміни рульової тяги операції розбирання та складання виконуються в такій послідовності.

					ДРМТВАТАМ 23 20096. 000 ПЗ	Арк.
						72
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1. Від'єднати мінусову клему акумуляторної батареї, щоб при роботі з рульовим колесом випадково не ввімкнути звуковий сигнал.
2. Торцевим ключем «на 24» відкрутити гайку кріплення керма.
3. Зняти рульове колесо.
4. Рульове колесо встановити на вал тільки в одному положенні. На верхній шліцьовій частині рульового валу є здвоєні виступи, а в шліцьовому отворі маточини рульового колеса - подвоєний паз.
5. Знизу автомобіля торцевим ключем «на 13» відкрутити болт для стягнення муфти на нижньому кінці рульового валу.
6. У салоні під педальним вузлом відігнути килимок і теплоізоляцію, хрестоподібною викруткою відкрутити три гвинта-саморіза кріплення ущільнення рульового валу.
7. Зрушити його вгору по валу.
8. Торцевим ключем «на 10» відкрутити два зрізних болта кріплення кронштейна рульового валу.
9. Торцевим ключем «на 10» відкрутити дві гайки кріплення кронштейна керма.
10. Зняти кронштейн керма разом з рульовим валом.
11. Ключем "на 10» послабити затягування муфти і, повернувши ключ запалення в положення «0» або «I» (щоб відключити блокування валу), вийняти вал з кронштейна.
12. На валу профрезеровано паз для запірною стержня протиугінного пристрою.
13. Конструкція кронштейна дозволяє компенсувати неспіввісність валу черв'яка і рульового вала у вертикальній площині.
14. Шліцьове з'єднання валу рульового управління має здвоєні западини.
15. На валу черв'яка є здвоєні виступи.

					<i>ДРМТВАТАМ 23 20096. 000 ПЗ</i>	<i>Арк.</i>
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		<i>73</i>

16. Двома ключами «на 17» відкрутити три гайки кріплення рульового механізму на лівому лонжероні кузова.

17. Вийняти рульовий механізм разом з болтами кріплення і регулювальними шайбами.

18. Ключем "на 30» відвернути гайку кріплення сошки.

19. Спеціальним знімачем стягнути сошку з валу.

20. Поставити вал сошки на дерев'яний брусок. Важким молотком (кувалдою) тиснути вниз на один упор сошки, а по другому різко вдарити іншим молотком.

21. Сошку встановити на вал тільки в одному положенні: у її шліцьовому з'єднанні є здвоєні западини, а на валу - здвоєні виступи.

22. Складання деталей рульового механізму виконувати в зворотній послідовності до розбирання.

4.4. Рекомендації при заміні несправної рульової тяги

Основні етапи розбирання та складання рульового механізму при заміні рульової тяги (рис.4.5).



а) розбирання вузла

						<i>ДРМТВАТАМ 23 20096. 000 ПЗ</i>	Арк.
							74
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			



б) заміна деталі



в) рульова тяга замінена.

Рисунок 4.5 – Основні етапи заміни несправної рульової тяги.

Рекомендації

- виконувати підбір за VIN-кодом або обов'язково за маркою, моделлю, роком випуску і комплектацією авто;
- номери нової та старої деталі по каталогу повинні збігатися;
- рекомендовано міняти відразу обидві кермові тяги, оскільки, якщо одна вийшла з ладу, то незабаром буде потрібно замінити й другу;
- міняти тяги потрібно відповідно до інструкції по заміні рульових тяг;
- діагностику, заміну і регулювання краще здійснювати на спеціалізованому СТО;

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ДРМТВАТАМ 23 20096. 000 ПЗ

Арк.

75

- після заміни обов'язково перевірити та за необхідністю відрегулювати розвал / сходження коліс.

					ДРМТВАТАМ 23 20096. 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		76

Висновки по роботі

1. Рульові тяги є деталями, що за складністю форми та розмірів належать до деталей 1-3 групи складності. Виготовлення їх не вимагає складного інструменту та обладнання. Тяги можуть бути виготовлені на горизонтально-кувальній машині за один робочий хід машини.

2. Заготовки (кованки) рульових тяг потрібно піддавати попередній термічній обробці.

3. Готові рульові тяги для формування заданих механічних властивостей потрібно піддавати кінцевій термічній обробці: гартуванню від температури 8 та високому відпуску (Режими процесів представлені у роботі).

Формування структури сорбіту відпуску забезпечить високі експлуатаційні властивості деталям «рульова тяга».

					<i>ДРМТВАТАМ 23 20096. 000 ПЗ</i>	<i>Арк.</i>
						77
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

Список використаної літератури

1. Гнітько С. М., Бучинський М. Я., Попов С. В., Чернявський Ю. А. Технологічні машини: підручник для студентів спеціальностей механічної інженерії закладів вищої освіти. — Харків: НТМТ, 2020. — 258 с.
2. Бучинський М. Я., Горик О. В., Чернявський А. М., Яхін С. В. Основи творення машин / [За редакцією О. В. Горика, доктора технічних наук, професора, заслуженого працівника народної освіти України]. — Харків: Вид-во «НТМТ», 2017. — 448 с.: 52 іл. ISBN 978-966-2989-39-7
3. Коваленко В. М. К56 Діагностика і технологія ремонту автомобілів: підруч. / В. М. Коваленко, В. К. Щуріхін. — Київ : Літера ЛТД, 2017. — 224 с. ISBN 978-9
4. В.І. Кальченко, В.В. Кальченко, В.І. Венжега К 17 Відновлення деталей автомобілів: Навчальний посібник.— Чернігів: ЧНТУ, 2013. – 192с.; іл. ISBN 966-311-003-1
5. Соколов Л. М., Алієв І. С., Марков О. Є., Алієва Л. І. Технологія кування. Краматорськ, 2010;
6. Оброблення металів тиском / О. С. Аніщенко // Енциклопедія Сучасної України [Електронний ресурс] / Редкол.: І. М. Дзюба, А. І. Жуковський, М. Г. Железняк [та ін.] ; НАН України, НТШ. – К. : Інститут енциклопедичних досліджень НАН України, 2022. – Режим доступу : <https://esu.com.ua/article-74673>
7. Афтандіянц Є.Г., Зазимко О.В., Лопатько К.Г. Матеріалознавство: Підручник Херсон: Олді Плюс, 2013.- с. 548.
8. Матеріалознавство і технологія конструкційних матеріалів: Підручник (Гриф надано Міністерством освіти і науки України, лист №1/11-9794 від 10.06.2013р.) /Опальчук А.С., Афтандіянц Є.Г., Роговський Л.Л., Семеновський О.Є //Ніжин, ПП Лисенко М.М, 2013.- с 752.

					<i>ДРМТВАТАМ 23 20096. 000 ПЗ</i>	Арк. 78
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

9. Головня В.Д. Деталі машин : конспект лекцій / В.Д. Головня. – Житомир : ЖДТУ, 2016. – 97 с.

10. Інженерне матеріалознавство : підруч. для студентів ВНЗ / О. М. Дубовий, Ю. О. Казимиренко, Н. Ю. Лебедева та ін.; Нац. ун-т кораблебудув. ім. адмірала Макарова. – Миколаїв : НУК, 2009. – 444 с.

11. Солнцев Ю.П. Спеціальні конструкційні матеріали [Текст]: Підручник для вищих навчальних закладів / Ю.П. Солнцев, С.Б. Беліков, І.П. Волчок, С.П. Шейко. – Запоріжжя: «ВАЛПІС-ПОЛІГРАФ», 2010. – 536 с.

12. Матеріалознавство [Текст]: підручник / [Дяченко С. С., Дощечкіна І. В., Мовлян А. О., Плешаков Е. І.] ; ред. С. С. Дяченко ; Харківський нац. автомобільно-дорожній ун-т. — Х. : ХНАДУ, 2007. — 440 с. — ISBN 978-966-303-133-0

13. Куцова В.З., Ковзель М.А., Носко О.А. Леговані сталі та сплави з особливими властивостями - підручник для студентів вищих навчальних закладів / В.З. Куцова, , М.А. Ковзель , О.А. Носко. - Дніпропетровськ: НМетАУ - 2008 . 349 с

14. Інженерне матеріалознавство: Підручник / О. М. Дубовий, Ю. О. Казимиренко, Н.Ю. Лебедева, С.М. Самохін. - Миколаїв: НУК, 2009.-444 с.

15. Будник А. Ф. Типове обладнання термічних цехів та дільниць: Навчальний посібник.] — Суми: Вид-во СумДУ, 2008. — 212 с. — ISBN 978-966-657-185-7

16. Матеріалознавство: підруч. для студентів ВНЗ / Т. М. Мещерякова, Р. А. Яцюк, О. А. Кузін, М. О. Кузін ; М-во освіти і науки України, Нац. ун-т «Львів. політехніка», Дніпропетр. нац. ун-т залізн. трансп. ім. акад. В. Лазаряна. — Дрогобич: Коло, 2015. — 400 с. : іл. — Бібліогр.: с. 395—397 (40 назв). — ISBN 978-617-642-102-3

17. Термічна обробка зварних з'єднань : конспект лекцій для студентів спец. «Технологія відновлення та підвищення зносостійкості деталей машин» / О. С. Дробот, О. П. Бабак. – Хмельницький : ХНУ, 2002. – 38 с.

					ДРМТВАТАМ 23 20096. 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		79

18. Конструкційні матеріали / О. М. Корнієнко // Енциклопедія Сучасної України [Електронний ресурс] / Редкол.: І. М. Дзюба, А. І. Жуковський, М. Г. Железняк [та ін.] ; НАН України, НТШ. – К. : Інститут енциклопедичних досліджень НАН України, 2014. – Режим доступу : <https://esu.com.ua/article-5018>

19. Ibrahim A. Badiru, John T. Zuzelski and Scott R. Kloess. "Methods and systems for steering system integrity testing", U. S. Patent 9776657B1, 10.03.2017.

20. 80122 Febi Bilstein, Німеччина.

21. Патент US 3823485.

22. ГОСТ 28033-89 "Сталь. Метод рентгенофлюоресцентного аналізу".

23. Твердість // Термінологічний словник-довідник з будівництва та архітектури / Р. А. Шмиг, В. М. Боярчук, І. М. Добрянський, В. М. Барабаш ; за заг. ред. Р. А. Шмига. — Львів, 2010. — С. 186. — ISBN 978-966-7407-83-4

24. ДСТУ ISO 6506-1:2007 (ISO 6506-1:2005, IDT) Матеріали металеві. Визначення твердості за Брінелем. Частина 1. Метод випробування.

25. ДСТУ 8967- 2019 Сталь. Методи визначення глибини знеуглецьованого шару.

26. ДСТУ 8975-2019 Сталь. Метод випробувань і оцінки макроструктури.

27. ДСТУ EN 10045- 1 : 2006. Випробування на ударний вигин за Шарпі.

28. ДСТУ ISO 6506-1:2007 Матеріали металеві. Визначення твердості за Брінеллем. Частина 1. Метод випробування (ISO 6506-1:2005, IDT)

29. ДСТУ ISO 6508-1:2013 Металеві матеріали. Визначення твердості за Роквеллом. Частина 1. Метод випробування (шкали А, В, С, D, E, F, G, H, K, N, T) (ISO 6508-1:2005, IDT).

30. ДСТУ ISO 6507-1:2007 Матеріали металеві. Визначення твердості за Вікерсом. Частина 1. Метод випробування (ISO 6507-1:2005, IDT)

						<i>ДРМТВАТАМ 23 20096. 000 ПЗ</i>	Арк. 80
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			

31. ДСТУ 3649:2010 «Колісні транспортні засоби. Вимоги щодо безпечності технічного стану та методи контролювання» Міністерство інфраструктури України наказ 26.11.2012 № 710 Про затвердження Вимог до перевірки конструкції та технічного стану колісного транспортного засобу, методів такої перевірки. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z2169-12#Text>.

32. ДСТУ 7806:2015 «Прокат із легованої конструкційної сталі. Технічні умови».

33. ГОСТ 22536.1-88 "Сталь вуглецева і чавун нелегований. Методи визначення загального вуглецю і графіту»

34. Дробот О.С. Макро - і мікроструктура металів та сплавів / О.С.Дробот, О.П. Бабак, О.О. Нікітін.

					<i>ДРМТВАТАМ 23 20096. 000 ПЗ</i>	Арк.
						81
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Додатки

					ДРМТВАТАМ 23 20096. 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		82

1. Вимоги до рульового керування

Рульове керування повинне задовольняти наступним вимогам:

- мати мінімальний радіус повороту для високої маневреності автомобіля;
- легкість керування автомобілем;
- пропорційність між зусиллям на рульовому колесі і опором повороту керованих коліс;
- відповідність між кутами повороту рульового колеса і керованих коліс;
- мінімальну передачу поштовхів і ударів на рульове колесо від дорожніх нерівностей;
- запобігання автоколивань керованих коліс навколо осей повороту;
- мінімальний вплив на стабілізацію керованих коліс;
- травмобезпека, що виключає травмування водія при зіткненнях автомобіля.

Необхідно підтримувати таке співвідношення між кутами повороту коліс, при якому кочення всіх коліс автомобіля не супроводжується їх бічним ковзанням; забезпечувати узгодженість в кінематичному і силовому відношенні між поворотом рульового і керованих коліс; створювати умови для забезпечення легкості керування, високої маневреності автомобіля.

Для забезпечення вимог призначена рульова трапеція, що є частиною рульового привода; друга вимога стосується рульового керування з підсилювачем і забезпечується підсилювачем, що має відслідковує дію. Легкість керування забезпечується вибором раціональних значень кінематичного та силового передатних чисел і ККД рульового керування.

						<i>ДРМТВАТАМ 23 20096. 000 ПЗ</i>	<i>Арк.</i>
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>			83

2. Підтримка безпечного рівня рульового управління

Забезпечення необхідного технічного стану вирішуються в комплексі для всього автомобіля і залежать від техніко-економічних і структурних можливостей підприємства.

На підставі аналізу статистики встановлено, що найбільше з усіх наведених чинників впливають: швидкість руху автомобіля, радіус кривизни дороги в плані, роз'єднання елементів кріплення деталей рульового управління, і, зокрема, сошки рульового валу. Значна кількість ДТП пов'язана з низьким рівнем майстерності (класу) водія, недостатньою шириною проїжджої частини, частки погіршенням характеристик мікропрофілю дороги, зносом деталей передавальної пари, відмовою гідропідсилювача в процесі роботи.

Для нейтралізації впливу негативних внутрішніх факторів рульового керування необхідно вивчити основні ознаки типових несправностей елементів рульового механізму або приводу, способи їх виявлення і усунення. Основними ознаками наявності несправностей в рульовому керуванні автомобіля можуть бути: збільшений вільний хід рульового колеса, стукіт в передній частині автомобіля, "виляння" передніх коліс, підвищена вібрація рульової колонки, туге обертання рульового механізму, заїдання в ньому, недостатній або надмірний поворот керованих коліс в один бік, розходження передніх коліс, теча мастила з картера тощо.

При наявності тієї або іншої ознаки можна визначити найбільш характерні причини виникнення несправності або відмови і методом виключення "дістатися" саме до того вузла або з'єднання, який і спричинює небажаний ефект. Наприклад, збільшений вільний хід рульового колеса може бути спричинений: збільшенням зазорів у шарнірних з'єднаннях рульової тяги і передньої підвіски; порушенням регулювання бокового зазору в зачепленні черв'ячної пари унаслідок зносу деталей; ослабленням кріплення рульової сошки на валу; зносом втулок валу сошки; ослабленням кріплення

						ДРМТВАТАМ 23 20096. 000 ПЗ	Арк.
							84
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			

дорожніх умов, і до неправильного поводження з нею водія. Так, наприклад, тривалі або пікові перевантаження, пов'язані з їздою по несприятливих дорогах, можуть "розхитати" з'єднання рульової колонки і картера, кріплення поворотних важелів до цапф тощо, і виявитися ці наслідки можуть несподівано в найвідповідальніший момент. Тому, окрім усунення несправностей, безпосередньо пов'язаних з технічним станом автомобіля, яке здійснюють шляхом відповідних регулювань, підтяжки кріплень і заміни зношених (пошкоджених) деталей, необхідно дотримуватися основних правил водіння і вибирати обережний режим руху автомобіля на дорогах із зниженими характеристиками мікропрофілю і зчеплення.

Поєднання сумісної дії різних експлуатаційних чинників системи автомобіль-водій-дорога може призвести до втрати автомобілем заданого напрямку руху (керованості). Особливе значення мають умови взаємодії шини автомобіля з дорогою. Унаслідок того, що шина має значну еластичність у боковому напрямі, під дією бокової сили відбувається її деформація, і колесо автомобіля котиться під деяким кутом до площини, що проходить через його вісь (явище бокового ведення шин). Під час руху автомобіля на повороті це явище може призвести до бокового ведення всього автомобіля. Залежно від співвідношення кутів ведення (кут, на який змінюється напрям руху колеса під дією бокової сили) колеса задньої та передньої осей автомобіля можуть бути із надмірною або з недостатньою обертальністю. Автомобілі, що мають надмірну обертальність кут ведення шин задньої осі більше кута ведення шин передньої осі і тому на повороті ці автомобілі прагнуть зробити рух по колу менший того, який відповідає положенню керованих коліс. Водіям таких автомобілів слід враховувати, що при русі цього автомобіля по прямій на критичній швидкості досить навіть невеликої бокової сили (можливо, сили вітру), щоб порушити прямолінійність руху і "втратити" дорогу. Тому необхідно за допомогою утримання рульового колеса стабілізувати положення керованих коліс.

						<i>ДРМТВАТАМ 23 20096. 000 ПЗ</i>	<i>Арк.</i>
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>			86

Унаслідок того, що в автомобілів із недостатньою обертальністю коліс кут ведення передніх шин більше кута ведення задніх, при русі на повороті ці автомобілі прагнуть рухатися по більшому колу, а на прямій при дії зовнішнього бокового навантаження, яке сприяє відхиленню автомобіля, сила інерції сама створює стабілізуючий момент, який сприяє поверненню його в початкове положення.

Крім того, неоднорідність зчеплення коліс автомобіля з полотном дороги, поворот із перевищеною швидкістю, різка дія на рульове колесо можуть за рахунок перерозподілу бокових реакцій створити повертаючий момент на колесах автомобіля, що діє у бік більшої сили і прагне спричинити бокове занесення. У зв'язку з цим необхідно, по-перше, прогнозувати при русі можливість виникнення такого занесення, враховуючи конкретні дорожні умови, можуть з урахуванням технічного стану даного автомобіля вплинути на зміну траєкторії руху. Наприклад, якщо відомо, що знос шин коліс правої сторони автомобіля більший, ніж лівої, і може спричинити зсув або розворот автомобіля вліво, то необхідно уникати руху автомобіля по ділянці дороги, на якому зчеплення полотна дороги з лівими колесами автомобіля перевищує зчеплення з правими, і, навпаки, рух на ділянці з протилежним розподілом зчеплення стабілізує траєкторію. І, по-друге, з аналогічних міркувань якщо занесення вже почалося, то виходу сприяє поворот рульового колеса у напрямі занесення.

					ДРМТВАТАМ 23 20096. 000 ПЗ	Арк.
						87
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Хмельницький національний університет
Факультет інженерії, транспорту та архітектури
Кафедра трибології, автомобілів та матеріалознавства

Галузь знань 13 – Механічна інженерія
Спеціальність - 132 – Матеріалознавство
Рівень вищої освіти – Перший бакалаврський
Освітньо-професійна програма – Матеріалознавство

**«Розробка технологічного процесу
зміцнення деталей
рульового керування автомобіля»**

- Виконав студент 4 курсу , група МТВА 19 -1 Андрій ВАСИЛИШИН

Цілі та задачі бакалаврської роботи

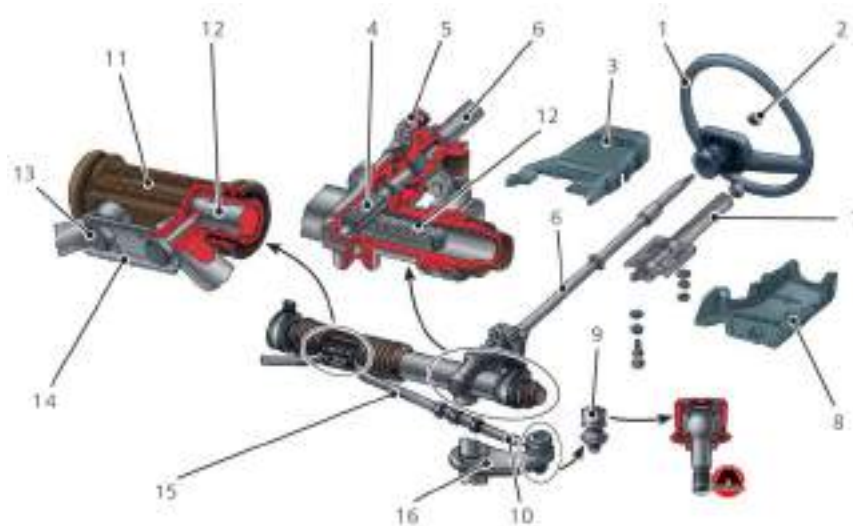
Ціль роботи - вибір матеріалу, технології виготовлення заготовки, розробка режиму термічної обробки деталі «рульова тяга» для забезпечення високої міцності, утомної міцності та зносостійкості.

Завдання, поставлені в роботі:

Проаналізувати умови роботи деталі, провести аналіз літературних джерел, раціонально вибрати марку сталі для виготовлення деталі, розробити технологічний процес термічної обробки, режими гартування та відпуску деталі. Провести металографічні дослідження зразків, оброблених за розробленою технологією.

Призначення рульового керування та його будова

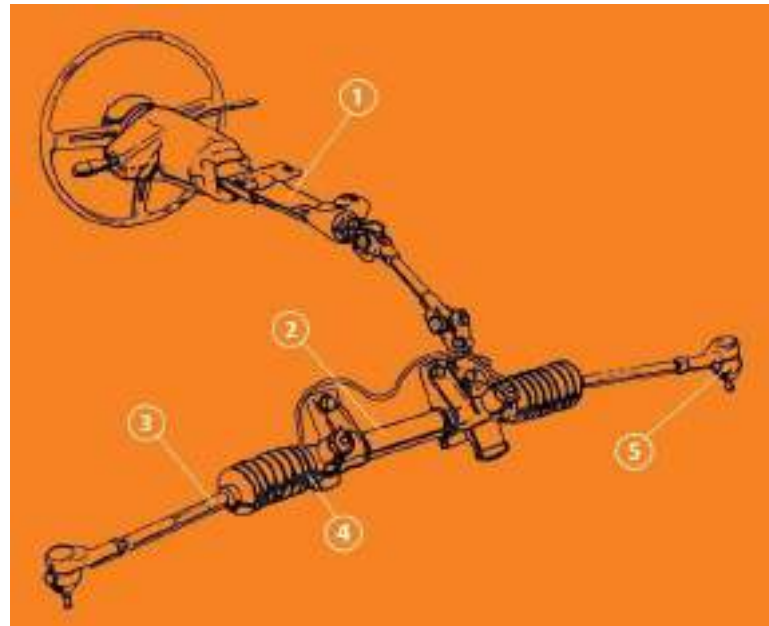
Для зміни напрямку руху колісного трактора або автомобіля (машини) за допомогою повороту керованих коліс, осей, зчленованих ланок, а також – регулюванням величини і напрямку кутових швидкостей коліс за їх постійного взаємного розміщення.



1- Рульове колесо; 2 - гайка кріплення рульового колеса; 3 - верхній кожух рульової колонки; 4 - - шестерня рульового редуктора; 5 - фланець рульового вала; 6 - рульовий вал; 7 - труба рульового вала; 8 - кульовий шарнір; 9 - наконечник рульової тяги; 10 - пилловловлювач; 11 - рейка рульового редуктора; 12 - болт кріплення рульової тяги; 13 - болт кріплення рульової тяги; 14 - стопорна пластина; 15 - рульова тяга; 16 - поворотний важіль передньої стійки.

Основні елементи та принцип дії механізму рульового керування

Складові рульового механізму



Основними елементами рульового механізму є 1- рульова колонка; 2 – рульова рейка; 3 - рульова тяга; 4 пилувловлювач рульової рейки; 5 – рульовий наконечник.

Рульові тяги : призначення та види

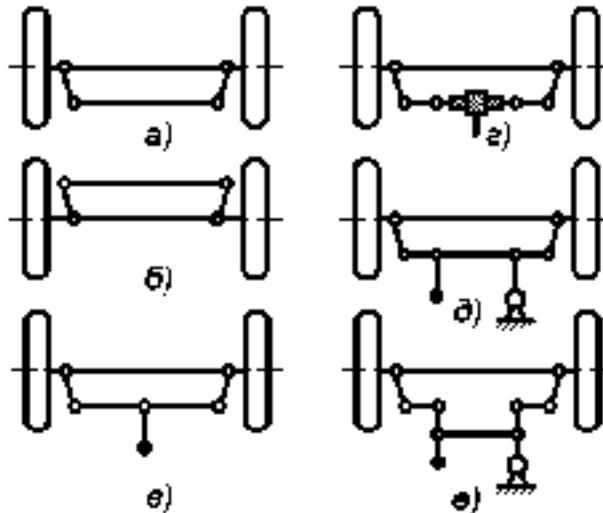
Рульова тяга перетворює фізичний вплив людини на кермо, в оберти колеса.



Будова рульового приводу

Трапеція забезпечує поворот цапф напрямних коліс на різні кути, чим створюються умови кочення коліс без проковзування

Рульовий привод — це набір тяг і шарнірів, що зв'язують і передають рух від рульового механізму до поворотних кулаків керованих коліс. Тяги рульового приводу називають рульовою трапецією.



Види рульових трапецій

а– задня трапеція б – передня трапеція, в – е – задні трапеції незалежних підвісок з різним числом шарнірів.

Схеми рульових приводів з різним числом рульових тяг

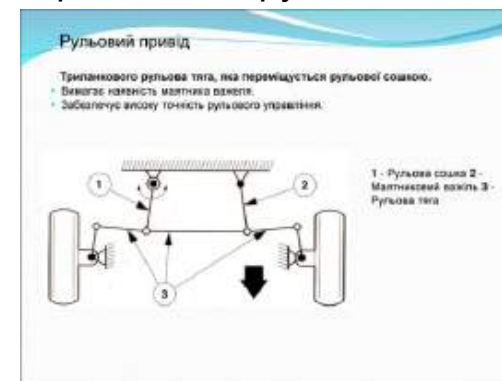
Рульовий привід може складатися з єдиної рульової тяги



дволанкової рульової тяги



триланкової рульової тяги



Умови роботи, аналіз дефектів

Основними деталями, які виходять з ладу в рульовому механізмі – це рульові тяги, рульові рейки, рульові наконечники і колонки. Тяги не піддаються швидкому зношуванню, а переважно виходять з ладу внаслідок деформації, або руйнування.

- постійне відхилення в бік передніх коліс автомобіля під час руху (виникає внаслідок зносу шарнірів в рульовій тязі);
- дуже швидке зношування протектора шин передніх коліс (причиною може бути пошкодження рульових тяг);
- чути стукіт під час руху автомобіля (виникає внаслідок виникнення зазорів в з'єднаннях рульових тяг).

Види пошкоджень рульових тяг

Внаслідок ударів коліс об перешкоди (каміння, бордюри, сміття) виникає деформація рульових тяг, що змінює геометрію підвіски і рульового приводу в цілому. Корпус тяги викривляється і не виконує в повній мірі свої функції.



Пошкоджена рульова тяга

Вимоги до матеріалів рульових ТЯГ

Характеристика механічних властивостей матеріалів для рульових тяг

Межа міцності σ_B - 900 – 1100 МПа; межа текучості $\sigma_{0,2}$ - 620 - 720 МПа ;

утомна міцність σ_{-1} - 300 – 400 МПа; пластичність - 20 – 22%,
- 45-60 %, ударна в'язкість (КС) 80 - 90 Дж /см².

Марки сталей для виготовлення тяг рульового керування.

АС14ГН, АС19ГН, 30СГ; 33ХСА; 30ХР, 35Х, 35ХРА,
40Х, 30ХНЗА; 30ХНЗМ40Х, 40ХР, 35ХГС, 40ХГР.

З економічних міркувань слід вибрати найдешевшу сталь, яка при даному перерізі виробу забезпечує рівень міцності, зумовлений конструкторськими розрахунками

Опис вибраної сталі.

Для виготовлення рульової тяги автомобіля МЕРСЕДЕС доцільно вибрати леговану сталь марки 30ХРА, яка належить до групи легованих поліпшуваних сталей. Оптимальне поєднання міцності і пластичності досягають після поліпшення (гартування і високого відпуску)

Хімічний склад вибраної сталі.

Марка сталі	Склад сталі, хімічні елементи, %			
	C	Si	Mn	Cr
30ХРА	0,27 – 0,35	0,17 -0,37	0,50 – 0,80	1,0 -1,30

* - Бору в сталі 0,0010%.

Механічні властивості вибраної сталі після поліпшення

Марка сталі	Механічні властивості після термічної обробки				
	0,2 МПа	σ_b , МПа	δ , %	ψ , %	КСУДж/см ²
30ХРА	1275	1570	9	40	49

Методи дослідження

Для визначення вмісту вуглецю в сталі використано аналізатор АН- 7529
Вміст легуючих елементів визначено з допомогою спектроскану.



Аналізатор АН- 7529



Спектроскан

Мікроструктура досліджена на мікроскопі МИМ -7 . Твердість виміряна на твердомірі ТР- 5006.



Мікроскоп МИМ-7



Твердомір ТР-5006

Обладнання для термічної обробки

Гартування та відпуск рульової тяги проводили в камерній електричній печі опору типу СНО.

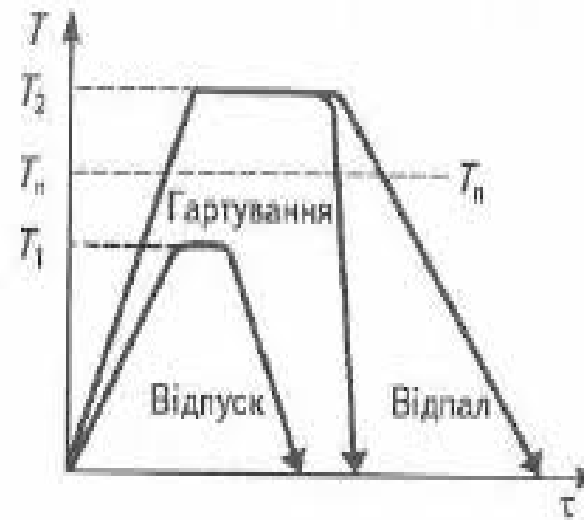
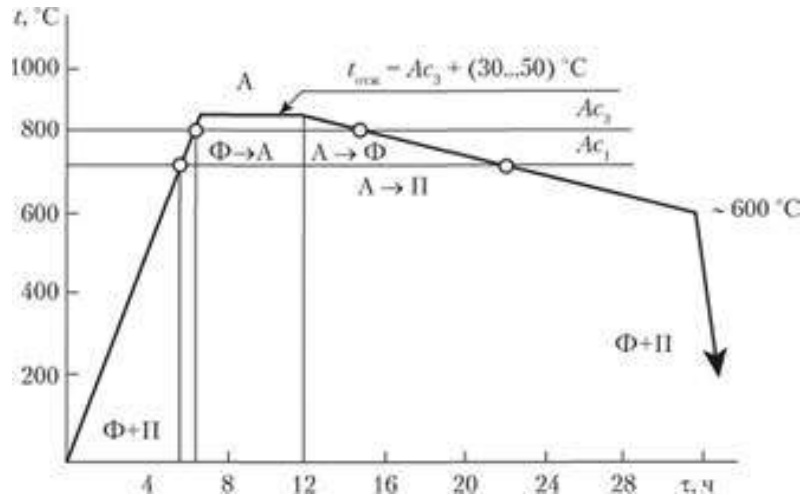
Живлення печі здійснюється від мережі трифазним струмом.

Піч оснащена нагрівальними елементами, виготовленими з ніхрому в вигляді дроту діаметром 7 мм. Робоча температура печі (до 1250°C) регулюється автоматично. Двері піднімаються і опускаються з допомогою електромеханічного приводу.



Загальний вигляд бака для охолодження деталей при гартуванні

Режим термічної обробки рульової тяги



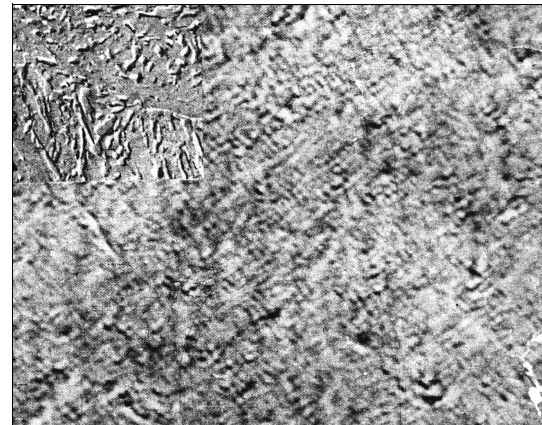
Режими відпалу, гартування та відпуску рульових тяг

Металографічні дослідження

Мікроструктура рульової тяги із сталі 30ХРА після термічної обробки



Мартенсит загартованої сталі



Сорбіт відпуску

Мікроструктура рульової тяги після термічної обробки:
а) після гартування; б) після відпуску.

Висновки по роботі

1. Рульові тяги є деталями, що за складністю форми та розмірів належать до деталей 1-3 групи складності. Виготовлення їх не вимагає складного інструменту та обладнання. Тяги можуть бути виготовлені на горизонтально-кувальній машині за один робочий хід машини.
2. Заготовки (кованки) рульових тяг потрібно піддавати попередній термічній обробці.
3. Готові рульові тяги для формування заданих механічних властивостей – 1200- 1250 МПа, $\sigma_{-9-10\%}$, КСУ – 40 -50 Дж/см² потрібно піддавати кінцевій термічній обробці: гартуванню від температури 880оС та відпуску при 520оС.

-
- Дякую за увагу, доповідь закінчена!