

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 пружини підвіски легкового автомобіля».*

Шифр: ДРМТВАТАМ 23. 19124 ПЗ

Виконав студент 4 курсу, група МТВА 19-1



Іван НЕМЕШ

Керівник роботи к.т.н.



Ольга ДРОБОТ

До захисту допускаю:

Зав.кафедри ТАМ



Олександр ДИХА

17 06

2023 р.

Хмельницький, 2023 р.

Реферат

Бакалаврська робота студента групи МТВА 19 Немеша Івана Михайловича на тему : «*Розробка технологічного процесу зміцнення пружини підвіски легкового автомобіля*» присвячена аналізу роботи пружини підвіски легкового автомобіля і розробці технологічного процесу зміцнення цієї важливої деталі автомобіля.

Обсяг роботи: 68 сторінок, 33 малюнків, 14 таблиць , 18 джерел зі списку літератури, 1 додаток.

У першому розділі зроблено аналіз умов роботи пружини підвіски легкового автомобіля, з'ясовані причини виходу з ладу, описані профілактичні заходи для збільшення строку експлуатації пружини та автомобіля.

У другому розділі описані технічні вимоги на деталь «пружина», методи виготовлення пружин, матеріали, види зміцнення. Зроблено огляд літературних джерел, які описують способи виготовлення пружин, матеріали та методи і режими зміцнювальної обробки сталі для надання пружинам експлуатаційних властивостей.

У третьому розділі представлено обґрунтування вибраної марки сталі для виготовлення пружини підвіски, розроблений технологічний процес термічної обробки, його обґрунтування на основі теоретичних положень та процесів, які відбуваються в сталі при нагріванні та охолодженні, описані режими попередньої та заключної термічної обробки виготовлених пружин, показана схема технологічного процесу виготовлення пружини підвіски, представлені результати досліджень мікроструктури сталі 50ХГФА в стані постачання, після відпалу та загартованої і відпущеної сталі, результати вимірювання твердості. Описані структурні зміни в сталі 50ХГФА під час відпалу, ізотермічного гартування та відпуску. Описане обладнання для термічної обробки та прилади для проведення мікроструктурного аналізу.

Графічні матеріали та результати мікроструктурних досліджень представлені у вигляді слайдів.

Ключові слова : ПІДВІСКА, ПРУЖИНА , МІЦНІСТЬ, ПРУЖНІСТЬ, ВІДПАЛ, ІЗОТЕРМІЧНЕ ГАРТУВАННЯ, БЕЙНІТ, 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 автомобілів»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри ТАМ

проф., д.т.н. Диха О.В.

" 6 " 03 2023 р.

ЗАВДАННЯ
НА ДИПЛОМНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ

Немецу Івану Михайловичу

Прізвище, ім'я по батькові

1. Тема проекту (роботи)

«Розробка технологічного процесу зміцнення пружин підвіски легкового автомобіля».

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

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

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

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

3. Вихідні дані до проекту (роботи): Матеріали практики; робочі креслення досліджуваних деталей; нормативно-технологічна документація по регулюванню вузла тертя; технічні вимоги до пружин підвіски автомобіля; технічні вимоги на матеріали та механічні властивості пружин.

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

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

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	видав

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	10.06.2023

Студент

 Іван Немеш
Підпис

Керівник проекту (роботи)

 Ольга Дробот
Підпис

Вс
1. Аналіз
1.1 А
1.2 А
1.3 А
1.4 П
2. Аналіз лі
2.1 П
2.2
2.2.1
2.3.
2.4
2.4.
2.4.
2.5
2.5
2.6
2.
3. Е
3.1
авто
3.2

Змін	Арх
Розроб.	
Перевір.	
Реценз.	
Н. Контр.	
Затверд.	

ЗМІСТ

Вступ.....	6
1. Аналіз конструкції вузлів автомобіля.....	8
1.1 Аналіз конструкції шасі автомобіля.....	8
1.2 Аналіз конструкції та умов експлуатації підвіски автомобіля.....	9
1.3 Аналіз типів пружин для підвіски.....	12
1.4 Причини виходу з ладу пружин підвіски.....	13
2. Аналіз літературних джерел.....	17
2.1 Призначення пружини підвіски.....	17
2.2 Характеристика пружин для підвіски.....	17
2.2.1 Властивості пружин підвіски.....	18
2.3. Характеристика матеріалів для виготовлення пружин підвіски.....	19
2.4 Термічна обробка дроту для пружин.....	24
2.4.1 Патентування дроту для виготовлення пружин.....	26
2.4.2 Вимоги до прокату для пружин.....	27
2.5 Термічна обробка пружин.....	27
2.5.1 Аналіз технологій гартування.....	28
2.6 Способи підвищення довговічності пружин.....	36
2.7 Технологія виготовлення пружин.....	39
3. Експериментальна частина.....	44
3.1 Вибір марки сталі для виготовлення пружин підвіски легкового автомобіля.....	44
3.2. Розробка маршрутної технології виготовлення пружини.....	46

ДРМТВАТАМ 23.19124.000 ПЗ								
Змн	Арк	№ докум.	Підпис	Дат	Розробка технологічного процесу зміцнення пружини підвіски легкового автомобіля	Літ.	Арк.	Акрюшів
							4	72
						ХНУ група МТВА 19-1		

1. Аналіз конструкції вузлів автомобіля.

1.1. Аналіз конструкції шасі автомобіля.

Згідно визначень з Вікіпедії шасі́ (від фр. châssis — основа, рама), підвóззя, підві́ззя — сукупність агрегатів і вузлів сухопутних транспортних засобів та інших самохідних машин, які необхідні для руху і управління машиною. Сюди входить підвіска, передача (трансмісія), рульове управління, змонтовані на одній базі. Вузли та [агрегати](#) шасі забезпечують [привід](#) від [двигуна](#) на [рушій](#) (рушії) транспортного засобу та відповідають за його керованість на дорозі, [вантажопідйомність](#) та маневреність. Шасі включає всі механізми, які забезпечують рух та керування автомобілем та конструктивно складається із трансмісії (зчеплення, коробка передач, кардан, головна передача, диференціал, напіввісі), ходової частини (рама, підрамник, балки переднього та заднього мостів, передня і задня підвіски, колеса) та механізмів (рис. 1.1) [2].

Основні складові шасі: трансмісія; ходова частина; [система керування](#)

Трансмісія автомобіля призначена для передачі обертаючого моменту від двигуна до ведучих коліс автомобіля, зміни його напрямку і величини, а також перерозподілу між ведучими колесами (на повнопривідних автомобілях). Складові трансмісії: [зчеплення](#) [коробка передач](#) [роздавальна коробка](#) [карданна передача](#) (приводний вал) [головна передача](#) [диференціал](#) [приводні вали коліс](#) (напівосі)

Ходова частина забезпечує рух автомобіля з визначеним рівнем комфорту. Механізми і деталі ходової частини зв'язують колеса з кузовом, гасять його коливання, сприймають і передають сили, що діють на автомобіль. Будова ходової частини: [рама](#), [передній та задній мости](#), [підвіска](#), [колеса з шинами](#)

									Арк.
									8
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ДРМТВАТАМ 23 19124. 000 ПЗ				

Система керування автомобілем складається з системи [кермового управління](#) і гальмівної системи. Кермове управління забезпечує зміну напрямку руху автомобіля, а гальмівна система дозволяє знижувати швидкість, до повної зупинки, і утримувати автомобіль на місці.

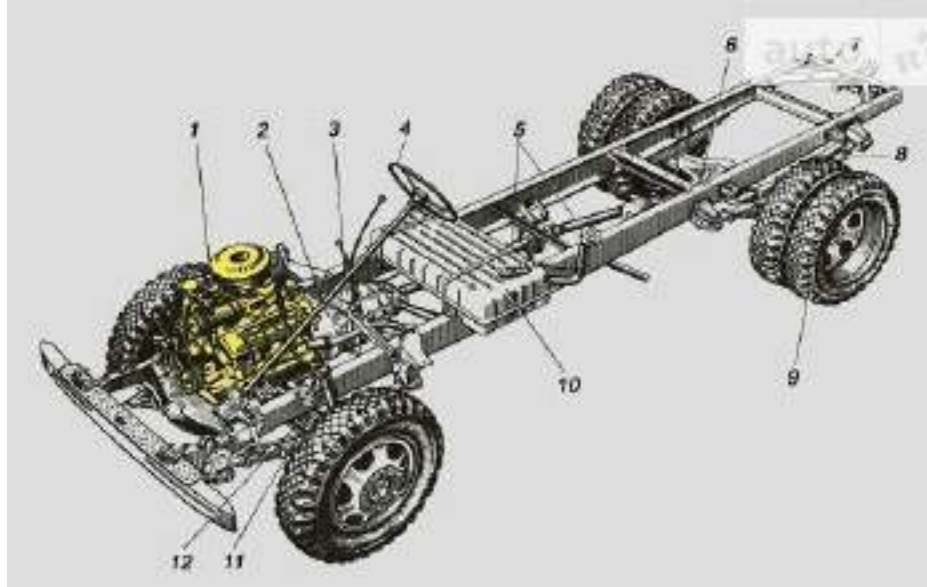


Рисунок 1.1 – Двигун і шасі вантажного автомобіля:

1 – двигун, 2 – зчеплення, 3 – коробка передач, 4 – рульове управління, 5 –карданна передача, 6 – задній ведучий міст, 7 – рама 8 – ресора, 9 – колесо, 10 – паливний бак, 11 – амортизатор, 12 – передній міст

1.2. Аналіз конструкції та умов експлуатації підвіски автомобіля.

Підвіска автомобіля – це вузол, який складається з декількох деталей, які з'єднані між собою особливим чином, так, щоб кузов транспортного засобу був з'єднаний з колесами завдяки чому і забезпечується можливість пересування. При цьому сам зв'язок може бути пружним або жорстким в залежності від елементів і деталей підвіски.

Підвіски бувають двох категорій – залежна та незалежна (рис.1.4). Основне її призначення - забезпечення максимального комфорту при

									Арк.
									9
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ДРМТВАТАМ 23 19124. 000 ПЗ				

пересуванні, стабільності в поведінці автомобіля і поліпшення його керуваності.

В залежній підвісці на одній осі колеса взаємопов'язані, тому вплив, який припадає на праве чи ліве колесо, буде незмінно відбиватись на всю жорстку балку та друге колесо на осі (рис. 1.2)



Рисунок 1.2 – Залежна підвіска

Кузов при проходженні нерівних доріг буде нахилитись або здригатись. При чому якщо одне колесо на дорозі вище другого, то є ризик перекидання кузова.

В незалежній підвісці немає жорсткої балки, тому колеса на осі не пов'язані жорстко одне з одним, що збільшує комфорт на борту, покращуючи керуваність автомобіля. Якщо одне з коліс наїжджає на бар'єр або потрапляє в яму, то удари не передаються на друге колесо та кузов



Рисунок 1.3 – Незалежна підвіска

Головна перевага залежної підвіски – це простота конструкції, вища надійність та легкість ремонту. В такій підвісці немає чому ламатись і часто вона використовується на бюджетних автомобілях, а також на тих авто, які за час експлуатації піддаються значному навантаженню.

До переваг незалежної підвіски належить відмінний комфорт на борту та значне покращення керуваності авто. Численні тяги, важелі та пружини працюють окремо з кожним колесом, через що легше долаються всі нерівності на дорогах.



Рисунок 1.4 - Робота підвіски коліс автомобіля:

а) – залежна підвіска; б) – незалежна підвіска

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ДРМТВАТАМ 23 19124. 000 ПЗ

Арк.

11

Недоліком незалежної підвіски є складність конструкції. Численні тяги та ресори в процесі експлуатації зазнають значного навантаження, швидше зношуються, відповідно машини з такими підвісками потрібно частіше обслуговувати, а фінансові витрати будуть високими. Комфорт в цьому плані має і зворотній бік у вигляді зниження надійності та суттєвих витрат на ремонт. Елементи підвіски ламаються раніше встановленого терміну внаслідок деформації деталей від удару або наїзду на перешкоду; низької якості встановлюваних деталей; експлуатації автомобіля з підвищеними навантаженнями або у важких дорожніх умовах.

1.3 Аналіз типів пружин для підвіски

Пружинна підвіска є однією з найважливіших систем в будь-якому автомобілі. Вона допомагає забезпечити комфортну їзду, а також зменшити вплив ударів на автомобіль та його пасажирів. Завдання пружини полягає в поглинанні вібрацій та ударів на дорозі, зменшення ступеня напруженості водія та пасажирів. Коли колесо автомобіля проїжджає по нерівностях дороги, пружина стискається, зменшуючи енергію від удару. Після проходження нерівності, пружина розширюється, повертаючи колесо до його початкового положення. Крім того, пружини підвіски також відповідають за підтримання ваги автомобіля. Вони допомагають розподілити вагу автомобіля між усіма чотирма колесами. Це дозволяє зберегти рівновагу та стабільність автомобіля під час руху. Для того, щоб пружини підвіски виконували свої функції належним чином, вони повинні бути правильно сконструйовані, виготовлені з якісних матеріалів та володіти високими експлуатаційними властивостями. [14].

Основні типи пружин: спіральні та плоскі. Спіральні пружини є більш поширеними та складаються зі спіралі з металевого дроту. Вони можуть мати

					ДРМТВАТАМ 23 19124. 000 ПЗ	Арк.
						12
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

різний діаметр дроту, висоту та кількість витків. Спеціальні пружини призначені для виконання конкретних функцій відповідно до типу транспортного засобу та його використання. Плоскі пружини зазвичай знаходяться на задній підвісці. Вони складаються з металевих листів, які розташовані один на одному та з'єднані болтами. Плоскі пружини можуть також виконувати функцію стабілізатора, який допомагає управляти автомобілем під час руху. Також, існують газові, гідравлічні та пневматичні пружини [1,3].

Кожен з цих типів пружин має свої особливості та функції. Спиральні пружини, наприклад, зазвичай використовуються в легкових автомобілях та мають високу тривалість експлуатації. Вони складаються з гнучких сталевих дротів, намотаних в спіраль на циліндричний корпус. Спиральні пружини можуть бути жорсткими або м'якими, залежно від кількості та діаметра сталевих дротів, а також від відстані між ними. Жорсткі пружини частіше за все використовуються для передньої підвіски, де потрібна більша жорсткість, м'які пружини переважно для задньої підвіски, де потрібна більша м'якість.

Плоскі пружини часто використовуються в вантажних автомобілях та допомагають розподілити вагу автомобіля рівномірно. Газові, гідравлічні та пневматичні пружини зазвичай використовуються в більш висококласних автомобілях. Газові пружини мають газовий або повітряний заряд, який допомагає забезпечити комфортну їзду на нерівних дорогах. Гідравлічні пружини мають рідинний заряд, який допомагає зменшити вібрації та вплив ударів на автомобіль та його пасажирів. Пневматичні пружини також мають повітряний заряд та допомагають забезпечити комфортну їзду.

1.4 Причини виходу з ладу пружин підвіски

Пружини підвіски стійкі до зношування, однак вони також виходять з ладу з таких причин: брак виготовлення - низької якості сталь, порушення

									Арк.
									13
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ДРМТВАТАМ 23 19124. 000 ПЗ				

технології виготовлення та обробки, вплив зовнішнього середовища, що викликає зношування, корозію, порушення в роботі інших вузлів автомобіля (не якісно накачані колеса) тощо.

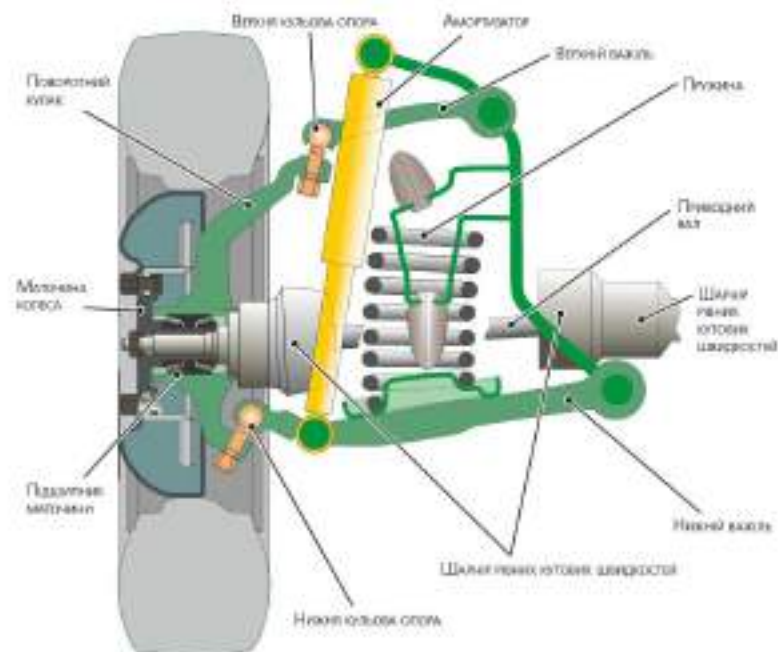


Рисунок 1.5 – Приклад пружинної підвіски на двох поперечних важелях.



Рисунок 1.6 - Передня підвіска на двох поперечних важелях з амортизаторною стійкою.



Рисунок 1.7 - Конусні пружини



Рисунок 1.8 – Бочкоподібні пружини



Рисунок 1.9 - Пружини для підвіски Mitsubishi Outlander



Рисунок 1.10 - Пружина підвіски ELBACH

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

2. Аналіз літературних джерел

2.1 Призначення пружини підвіски

Пружини підвіски автомобіля – це важливі компоненти, які забезпечують комфорт та безпеку на дорозі. Їхнє правильне функціонування є вирішальним для контролю над автомобілем та максимального зчеплення з дорогою. Пружини підвіски - це гнучкі елементи, які розташовуються між кузовом автомобіля та колесами. Вони амортизують удари та коливання, що виникають під час руху автомобіля. Кожен тип автомобіля має специфічні пружини підвіски, які відрізняються за формою та матеріалом. Пружини підвіски можуть виконувати дві основні функції забезпечувати жорсткість та пружність. Жорсткість визначається потужністю пружини та відповідає за стабільність автомобіля на дорозі. Пружність забезпечує зменшення вібрацій і ударів на дорозі для забезпечення комфортної їзди [1,3].

2.2. Характеристика пружин для підвіски

Пружини підвіски – це один з головних елементів автомобіля, який відповідає за комфорт та безпеку на дорозі. Навіть невеликі пошкодження пружин можуть суттєво вплинути на якість їзди та безпеку на дорозі. Існує кілька типів пружин підвіски для автомобілів. Найбільш поширеними є: спіральні пружини; конічні; пневматичні; гідропневматичні.

Спіральні пружини мають вигляд спіралей сталевого дроту, що обертаються навколо центральної осі. Їх перевагами є проста конструкція, довговічність та надійність. Оскільки вони мають сталеву конструкцію, то такі пружини не піддаються істотним змінам при різних температурах або за високого навантаження. Однак, на жаль, їх недоліком є більш жорстка

									Арк.
									17
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ДРМТВАТАМ 23 19124. 000 ПЗ				

підвіска, яка може призвести до менш комфортної поїздки на нерівних дорогах.

Пружини з конічною формою мають початково більший діаметр, який зменшується до кінця пружини. Вони дозволяють автомобілю краще адаптуватися до різних типів доріг, тому вони дещо м'якші за спіральні пружини. Крім того, вони мають складнішу конструкцію, тому їх більш складно виготовляти.

Пневматичні пружини замінюють сталеві пружини повітряними камерами. Вони м'якші та більш комфортні за сталеві пружини, оскільки допомагають розподіляти вагу автомобіля рівномірно. Крім того, вони є надійними та довговічними. Проте, їх недоліком є висока вартість та складна конструкція.

Гідропневматичні пружини поєднують в собі переваги пневматичних і спіральних. Гідропружини забезпечують більшу м'якість та кращий контроль над автомобілем, особливо на нерівних дорогах. Їх часто використовують у важких автомобілях та спортивних машинах [11].

2.2.1 Властивості пружин підвіски

Основною робочою характеристикою пружин є їх жорсткість, тобто здатність деформуватися на певний розмір при заданих навантаженнях. Величина і постійність робочих характеристик, а також відсутність поломок і зміни розмірів (просідання, розтягування) характеризують якість пружин. Автомобільні пружини під час експлуатації працюють на утому внаслідок чого просідають, тобто відстань між витками з часом стає меншою. В свою чергу це викликає просідання частини автомобіля. Такий стан пружини вимагає її заміни з метою попередження наступних наслідків - просідання задньої частини і зменшення вантажопідйомності транспорту, а на великих перешкодах м'яка підвіска не захистить від удару (глушником об землю);

									Арк.
									18
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ДРМТВАТАМ 23 19124. 000 ПЗ				

колеса стануть тертися об захист колісної арки; швидше буде зношуватися амортизатор, а при сильному просідання деталь може пробити. У пружин може зламатися виток, через що машина втратить керованість. Крім конструктивних навантажень пружини можуть піддаватись зовнішнім впливам: ударам камінців, що вилітають з під коліс під час їзди. Від цих ударів пружини пошкоджуються, з'являються відколи фарби, метал стає уразливим до корозії, що знижує ресурс роботи деталі [11]

Основною робочою характеристикою пружин є їх жорсткість, тобто здатність деформуватися на певний розмір при заданих навантаженнях.

Отже властивості пружин залежать від таких чинників:

хімічного складу і структури сталі після термічної обробки, а також їх зміни в процесі експлуатації;

металургійної якості сталі (вмісту неметалевих включень, однорідності складу і структури);

якості поверхні прокату (дроту). Наявності дефектів поверхні, що виконують роль концентраторів напружень у готових пружинах;

наявність і глибини знеуглецьованого шару;

напруженого стану, визначеного характером розподілу і величиною внутрішніх залишкових напружень.

Діаметр дроту суттєво впливає на жорсткість пружини, яка залежить також і від кількості витків. Чим довша пружина, тим більше витків – тим м'якше підвіска. Термін експлуатації пружин сягає 5 – 10 років (за складних умов - 3 роки).

2.3. Характеристика матеріалів для виготовлення пружин підвіски

Пружини під час роботи піддаються значним знакозмінним навантаженням при великій кількості імпульсів, внаслідок чого сталь для їх

					ДРМТВАТАМ 23 19124. 000 ПЗ	Арк.
						19
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Після відповідної термічної обробки сталь набуває високих показників міцності та пружності. Сталі для пружин згідно [7] повинні володіти опором до малих пластичних деформацій, високими показниками межі витривалості і релаксаційної стійкості, достатньою пластичністю та в'язкістю. Для забезпечення цих властивостей сталь повинна містити більше 0,5 % С

(0,5 -0,7 %С) і піддаватись термічній обробці – гартуванню від температур 840-900 °С та середньому відпуску при 420-480 °С. Твердість пружин має бути в межах 42 - 48 HRC. Після гартування структура мартенситу повинна бути по всьому об'єму. Відпуск проводять середній для одержання структури троститу відпуску. Хімічний склад окремих ресорно-пружинних сталей наведено в таблицях 2.1, 2.2.

Для пружин малого перерізу, які піддаються невеликим навантаженням використовують вуглецеві сталі 65,70, 75, 85. Для більш відповідальних пружин використовують леговані сталі 55С2, 60С2А, 70С3А, 60С2ХФА, 60С2Н2А, 65С2ВА, 50ХГФА. Пружини повинні мати межу пружності σ_t не нижче 800 для вуглецевих сталей і 1000 МПа для легованих при пластичності $\delta_5 \geq 5\%$, $\psi \geq 20-25\%$. Крім того, пружини повинні мати високу релаксаційну стійкість. Одним з основних елементів, що підвищує межу пружності сталі, є кремній. При вмісті 1,5-2,0 % Si відношення $\sigma_t/\sigma_{sv} = 0,9-0,95$. З крем'янистих сталей для виготовлення пружин застосовують сталі 55С2, 60С2,70С3А. Проте сталі з кремнієм мають невисоку прогартуваність, схильні до знеуглецювання, а при вмісті кремнію вище 2,5 % (сталь 70С3) – до графітизації. Тому в авто- і тракторобудуванні для виготовлення вказаних деталей використовують хромомарганцеві сталі типу 50ХГ. Для зменшення чутливості до зростання зерна в них у кількостях 0,15-0,25% вводять ванадій (сталь 50ГФА) [10].

Перспективною сталлю з підвищеною прогартуваністю є сталь типу 55ХГР зі вмістом 0,001-0,003% бору. Важконавантажені ресори і пружини виготовляють з крем'янистих сталей з добавками 0,7-1,2% Cr, 0,8-1,2% W і

					ДРМТВАТАМ 23 19124. 000 ПЗ	Арк.
						21
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2.5. Термічна обробка пружин

Сталі для пружин повинні мати гарну загартовуваність та прогартовуваність. Після гартування мартенситна структура має бути по всьому об'єму. Структура сталі має бути дрібнозернистою, що підвищує опір малим пластичним деформаціям [13].

Властивості пружинних сталей після термічної обробки наведені в таблиці 2.4.

Таблиця 2.4 Режими термічної обробки і механічні властивості пружинних сталей

Сталь	Температура, оС		Механічні властивості			
	Гартування	Відпуск				
			Мпа		%	
65	840	480	800	1100	10	35
85	820	480	1100	1150	8	30
65Г						
50С2А	870	460	1100	1200	6	30
55С2А	870	460	1400	1600	6	20
з70С3А	860	460	1600	1800	6	25
60С2ХФА	850	410	1700	1900	5	20
65С2ВА	850	420	1700	1900	5	20
60С2Н2А	880	420	1600	1750	6	20

Термічну обробку проводять за різними режимами. Крім звичайних режимів термічної обробки використовують ізотермічного гартування. Не кожену сталь можна піддавати такій обробці. Досліджено, що вміст вуглецю в сталі, яку піддають ізотермічному гартуванню не повинен перевищувати

										Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						27

Таблиця 2.9. Швидкість охолодження в нерухомій рідині.

Охолоджувальна рідина	Температура пароутворення оС	Швидкість охолодження в град /сек при температурі в оС		
		800	550	300
Вода	100	27	260	70
24 % - ний розчин солі	105	-	260	60
Мінеральне масло	402	45	125	33

Для гартування стали використовують, крім масел, соляні розплави різного складу, в таблиці 2.10 наведено склад соляних ванн для термічної обробки.

Таблиця 2.10. Склад соляних ванн для нагрівання

Призначення нагрівання	Склад ванн
Для підігрівання до 680 – 900оС	45% хлористого натрію і 55 % хлористого калію; 70% хлористого барію і 30% хлористого калію
Для гартування від 950 - 1300 оС	95% хлористого барію і 5 % двоокису кремнію; 95% хлористого барію і 5 % хлористого натрію
Для гартування від 730 – 750 оС	20% ціаністого натрію, 40% хлористого натрію і 40% вуглекислого натрію; 30% хлористого калію, 55% хлористого натрію і 15 % ціаністого натрію
Для відпуску при 530 – 660 оС	21% хлористого натрію, 31 % хлористого барію, 48 % хлористого калію
Для ізотермічного гартування при 150 - 600оС	

вантажопідйомність. Одноразове перевантаження не страшне, але якщо робити це постійно, пружини разом із амортизаторами вийдуть з ладу.

2.7. Технологія виготовлення пружин

Матеріалом для виготовлення пружин служить дріт або стрічка, одержана шляхом холодної пластичної деформації (волочінням, плющенням) заготовок із заздалегідь підготовленою вихідною структурою. Дріт для виготовлення пружин використовують трьох основних класів: нормальної міцності (III), підвищеної міцності (II) і високої міцності (I), а також нормальної та підвищеної точності. Великі гвинтові пружини виготовляють з прутків діаметром більше 12 мм, середні – з дроту або прутків діаметром 1,5- 12 мм дрібні – з дроту діаметром 0,2-1,5 мм.

Для виготовлення пружин використовують термічно оброблену на заданий рівень міцності або холоднодеформований патентований дріт або стрічку.

Основне застосування мають пружини з круглого дроту завдяки їх найменшій вартості і тому, що витки круглого перерізу краще працюють на кручення.

Для виготовлення пружин, зміцнюваних подальшим гартуванням з відпуском, використовують холоднодеформований відпалений дріт або стрічку, гарячекатаний або холоднокатаний сортовий прокат або катанку. У вихідному стані вказані напівфабрикати не характеризуються високою міцністю, але мають підвищену пластичність, що дозволяє виготовляти пружини складної конфігурації. Великі пружини виготовляють з використанням гарячої деформації [4].

Вибір способу навівання пружин (гарячий, теплий, холодний) залежить від вихідного стану матеріалу та режиму подальшої термічної обробки

					ДРМТВАТАМ 23 19124. 000 ПЗ	Арк.
						39
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Оправка закріплюється в патрон токарного верстата, а для надійності технологічного процесу вільний кінець оправки підтискається заднім центром. Для щільного притискання дроту до оправки використовують притискний ролик, або інші елементи (дерев'яні пластини), які встановлюють на різцетримачі верстата. Після цього вмикають верстат і на оправку здійснюється навивання пружини довжиною, дорівнює довжині оправки. Величина кроку визначається кресленням і формується супортом верстату, який здійснює відповідні переміщення на один оберт. Після цього пружину знімають з оправки і розрізають на мірні довжини з урахуванням довжини вушок. У багатосерійному та масовому виробництвах використовують безоправне навивання.

Спосіб холодного навивання пружин

Холодним способом навивання одержують пружини з дроту діаметром до 16 мм. Оснащення для виконання цього технологічного процесу складається з оправок, призначених для корегування напрямку металевої нитки на поворотній катушці. Схема технології навивання пружини на токарному верстаті показана на рис.2.5.

Сталевий дріт подають через планку, встановлену на супорті обладнання, а кінець фіксується затискачем на оправці. Роликове пристосування виконує натяг металевої нитки, який важливий при виготовленні виробу. Після увімкнення верстата, починається намотування пружини, при цьому швидкість в залежності від діаметра дроту, вибирається в межах

10 - 40 м / хв. Кількість витків підраховується візуально або лічильником. Після закінчення виріб підлягає механічній обробці.

Спосіб навивання пружин з гарячого прокату

Навивку пружин цим способом здійснюють з дроту діаметром більше 10 мм.

					ДРМТВАТАМ 23 19124. 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		41

У масовому і багатосерійному виробництвах торці пружин невеликих розмірів шліфують на плоскошліфувальних верстатах торцем круга [14].

					ДРМТВАТАМ 23 19124. 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		43

3. Експериментальна частина

Вибір марки сталі та режиму термічної обробки пружини підвіски легкового автомобіля.

3.1. Вибір марки сталі для виготовлення пружин підвіски легкового автомобіля

На основі проведеного огляду літературних джерел з'ясовано, що для виготовлення пружин треба вибирати сталі з вмістом вуглецю не менше 0,5-0,6 %. Для забезпечення потрібної прогартовуваності сталь має містити легуючі елементи. З великої кількості марок ресорно-пружинних сталей вибираємо таку, яка задовольняє за показниками механічних властивостей та є економічно вигідною.

Застосування вуглецевої сталі недоцільне, тому що в цьому випадку при гартуванні доводиться охолоджувати вироби у воді, що викликає появу поверхневих тріщин, а при гартуванні в маслі не досягається наскрізної прогартовуваності.

Сталі леговані кремнієм (55С2 і 60С2) у порівнянні з вуглецевими мають підвищену прогартовуваність і вищі характеристики міцності і пластичності, підвищену стійкість до окиснення при нагріванні і меншу схильність до перегріву. Недоліком цієї сталі є підвищена схильність до утворення поверхневих дефектів при гарячій механічній обробці, до знеуглецювання і до графітизації. У результаті знеуглецювання зовнішньої поверхні пружини або ресори різко знижується межа витривалості. При термічній обробці пружин з таких сталей потрібно використовувати захисні атмосфери, а після термічної обробки пружини піддавати обдуванням дробом.

Сталі, леговані марганцем (65Г) при гарячій механічній обробці дозволяють отримати чистішу поверхню, мають велику прогартовуваність і

					<i>ДРМТВАТАМ 23 19124. 000 ПЗ</i>	Арк.
						44
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 3.2 Механічні властивості сталі 50ХГФА після термічної обробки.

Властивості			
Межа текучості $\sigma_{0,2}$, МПа	Межа міцності σ в МПа	Відносне видовження, δ , %	Відносне звужування, ψ %
1200	1300	6	35

Призначення сталі – високонавантажені відповідальні пружини.

Технологічні властивості: температура початку кування 1200, кінця 800 0С. Твердість в горячекатаном стані НВ 270-320.

Температури критичних точок сталі 50ХГФА: Ас1 - 770°С, Ас3 - 820°С. Структурний клас – перлітний.

Клас по твердості і в'язкості - високої твердості.

Клас по хімічному складу - низколегированная сталь.

Клас за якістю - високоякісна конструкційна.

До відпускнуї крихкості неохильна. Сталь має глибоку прогартуваність, не чутлива до перегрівання, сприймає гартування в маслі.

3.2. Розробка маршрутної технології виготовлення пружини

Виготовлення пружин з вибраної сталі 50ГФА передбачає виконання наступних операцій.

1. Отримання заготовок - дріт (ковальський цех).
2. Попередня термічна обробка - відпал повний (термічна дільниця ковальського цеху).
3. Контроль твердості (термічна дільниця ковальського цеху)
4. Попередня механічна обробка (механічний цех).

					ДРМТВАТАМ 23 19124. 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		46

3.4.1 Технологія ізотермічного гартування

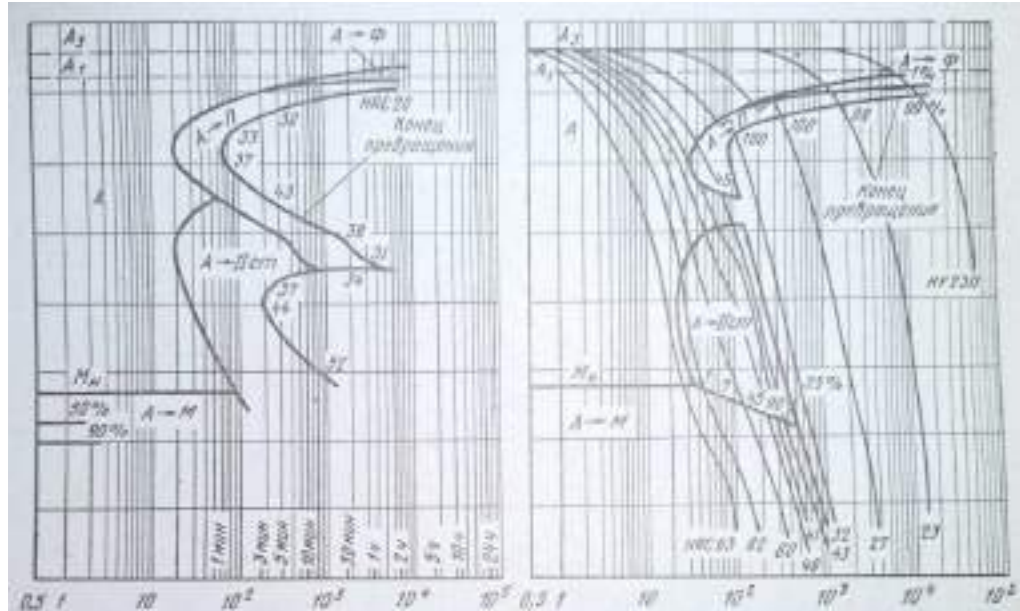
Ізотермічне гартування є прогресивним методом термічної обробки, який забезпечує формування однорідної структури з мінімальними внутрішніми напруженнями. Особливістю такого гартування є перетворення переохолодженого аустеніту при постійній температурі, внаслідок чого утворюється не мартенсит, а бейніт. Після витримки і повного розпаду аустеніту на бейніт деталі охолоджують на повітрі. Структурних змін в сталі вже не відбувається. Ізотермічне гартування дозволяє усунути значну різницю швидкостей охолодження поверхні і серцевини деталі завдяки чому усувається основна причина утворення напружень, виникнення деформацій та гартівних тріщин.

Ізотермічне гартування застосовується для виробів з легованих сталей, воно дозволяє не тільки зменшити внутрішні напруження, а й отримати більш сприятливе поєднання механічних властивостей: міцність досягається така ж, як і після гартування на мартенсит з відпусканням при 450...550°C, але ударна в'язкість і пластичність при цьому вище.

При ізотермічному гартуванні сталь, нагріту до оптимальної температури (рис. 3.2), витримують в гарячому середовищі стільки часу, щоб встигло закінчитися ізотермічне перетворення переохолодженого аустеніту з утворенням структури нижнього бейніту при температурах 280-350°C. При цьому зменшується рівень напруження і схильність сталі до крихкого руйнування.

					<i>ДРМТВАТАМ 23 19124. 000 ПЗ</i>	<i>Арк.</i>
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		49

Ізотермічне гартування після якого формується структура нижнього бейніту, забезпечує високу міцність і підвищену зносостійкість, підвищує строк служби деталей.



а)

б)

Рисунок 3.3 - Діаграма ізотермічного перетворення аустеніту (а) та термокінетична діаграма розпаду переохолодженого (б) сталі 50XГФА

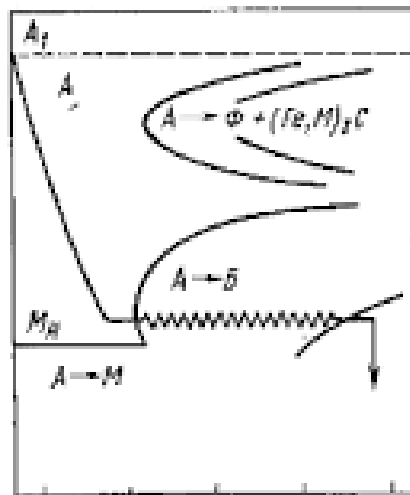


Рисунок 3.4 - Режим охолодження при проведенні ізотермічного гартування

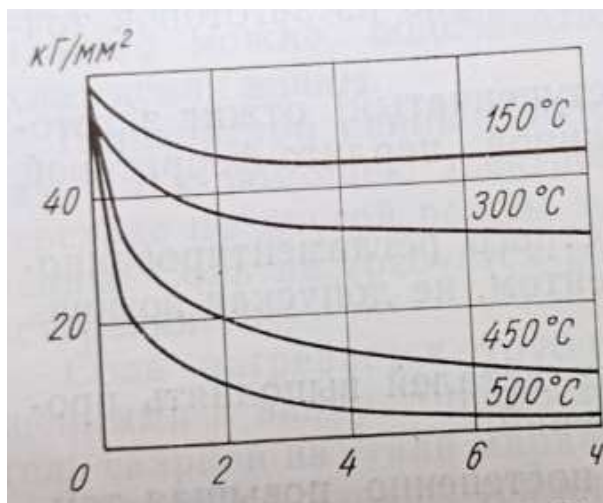


Рисунок 3.5 Вплив температури відпуску на величину стискаючих напружень

Більш ефективним є спосіб використання оправок не при гартуванні, а під час відпуску. Загартовують пружину без оправки, це забезпечує наскрізну прогартовуваність, однак виникає жолоблення пружини (рис.3.6, а). Потім загартовану пружину одягають на циліндричну оправку, яка виготовлені у вигляді труби, довжина якої дорівнює вільній висоті пружини, з урахуванням допуску на усадку пружини після обтискання, і затискають клином (рис.3.6, б). В такому стані пружину піддають відпуску. Під час відпуску на оправці усувається жолоблення пружини, яке вона набула після гартування (рис.3.6, в). Після такої обробки правка пружин не потрібна.

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

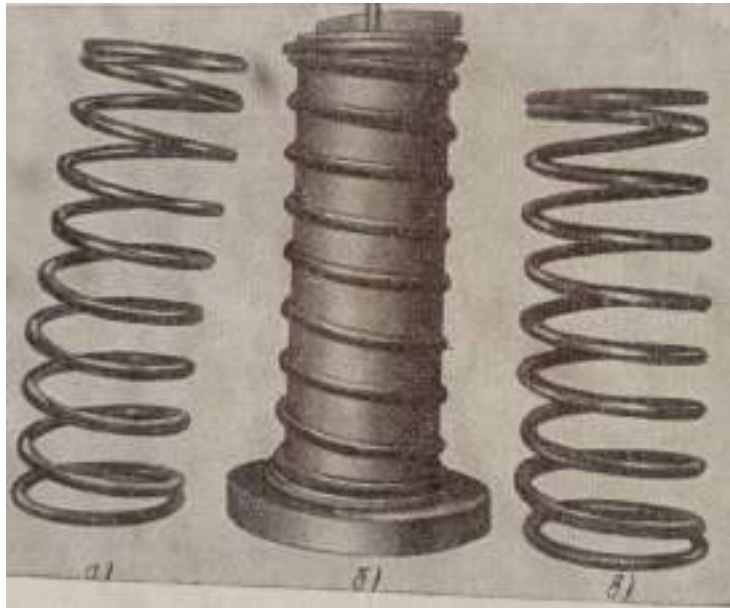


Рисунок 3.6 - Пружина: а – загартована; б – на облямуванні перед відпуском; в – пружина в готовому стані (після гартування і відпуску).

3.5. Методика проведення досліджень.

3.5.1. Характеристика обладнання для термічної обробки

Характеристика печей для термічної обробки.

Камерні печі використовують для нагрівання дрібних і середніх деталей при виконанні операцій вдпалу, нормалізації, гартування, відпуску (рис.3.7; 3.8; 3.9).

Гартівна здатність ванн залежить від швидкості відводу тепла від деталі, що охолоджується у ванні і визначається теплопровідністю солі. Гартівну здатність ванни можна регулювати змінюючи вміст в ній води за допомогою автоматичних установок, які регулюють подачу води в залежності від швидкості її випаровування. Це забезпечує стабільність охолоджувальної здатності ванни. Автоматичне регулювання вмісту води у ванні базується на вимірюванні електропровідності розплаву солі, яка змінюється в залежності від вмісту води у соляному розчині.

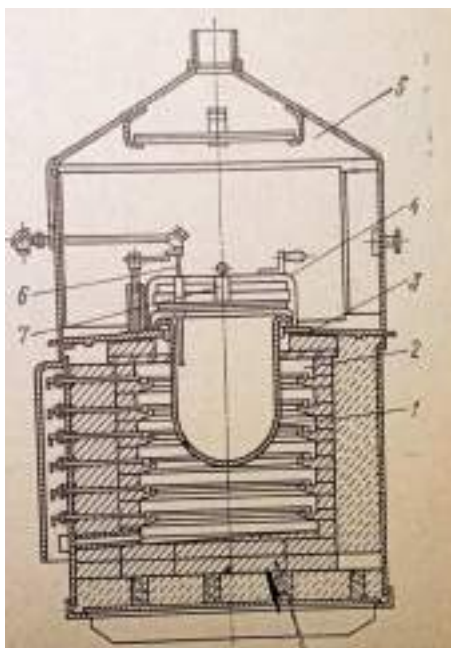


Рисунок 3.8 - Електрична тигельна піч –ванна типу СВГ для гартування пружин –електрична піч – ванна, нагріваюче середовище – розплав солі.

1 – тигель, 2 – робоча камера, 3 – чавунна плита, 4 – кришка, 5 – витяжка , 6 – термопара, 7 – отвір для завантаження пристосувань з деталями.

Для відпуску вибираєм камерну електричну піч –СНО (рис.3.6)

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ДРМТВАТАМ 23 19124. 000 ПЗ

Арк.

57

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

де P – прикладене навантаження, кгс або МН; F – площа поверхні сферичного відбитка, м².

$$HB = \frac{2P}{\pi D(D - \sqrt{D^2 - d^2})} \quad (3.2)$$

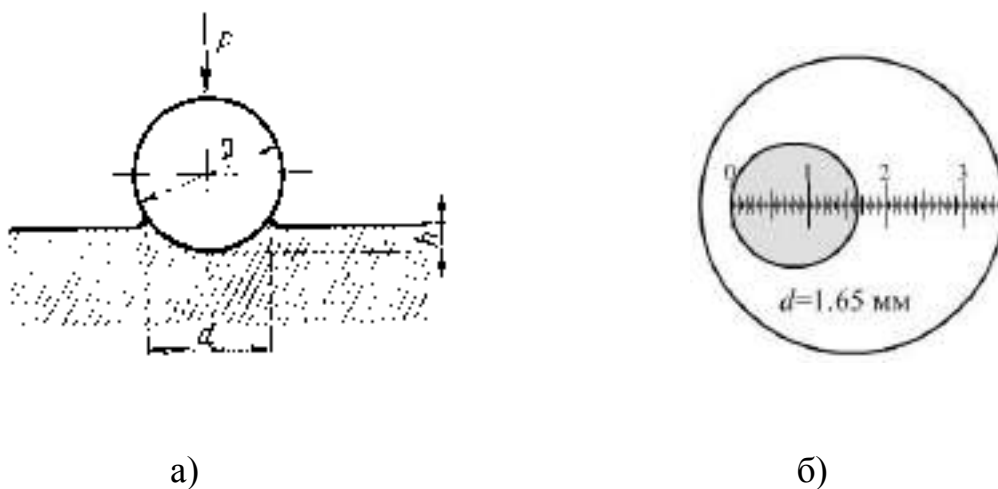


Рисунок 3.13 - Схема вимірювання твердості за методом Брінелля:

а) – вдавлювання кульки; б) – вимірювання відбитку

Діаметр відбитку визначають з допомогою мікроскопа МПБ-2, який має шкалу з ціною поділки 0,05 мм (рис.3.13, б).

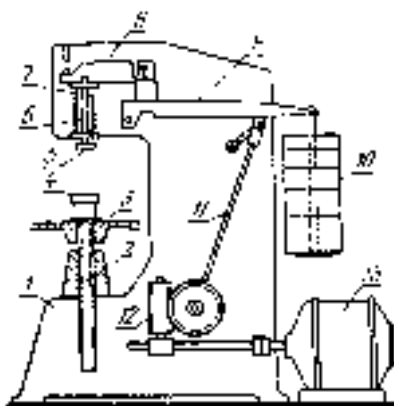


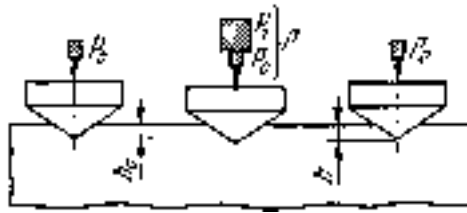
Рисунок 3.13 – Схема приладу для вимірювання твердості

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ДРМТВАТАМ 23 19124. 000 ПЗ				62

за методом Брінелля

Твердість розраховують за формулою (3.2) або знаходять в спеціальних таблицях.

Метод Роквелла базується на вдавлюванні алмазного конуса з кутом при вершині 120° (чи сталевий кульки діаметром 1,588 мм) під дією навантаження P в поверхню досліджуваного зразка. Навантаження P прикладається до зразка в три стадії (рис.3.14).



3.14 - Схема вдавлювання алмазного конуса за методом Роквелла

Твердість за Роквеллом в умовних одиницях вимірюють з допомогою приладу ТР 5006, який за принципом дії є важільно-механічним пресом (рис. 3.15) та додатково оснащений індикатором, за допомогою якого визначають значення твердості. Метод Роквелла відрізняється простотою та високою продуктивністю, дозволяє досліджувати метали і сплави низької та високої твердості, з товщиною до 0,8 мм.



Рисунок 3.15 - Твердомір ТР -5006

									Арк.
									63
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ДРМТВАТАМ 23 19124. 000 ПЗ				

3.8 Результати мікроструктурних досліджень

Проведений мікроструктурний аналіз показав, що сталь в стані постачання має структуру пластинчастого перліту з розірваною сіткою фериту (рис.3.16,а), після повного відпалу – структуру глобулярного і пластинчастого перліту (рис.116,б), а після ізотермічного гартування - структуру нижнього бейніту та залишкового аустеніту (до 20%), який утворився в інтервалі температур 300-350 оС (рис.3.17). В сталі 50ХГФА залишковий аустеніт збагачений легуючими елементами –хромом, марганцем, ванадієм. Бейніт має голчасту будову подібну до голок мартенситу, він складається з пластин пересиченої α – фази, всередині яких розміщені голчасті кристалики карбїду. Наявність кристаликів цементиту та пересичений α - твердий розчин у складі бейніту зумовлюють високу міцність, твердість цієї структури при збереженні високої пластичності.



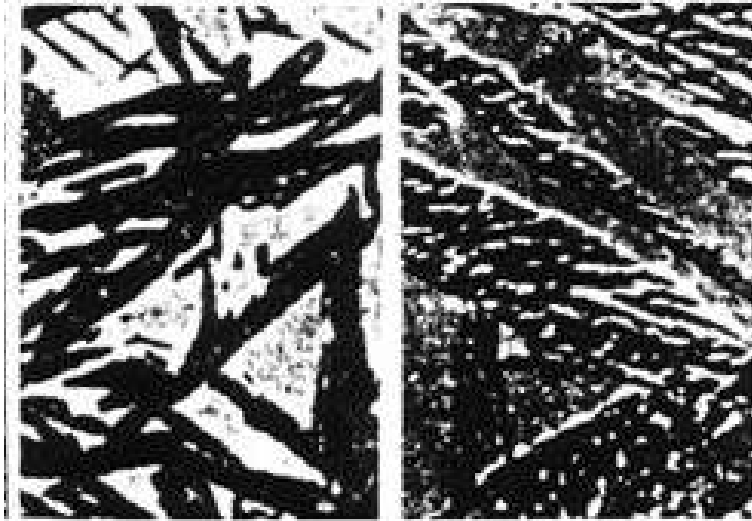
а)



б)

Рисунок 3.16 - Мікроструктура сталі 50ХГФА в стані постачання – а) та після відпалу – б), х 400.

					ДРМТВАТАМ 23 19124. 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		64



а

б

Рисунок 3.17 -Мікроструктура бейніту:

а –нижній бейнит і залишковий аустеніт × 500;

б – нижній бейнит і залишковий аустеніт × 1000

Під час відпуску залишковий аустеніт розпадається з утворенням ферито-цементитної суміші. Структура сталі після відпуску - тростит відпуску, твердість сталі HRC 44-48 (рис.3.18).

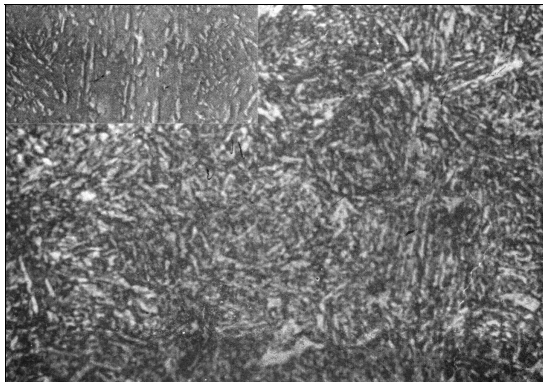


Рисунок 3.18- Структура сталі 50ХГФА
після гартування і відпуску.

3.9. Контроль якості пружин

Пружинну сталь перед пуском у виробництво вибірково контролюють довжину і діаметр прутків та стан поверхні. Контролю підлягає не менш трьох прутков з вимірюванням перерізу не менше ніж в п'яти місцях (по середині і кінцям).

Контроль пружини полягає в перевірці зовнішнього і внутрішнього діаметрів, вільної довжини пружини і відхилення її осі від торцевої площині (у пружин стиснення) або від площини симетрії причепів (у пружин розтягування). Потім пружина піддається випробуванню навантаженням. Пружина, стисла до робочої довжини, повинна створювати силу, відповідну навантаженні в встановлених межах. Для випробувань в дрібносерійному і серійному виробництвах можуть бути використані вагові пристрої. У зв'язку з тим, що відхилення діаметра дроту і діаметра пружини в межах допусків дуже впливають на характеристику пружини, для отримання пружин з робочими зусиллями в вузьких інтервалах проводиться їх сортування на групи. На виробництві контроль і сортування пружин виконуються автоматично. Поверхневі дефекти виявляють зовнішнім оглядом поверхні. Відповідальні пружини піддають магнітному контролю і визначенню твердості після гартування. Готові пружини піддають таким видам контролю: 1) визначенню розмірів після мінімального і максимального навантаження; 2) короткочасним обтисненням (3-10 разів) до зіткнення витків (для пружин, що працюють на стискання) і до максимального навантаження (для пружин, що працюють на розтяг); 3) тривалому вантаженню (заневолюванню), що виконується шляхом стискання пружин при напруженні на 10% вище робочих з витримкою під навантаженням протягом 10-30 год залежно від конструкції пружини, її маси і режиму експлуатації; корисне тепле заневолювання (термофіксація), при якому підвищуються межа пружності й релаксаційна стійкість пружини; 4) випробуванню на витривалість для

										Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ДРМТВАТАМ 23 19124. 000 ПЗ					66

визначення числа циклів до руйнування; 5) копровим випробуванням на удар вантажу, що вільно падає; 6) випробуванню на скручування з визначенням крутного моменту і кута закручування.

Для контролю та відбракування пружин доцільно застосовувати метод «заневолювання» їх, тобто стискання до контакту витка. В такому стані пружину залишають на 24 години. Внаслідок цього слабкі пружини «сядуть», а ті, що мають дефекти, потріщать.

3.10 Технологія термічної обробки пружин із сталі 50ХГФА.

Пружини під час експлуатації піддаються багаторазовим знакозмінним навантаженням, після зняття цих навантажень вони повністю поновлюють свої початкові розміри. Сталь, з якої виготовлена пружина повинна володіти необхідною міцністю, високою межею пружності, пластичності, витривалості та релаксаційною стійкістю протягом тривалого часу експлуатації. Технологічні процеси, які розроблені для забезпечення цих властивостей мають виконуватись на сучасному обладнанні згідно новітніх технологій та з використанням сучасних контрольних приладів. З метою зменшення або повного усунення термічних і структурних напружень розроблені спеціальні види гартування. Ізотермічне гартування належить до таких видів, дозволяє зменшити фазові та термічні напруження і цим зменшити деформацію виробів при гартуванні. Утворена структура нижнього бейніту має високі показники міцності, пластичності, пружності.

Порядок виконання операцій для зміцнення пружини підвіски автомобіля подано нижче.

1. Нагрівання пружин в електричній печі до оптимальної температури - 900оС. Час нагрівання в електричній печі пружини, навитої з дроту діаметром 15 мм, складає 25 – 30 хвилин (1,5...2 хвилини на 1 мм перерізу).
2. Охолодження в розплаві солі складу: 55% KNO₃ + 45 % NaNO₃

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					67

ДРМТВАТАМ 23 19124. 000 ПЗ

при температурі 300...350 оС. Витримка в соляній ванні 20 – 30 хвилин

3. Промивання пружин в конвеєрній мийній машині.

4. Відпуск в електричній печі при температурі 350оС в пристосуванні, витримка 40 хвилин, охолодження на повітрі.

5. Контроль твердості (HRC 45 -50).

					ДРМТВАТАМ 23 19124. 000 ПЗ	Арк.
						68
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Висновки по роботі.

1. Аналіз умов роботи та причин виходу з ладу пружини підвіски легкового автомобіля дозволив для покращення властивостей даної деталі вибрати матеріал сталь 50ХГФА, яка за показниками механічних та технологічних властивостей є кращою за інші.

2. Розробити технологію термічної обробки пружин для підвіски легкового автомобіля: розроблено режим ізотермічного гартування, яке є прогресивним методом термічної обробки та режим середнього відпуску.

3. Відпуск при температурі 350оС відповідає умовам повного розпаду залишкового аустеніту, що забезпечує сталі найбільшу утомну міцність і стійкість релаксації.

3. Досліджена структура сталі після проведеної обробки.

4. Здійснено контроль якості пружин, які піддавались зміцненню за розробленою технологією.

					<i>ДРМТВАТАМ 23 19124. 000 ПЗ</i>	<i>Арк.</i>
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		<i>69</i>

10. Практикум з матеріалознавства. Навчальний посібник / Котречко О. О. Зазимко, К.Г. Лопатько, Є.Г. Афтанділянц, В. В. Гнилокурченко.// Херсон: Олді Плюс, 2013.-с. 500

11. Методичні вказівки до лабораторних робіт з дисципліни «Технічна експлуатація автомобілів» для здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) рівня за напрямом 274 «Автомобільний транспорт» / Укл.: к.т.н., доц.. Чернета О.Г., к.т.н., доц. Авер'янов В.С., м. Кам'янське, ДДТУ, 2018. - 40с.

12. Матеріалознавство і технологія конструкційних матеріалів. Лабораторний практикум: посібник для вищих навчальних закладів III-IV рівнів акредитації/ Опальчук А.С., Котречко О.О., Роговський Л.Л., Семеновський О.Є., Роговський І.Л.// 2015. –С 425

13. Дробот О. С. Макро- і мікроструктура металів та сплавів / О. С. Дробот, О.П. Бабак, О.О. Нікітін. – Вид.2-ге, випр., допов. – Хмельницький: ХНУ, 2016. – 55с.

14. 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. – 444с.

15. 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. – 38с.

16. Сігова В.І., Руденко Л.Ф. Технологічні процеси зміцнення та АСУ ТП (лабораторні роботи, завдання для контрольних робіт і ІДЗ): Навчальний посібник. – Суми: Вид-во СумДУ, 2008. – 197 с.

17. Тимофеева Л.А., Комарова Г.Л. Матеріалознавство та технологія конструкційних матеріалів: конспект лекцій. – Харків: УкрДАЗТ, 2013. – Ч. 2 - 50 с.

18. ДСТУ ISO 6506 – 1 : 2007. Металеві матеріали. Визначення твердості за Брінеллем.

					<i>ДРМТВАТАМ 23 19124. 000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		71

ДОДАТКИ

					<i>ДРМТВАТАМ 23 19124. 000 ПЗ</i>	Арк.
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		72