

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний університет «Запорізька політехніка»

Машинобудівний інститут, транспортний факультет
(повне найменування факультету)

Автомобілів, теплових двигунів та гібридних енергетичних установок
(повне найменування кафедри)

Пояснювальна записка

до дипломного проекту (роботи)

Бакалавр

(ступінь вищої освіти)

на тему Проектування заднього моста автомобіля категорії М1
(назва теми)

Виконав(ла): студент(ка) 4 курсу, групи Т-111сп

Спеціальності 133 Галузеве машинобудування
(код і найменування спеціальності)

Освітня програма (спеціалізація)

Колісні та гусеничні транспортні засоби

Сіланов М.В.
(ПРІЗВИЩЕ та ініціали)

Керівник Щербина А.В.
(ПРІЗВИЩЕ та ініціали)

Рецензент Турпак С.М.
(ПРІЗВИЩЕ та ініціали)

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний університет «Запорізька політехніка»
 (повне найменування вищого навчального закладу)

Факультет Машинобудівний інститут, транспортний факультет
 Кафедра Автомобілів, теплових двигунів та гібридних енергетичних установок
 Ступінь вищої освіти . Бакалавр
 Спеціальність 133 Галузеве машинобудування (код і найменування)
 Освітня програма (спеціалізація) Колісні та гусеничні транспортні засоби (назва освітньої програми (спеціалізації))

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

« 13 » 03 2024 року

З А В Д А Н Н Я
НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ (РОБОТУ) СТУДЕНТА

Сіланов Михайло Володимирович
 (ПРИЗВИЩЕ, ім'я, по батькові)

1. Тема проєкту (роботи) Проектування заднього моста автомобіля категорії M1

керівник проєкту (роботи) Щербина Андрій Васильович, к.т.н., доцент
 (прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затвержені наказом закладу вищої освіти від « 21 » 06 2024 року № 235

2. Строк подання студентом проєкту (роботи) 12.06.2024

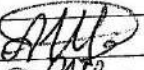
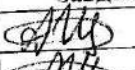
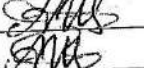
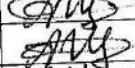
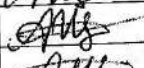
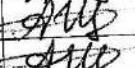
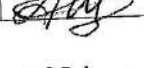
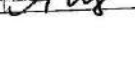
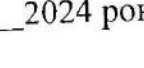

3. Вихідні дані до проєкту (роботи) автомобіль масою 1435 кг, швидкість автомобіля з повним навантаженням 150 км/год

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) Загально технічний розділ. Аналітичний розділ. Діагностика та випробування моста автомобіля. Конструкторський розділ. Заходи ремонту та відновлення моста.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень, кількість слайдів, плакатів)

Складальне креслення моста автомобіля M1 (1 арк. ф. A1), робочі креслення деталей моста (1 арк. ф. A1), складальне креслення стенда (1 арк. ф. A1), робочі креслення деталей стенда (1 арк. ф. A1), структурно слідча схема (1 арк. ф. A1)

6. Консультанти розділів проєкту (роботи)

Розділ	ПРИЗВИЩЕ, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	приймав виконане завдання
1	Щербина А.В. к.т.н., доцент		
2	Щербина А.В. к.т.н., доцент		
3	Щербина А.В. к.т.н., доцент		
4	Щербина А.В. к.т.н., доцент		
5	Щербина А.В. к.т.н., доцент		

7. Дата видачі завдання « 01 » . 03 _____ 2024 року.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проєкту (роботи)	Строк виконання етапів проєкту (роботи)	Примітка
1	Узгодження теми з керівником дипломної роботи	13.03.24 - 19.03.24	
2	Аналіз літературних джерел присвячених питанню за темою дипломної роботи	20.03.24 - 02.04.24	
3	Визначення мети та завдання дипломної роботи	03.04.24 - 05.04.24	
4	Аналіз конструкції агрегату або системи та елементів, що визначають їх технічний стан	06.04.24 - 11.04.24	
5	Аналіз обладнання яке використовуються при випробуванні та діагностиці моста	12.04.24 - 16.04.24	
6	Складальні креслення, робочі креслення сполучних деталей, створення структурно-слідчої схеми.	17.04.24 - 02.05.24	
7	Оформлення пояснювальної записки до дипломної роботи	03.05.24 - 10.06.24	
8	Захист дипломної роботи	12.06.24	

Студент(ка)


(підпис)

Михайло Сіланов

(Ім'я ПРИЗВИЩЕ)

Керівник проєкту (роботи)


(підпис)

Андрій Щербина

(Ім'я ПРИЗВИЩЕ)

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка до дипломного проекту: 76 с., 2 табл., 20 рис., 26 джерело, 4 форматів А1, 5 форматів А3, 2 форматів А2

АВТОМОБІЛЬ, БАЛКА, ГОЛОВНА ПЕРЕДАЧА, ДИФЕРЕНЦІАЛ,
КАРТЕР, МІСТ, ПІВВІСЬ

Мета дипломної роботи – отримання теоретичних та практичних знань з конструкції, теорії основ розрахунку автотранспортних засобів та стендів для їх діагностування, придбання навичок конструювання та освоєння методів розрахунку.

Об'єкт дипломної роботи – міст автомобіля.

Предмет дипломної роботи – аналіз конструкції заднього моста автомобіля категорії М1.

Методи дипломної роботи – на сучасному теоретичному рівні проведення розрахунків обраних технічних рішень із застосуванням сучасних математичних методів та технічних засобів.

Проведено аналіз призначення, загальної будови мостів автомобілей, вимог до мостів. Розглянуті різні конструкції мостів їх переваги та недоліки. Розглянуті інноваційні технології в конструкції мостів. Сконструювано стенд для діагностики моста автомобіля. Проведено розрахунок елементів моста автомобіля та елементів стенда для його діагностики.

ЗМІСТ

	С
Вступ.....	7
1 Загально технічний розділ	8
1.1 Вимоги, що висуваються до конструкції моста автомобіля.....	8
1.2 Ознаки класифікації моста.....	9
1.3 Аналіз конструкції та принцип роботи моста.....	10
1.3.1 Опис основних вузлів.....	11
1.4 Характерні несправності моста.....	14
1.5 Загальна технічна характеристика автомобіля.....	16
2 Аналітичний розділ.....	19
2.1 Огляд та аналіз існуючих конструкцій мостів.....	19
2.2 Інноваційні підходи, технології що використовуються в конструкції, мостів автомобіля.....	25
2.2.1 Циліндричний несоосний безступний редуктор.....	25
2.2.2 Відключаючий колісний вузол.....	27
2.2.3 Система управління блокуванням диференціалів.....	30
2.2.4 Міжосьовий диференціал відкритого типу.....	32
3 Діагностика та випробування моста автомобіля.....	34
3.1 Діагностика та випробування моста в лабораторних умовах.....	34
3.2 Діагностика та випробування моста в дорожніх умовах.....	41
4 Конструкторський розділ.....	43
4.1 Розрахунок моста автомобіля.....	43
4.1.1 Визначення сил та моментів діючих на балку	43
4.1.2 Визначення сил та моментів діючих на піввісь	48
4.2 Конструювання стенду для діагностики моста автомобіля.....	53

4.2.1 Конструкція та принципу роботи стенду.....	53
4.2.2 Розрахунок елементів конструкції стенду.....	55
4.2.2.1 Визначення потрібної потужності і вибір електродвигуна.....	56
4.2.2.2 Розрахунок карданої передачі.....	58
4.2.2.2.1 Вибір основних конструкційних параметрів карданного вала.....	58
4.2.2.2.2 Розрахунок труби карданного вала.....	61
4.2.2.2.3 Розрахунок напруг у шліцьовому з'єднанні.....	63
4.2.2.2.4 Розрахунок карданого шарніра.....	64
5 Заходи технічного обслуговування, ремонту та відновлення моста.....	66
5.1 Перевірка справності моста.....	66
5.2 Заміна піввісі та її манжети	67
5.3 Зняття та встановлення мосту.....	68
5.4 Заміна манжети ведучої шестерні	69
5.5 Заміна редуктора.....	70
5.6 Ремонт редуктора.....	70
Висновки.....	74
Перелік джерел посилань.....	75

ВСТУП

З розвитком людства, підвищується рівень життя, куди входить автомобіль. Згідно висновку Money Shake, щорічно у світі виробляється понад 94 мільйони машин. З поширенням автомобілів встає питання їх вдосконалення: конструкції, технології виготовлення, ТО та ремонту, и т.д.. Тому розглядайте питання щодо моста, який є одним із основних елементів автомобіля є достатньо актуальним. Підтверджуючи важливість вузла моста в автомобілі, можемо просто подивитися на різні конструкції автомобілів: легкових, вантажних, автобусів и т.п.

Мостом називається вузол, який об'єднує колеса автомобіля з рамою (кузовом, корпусом) через деталі підвіски. Він передає сили та моменти на підресорену частину через поздовжні листові ресори або через інші направляючі пристрої і пружні елементи.

Міст складається з наступних елементів конструкції: - балка; - картер головної передачі; - цапфи; - деталей з'єднання.

Якщо говорити про вимоги: мінімальна маса; найменші розміри; оптимальна жорсткість; надійно захищати від проникнення вологі, бруду та від пошкодження механізмів трансмісії розміщених у балці; Забезпечувати доступ до всіх закріплених на балці механізмів та пристроїв для обслуговування та ремонту.

За вихідні дані для розрахунків моста будуть братися креслення моста автомобіля ВАЗ-2106, технічні дані автомобіля ВАЗ-2106 і ін.

1 ЗАГАЛЬНО ТЕХНІЧНИЙ РОЗДІЛ

1.1 Вимоги, що висуваються до конструкції моста автомобіля

Ведучий міст – це, як правило, пустотілка балка у якій розміщені вузли трансмісії, зокрема, головна передача, диференціал, півосі. Ведучий міст сприймає через підшипники маточини коліс вертикальні, бокові й повздовжні реакції, що виникають у точках контакту коліс з опорною поверхнею, а також реактивний тяговий момент – через підшипники шестерні головної передачі, і реактивні гальмівні моменти, які виникають в опорних дисках чи супортах гальмівних механізмів.

До автомобільних мостів пред'являються такі основні вимоги [2],[12],[13]:

- Мінімальна маса. У найпоширеніших нерозрізних мостах вантажних автомобілів маса моста не підресорена і тому вона має бути найменшою.
- Найменші розміри. Вимоги зменшення розмірів обумовлені необхідністю забезпечення заданого значення дорожнього просвіту, висоти підлоги та положення центру мас автомобіля.
- Оптимальна жорсткість (максимальний статичний прогин не повинен перевищувати 1,5 мм на метр колії). Оптимальна жорсткість моста визначає жорсткість системи керування та положення коліс, навантаженість елементів головної передачі та півосей.
- Надійно захищати від проникнення вологі, бруду та від пошкодження механізмів трансмісії розміщених у балці.
- Забезпечувати доступ до всіх закріплених на балці механізмів та пристроїв для обслуговування та ремонту.

Загальні вимоги до механізмів:

- високий коефіцієнт корисної дії (ККД);
- висока надійність і довговічність;
- простота конструкції (будови) і обслуговування;

- технологічність виготовлення;
- ремонтпридатність
- низький рівень шуму.

1.2 Ознаки класифікації моста

Мости класифікуються так [2], :

- За призначенням: ведучий, керований (з поворотними колесами, з поворотною балкою), комбінований, підтримуючий (відомий).
- По виду застосовуваної підвіски: нерозрізний, розрізний.
- За складом: одиночний, у складі візка.
- За конструктивною схемою: з поперечною, балкою.
- За кількістю коліс: з одинарними, зі здвоєними.

Ведучі мости включають елементи трансмісії: головну передачу, диференціал, півосі і застосовуються в якості заднього і проміжного мосту.

Керовані мости, як правило, передні: включають поворотні цапфи і з'єднуючі деталі. Застосовуються задні керовані мости.

Комбіновані мости (одночасно провідні та керовані) застосовують як передні мости на передньопривідних легкових автомобілях (ВАЗ-2108), на повнопривідних автомобілях рідше, як проміжні та задні мости.

Підтримуючі (відомі) мости застосовують як задній або проміжний мост.

Нерозрізні мости мають балку. У конструкції розрізного моста балка може бути замінена поперечкою. Розрізні мости застосовуються при незалежній підвісці коліс, а нерозрізні – при залежній.

На тривісному автомобілі два задні мости можуть бути об'єднані в візок. На багатовісних напівпричепках візки мають два – три мости та більше.

1.3 Аналіз конструкції та принцип роботи моста

Задній міст ВАЗ-2106 (рис.1.1) є ведучим, з гіпоїдною головною передачею і напіврозвантаженими напіввісями. Ведуча та ведена шестерні спарені по контактута шуму. Передатне відношення головної передачі – 3,9 [15].

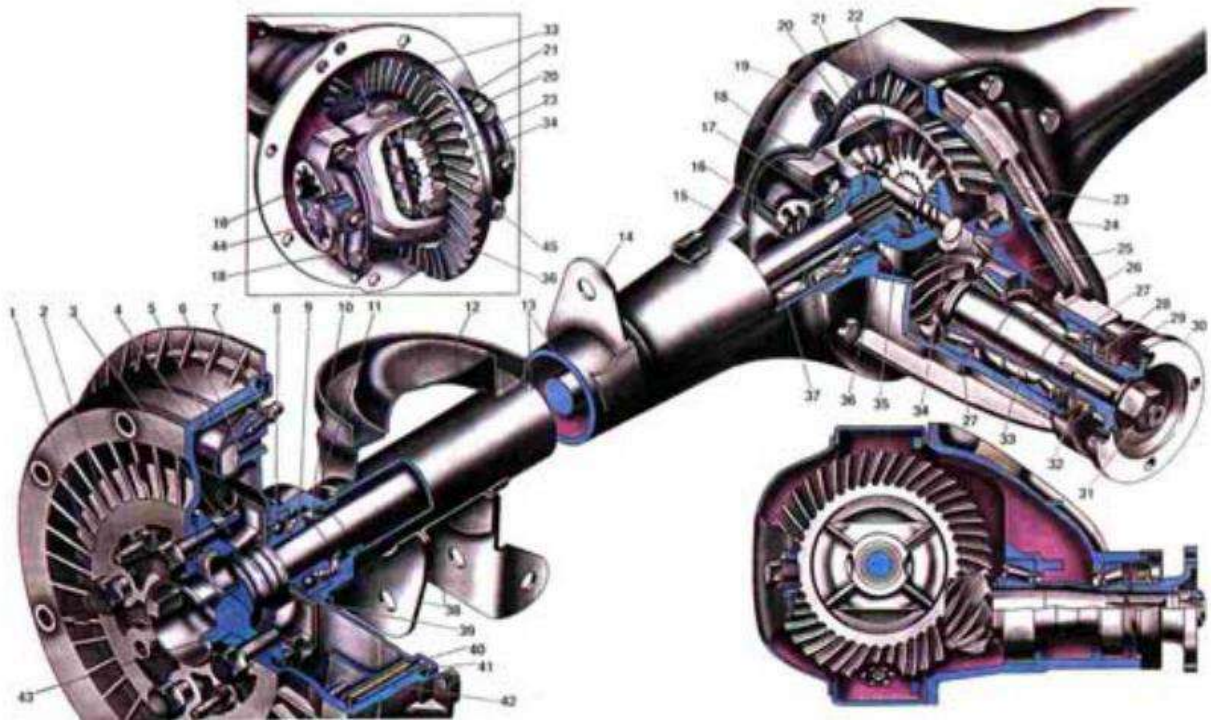


Рисунок 1.1 – Конструкція ведучого моста ВАЗ-2106: 1. Болт кріплення гальмівного барабана колеса; 2. Напрямний штифт; 3. Масловідбивач підшипника півосі; 4. Гальмівний барабан; 5. Чавунне кільце гальмівного барабана; 6. Колісний циліндр заднього гальма; 7. Штуцер для прокачування приводу гальмівного механізму; 8. Підшипник півосі; 9. Запірне кільце підшипника; 10. Фланець балки заднього моста; 11. Сальник півосі; 12. Опорна чашка пружини підвіски; 13. Балка заднього моста; 14. Кронштейн кріплення верхньої штанги підвіски; 15. Напрямна півосі; 16. Гайка підшипника диференціала; 17. Підшипник коробки диференціала; 18. Кришка підшипника коробки диференціала; 19. Сапун; 20. Сателіт диференціала; 21. Ведена шестерня головної передачі; 22. Ліва піввісь; 23. Шестерня півосі; 24. Картер редуктора заднього моста; 25. Регульовальне кільце провідної шестерні; 26. Розпірна втулка підшипників; 27. Підшипник провідної шестерні; 28. Сальник провідної шестерні; 29. Грязевідбивач сальника; 30. Фланець-вилка карданного шарніра;

31. Гайка; 32. Масловідбивач; 33. Провідна шестерня головної передачі; 34. Вісь сателітів; 35. Опорна шайба шестерні півосі; 36. Коробка диференціала; 37. Права піввісь; 38. Кронштейни кріплення деталей підвіски; 39. Упорна пластина підшипника півосі; 40. Щит заднього гальма; 41. Колодка заднього гальмівного механізму; 42. Фрикційна накладка; 43. Фланець півосі; 44. Стопорна пластина

Принцип роботи ведучого моста є наступним: крутний момент з двигуна передається через зчеплення до коробки передач, потім через карданний вал до головної передачі і далі через полуосі на ведучі колеса. При цьому ведучий міст виконує функції [11] :

- змінює підведений крутний момент та передає його на ведучі колеса;
- при повороті забезпечує ведучим колесам можливість обертатись з різним числом обертів;
- передає тягове (товкаюче) зусилля та реактивний момент від ведучих коліс до рами або несучому кузову машини;
- сприймає силу ваги та бокові реакції, які з'являються при русі машини на повороті або на косогорі.

1.3.1 Опис основних вузлів

- Балка.

Балка 13, заднього моста ВАЗ-2106, складається з двох штампованих кожухів, зварених поздовжніми швами. До кінців кожухів приварені два сталевих фланця 10, в яких проточені гнізда для підшипників 8 і сальників 11 півосей. З торця у фланцях виконані отвори для болтів кріплення щитів 40 гальмівних механізмів коліс. Ці болти з гайками кріплять масловідбивач 3 і пластину 39, яка утримує в гнізді фланця підшипник півосі. Пластина кріплення підшипника півосі та масловідбивач з'єднані між собою гвинтами через ущільнювальну прокладку. На кінцях балки заднього моста приварені опорні чашки пружин задньої підвіски та кронштейни для кріплення штанг та амортизаторів підвіски. У середній частині балка розширена і має наскрізний

отвір, до задньої сторони якого приварена штампована кришка з розташованим у ній маслωναливним (одночасно та контрольним) отвором, закритим пробкою. До переднього обробленого торця отвору кріпиться болтами картер 24 редуктора заднього моста. Зверху в балку ввернутий сапун 19 з пружним клапаном. Через сапун порожнина балки повідомляється з атмосферою, що виключає підвищення тиску в порожнині балки та попадання в задній міст води та бруду при подоланні водних перешкод. У середині балки приварені напрямні 15 півосей, що полегшують встановлення півосей при складанні заднього моста. У нижній частині балки розташований отвір для зливу оливи. Воно закрито пробкою із магнітом [15], [25].

- Головна передача.

У ВА3-2106 вона складається з пари конічних шестерень 33 і 21, передатне число яких дорівнює 3,9 (кількість зубів у шестерні (21) 43, а у шестерні (33) 11). Шестерні мають гіпоїдне зачеплення, при якому вісь провідної шестерні 33 зміщена щодо осі шестерні 21, тобто їх осі не перетинаються, а перехрещуються. Такі шестерні мають складну форму зуба, яка забезпечує одночасне та плавне зачеплення кількох зубів. Це зменшує навантаження на кожен зуб, збільшує довговічність роботи головної передачі і дозволяє передавати більший момент, що крутить. Однак така передача вимагає спеціальної олії (ТАД-17І) з протизадирними присадками. Шестерня 33 встановлена на двох роликівих конічних підшипниках 27, між внутрішніми кільцями яких розташована розпірна втулка 26. Між внутрішнім підшипником і торцем шестерні встановлено регульовальне кільце 25, товщина якого знаходиться в межах від 2,55 до 3,35 мм. Сімнадцять розмірів регульовального кільця дозволяють з великою точністю регулювати взаємне положення ведучої і провідної шестерень, що забезпечує правильне зчеплення їх зубів. На шліцевий кінець шестерні 33 одягнений фланець 30, який кріпиться самоконтрящейся гайкою 31. До циліндричної поверхні фланця підтискається робоча кромка сальника 28. Він захищений від пошкоджень брудовідбивачем 29. Між підшипником шестерні і фланцем затиснут масловідбивач 32. Для того щоб обмежити осьове переміщення ведучої шестерні під робочими навантаженнями та забезпечити безшумну та довговічну

роботу головної передачі, у підшипниках 27 шестерні встановлюється попередній натяг. Він регулюється затягуванням гайки 31 до певної деформації втулки розпірної 26. Попередній натяг визначається по моменту опору прокручування шестірні. Шестерня 21 виконана у вигляді зубчастого вінця, який кріпиться до фланця коробки диференціала болтами. Разом з коробкою диференціала шестерня обертається у двох роликових конічних підшипниках 17. Вони встановлюються в гніздах роз'ємних картера 24, які мають відокремлені кришки 18. Попередній натяг у підшипниках диференціала, а також бічний зазор в зачепленні шестерень головної гайки фіксується пластиною 44, яка кріпиться до кришки підшипника 18 [15], [25] .

- Диференціал.

У ВАЗ це – конічний двосателітний. Він складається з двох сателітів, розташованих на загальній осі 34, двох півосьових шестерень 23 та коробки диференціала. Вісь розташована в отворах коробки диференціала і від випадання утримується шестернею 21. яка перекриває отвір у коробці. Напівсферична поверхня сателітів спирається на півсферу коробки диференціала. Сателіти знаходяться в постійному зачепленні з шестернями півосьовими 23, циліндричні пояски яких заходять в отвори коробки диференціала і є їх опорами. Між торцями півосьових шестерень і коробкою диференціала встановлені опорні шайби 35 [15].

-Піввісь.

Вона виконана заодно з фланцем, до якого кріпляться болтами 1 гальмівний барабан і диск заднього колеса. Внутрішній кінець півосі з'єднаний шліцами з шестернею півосьової 23, яка є опорою для внутрішнього кінця півосі. Зовні піввісь спирається на кульковий підшипник 8, який затиснутий на півосі між її буртиком і кільцем запірним 9. Кільце напресовано на піввісь в нагрітому до 300 С стані. Підшипник півосі ущільнений з внутрішньої сторони сальником 11, зовні - гумовим кільцем, затиснутим між щитом та фланцем балки заднього моста. Підшипник кріпиться в гнізді балки заднього моста пластиною 39, яка разом з масловідбивачем 3 і щитом 40 гальма кріпиться до торця балки заднього моста. Для того, щоб зменшити ймовірність попадання масла до гальмівного

механізму заднього колеса при пошкодженні сальника 11, на півосі виконані канавки, і встановлений масловідбивач 3. Для доступу до гайок болтів кріплення масловідбивача 3, щита 40 і пластини 39. торцевого ключа [15], [25].

1.4 Характерні несправності моста

Таблиця 1.1 – Причини несправностей моста і методи їх усунення [17],[18]

Причина несправності	Метод усунення
1	2
Постійний підвищений шум із боку заднього моста	
1. Деформована балка заднього моста	Замінити «кожухи» заднього моста, чи міст цілком
2. Деформовані піввісі	Замінюємо погнуті піввісі новими
3. Знос шліців на піввісях	замінити піввісі
4. Неправильно відрегульовано редуктор заднього моста, пошкоджено або зношено його шестерні або підшипники	Необхідно відремонтувати редуктор, або замінити його
Недостатньо оливи в задньому мосту	Довести рівень до норми, усунути підтікання
Шум при розгоні автомобіля	
1. Несправні амортизатори	Перевірити та замінити амортизатори
2. Неправильно відрегульовано зачеплення шестерень головної передачі під час ремонту редуктора	Відрегулювати зачеплення шляхом підбору регулювального кільця провідної шестерні
3. Ушкодження підшипників піввісей	Замінити підшипники
Продовження таблиці 1.1	
4. Недостатня кількість оливи	Відновити рівень масла та перевірити, чи немає витoku в ущільненнях картера мосту
Шум при гальмуванні автомобіля двигуном	
1. Неправильний бічний зазор у зачепленні шестерень головної передачі	Відрегулювати зазор
2. Збільшений зазор у підшипниках провідної шестерні внаслідок ослаблення гайки кріплення фланця або зносу підшипників	Відрегулювати зазор; при необхідності замінити підшипники
Шум при розгоні та гальмуванні автомобіля двигуном	

Зношування або руйнування підшипників провідної шестерні	Замінити пошкодженні деталі
Неправильний бічний зазор між зубами шестерень головної передачі	Відрегулювати нормальний бічний зазор між зубами шестерень, замінити пошкоджені деталі
Шум при русі на повороті	
1. Туге обертання сателітів на осі	Замінити пошкоджені або зношені деталі
2. Задирки на робочій поверхні осі сталітів	Невелику шорсткість зачистити дрібною наждачною шкіркою; за необхідності замінити вісь сателітів
3. Заїдання шестерень у коробці диференціала	При незначних пошкодженнях шестерень та сполучених поверхонь коробки диференціала, зачистити їх дрібною наждачною шкіркою, при необхідності замінити пошкоджені деталі
4. Неправильний зазор між зубами шестерень диференціалу	Відрегулювати зазор
Стукіт на початку руху автомобіля	
1. Збільшений зазор у шлицевому з'єднанні валу ведучої шестерні з фланцем	Відрегулювати зазор
2. Зношування отвору під вісь сателітів у коробці диференціала	Замінити коробку диференціала і за необхідності вісь сателітів
3. Ослабла затяжка болтів кріплення реактивних тяг задньої підвіски	Необхідно підтягнути болти

Кінець таблиці 1.1

Витік оливи	
1. Зношування або пошкодження сальника провідної шестерні	Замінити сальник
2. Знос сальника піввісей	Необхідно перевірити биття піввісей, прогин балки, замінити сальник.
3. Ослаблення кріплення кришок підшипників корпусів внутрішніх шарнірів або кришок картера, пошкодження ущільнювальних прокладок	Затягнути гайки та болти, замінити ущільнювальні прокладки

1.5 Загальна технічна характеристика автомобіля

Основні параметри та розміри автомобіля ВАЗ-2106 [4].

Кількість місць, включаючи місце водія.....	5
Корисне навантаження, включаючи 50 кг вантажу в багажнику, кг	400
Повна маса, кг.....	1435

Маса, що припадає на передню вісь, кг:

власна.....	555
повна.....	657

Маса, що припадає на задню вісь, кг:

власна	480
повна	778

Просвіт автомобіля при повній масі, з шинами 175/70R13 (не менше), мм:

до поперечини передньої підвіски.....	175
до балки заднього моста.....	70
до масляного картера двигуна	182

Зовнішній найменший радіус повороту по осі сліду переднього колеса (не більше), м.....

5,6

Максимальна швидкість, км/год:

з найбільшим навантаженням.....	150
з водієм і пасажиром.....	152

Час розгону з місця з перемиканням передач до швидкості 100 км/год, з:

з найбільшим навантаженням.....	17,5
з водієм і пасажиром.....	16

Максимальний підйом, що долається автомобілем з найбільшим навантаженням без розгону на першій передачі %36

Гальмівний шлях автомобіля з найбільшим навантаженням зі швидкості 80 км/год при екстремному гальмуванні, м (не більше).....43,2

Витрата палива' на 100 км шляху влітку при русі на вищій передачі з повним навантаженням (не більше), л:

при швидкості 90 км/год7,4

при швидкості 120 км/год10,1

при міському циклі руху10,3

Двигун

Модель.....	ВАЗ-2106
Тип.....	чотиритактний, бензиновий, карбюраторний
Число і розташування циліндрів.....	4, в ряду
Діаметр циліндра і хід поршня, мм.....	79X80
Робочий обсяг, л.....	1,57
Ступінь стиску.....	8,5
Номінальна потужність за ГОСТом при 5600 об/хв, л. с, щонайменше.....	54,8
Максимальний крутний момент при 3400 об/хв, Н*м (щонайменше).....	116
Мінімальна частота обертання колінчастого валу на режимі холостого ходу, про/хв.....	850—900
Порядок роботи циліндрів.....	1—3—4—2

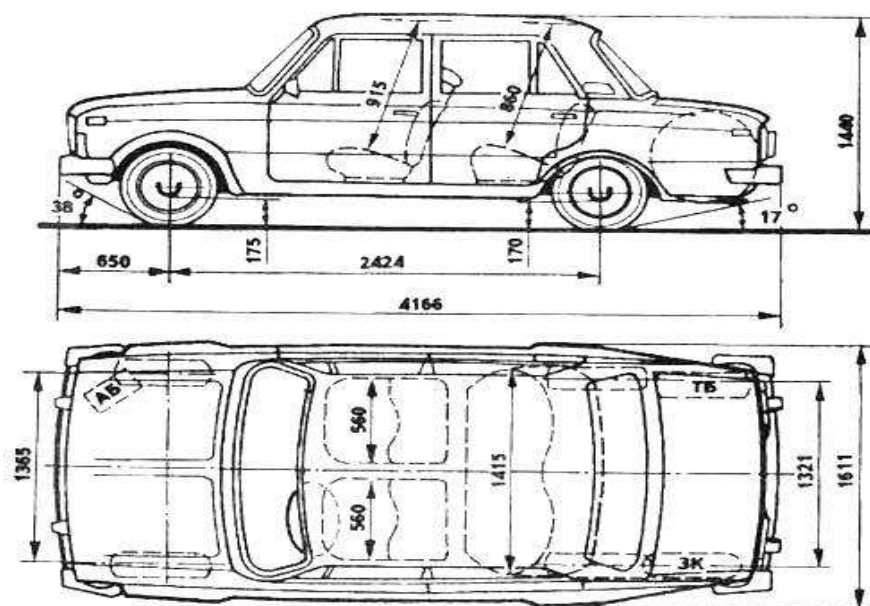


Рис.1.2 – Габаритні розміри автомобіля ВАЗ-2106

2 АНАЛІТИЧНИЙ РОЗДІЛ

2.1 Огляд та аналіз існуючих конструкцій мостів

Ведучі мости. Ведучі мости (рис.2.1) виконуються нерозрізними та розрізними. Картер головної передачі розрізного моста закріплюється на рамі автомобіля, і, отже, його маса відноситься до підресореної маси. Кожухи півосей виконуються хитними. Автомобіль «Татра» є прикладом розрізного ведучого моста, у якого піввісь розміщена в кожусі моста, геометрична вісь якого перетинає геометричну вісь шестерні. У будь-якому положенні геометрична вісь півосі проходить через вісь шестерні, тому піввісь може передавати момент, що крутить, при змінних кутах.

Зниження безпружинної маси і деяке підвищення прохідності є перевагами мосту автомобілів «Татра», але при цьому його конструкція досить складна.

Балки нерозрізних мостів виконуються роз'ємними та нероз'ємними. Роз'ємна балка має поперечний роз'єм по картеру головної передачі і складається з двох частин, з'єднаних болтами. Роз'ємні балки застосовують лише на легкових автомобілях або на вантажних автомобілях малої вантажопідйомності. Нероз'ємні балки мостів можуть мати різне виконання: для легкових автомобілів та вантажних автомобілів малої вантажопідйомності застосовуються балки, що складаються з литого картера головної передачі та запресованих у нього кожухів півосей.

Найбільшого поширення мають ведучі мости з балкою типу банджо. Балка такого мосту виконується литою або штампованою з листової сталі з наступним зварюванням та має розвинену середню частину під картер головної передачі.

Литі балки виконують із високоміцного чавуну, ковкого чавуну, сталі або алюмінієвого сплаву. Вони мають кожухи прямокутного перерізу, в які запресовують сталеві труби для встановлення маточок коліс. Середня частина розташовується у вертикальній площині, що найбільш раціонально з міркувань

міцності, або в горизонтальній площині за конструктивними вимогами. Найбільш поширені та перспективні балки штамповані з листової сталі товщиною від 3,5 до 13 мм марок 10кп, 12ГС, 17ГС та ін, зварені з двох частин. Середня частина посилюється приварювання кілець для надання необхідної жорсткості картеру. Нижня кришка або приварюється або кріпиться на болтах. Балка автомобілів КамАЗ, наприклад, штампується з листової сталі 17ГС товщиною 10,5 або 13 мм, після зварювання калібрується по кінцях під круглий переріз, потім обточується і зварюється тертям з наконечниками під маточини. Балка автомобілів ГАЗ зварюється із двох частин, виштампованих з листової сталі товщиною 8,5 мм марки 12ГС. З метою економії металу застосовані клини. Зварювальні шви розташовані у менш навантаженій зоні. Цапфи із сталі 30Х приварені до картера.

Для штампованої та звареної з двох половин балки мосту легкового автомобіля характерна зміна профілю перерізу (прямокутне, квадратне, кругле).

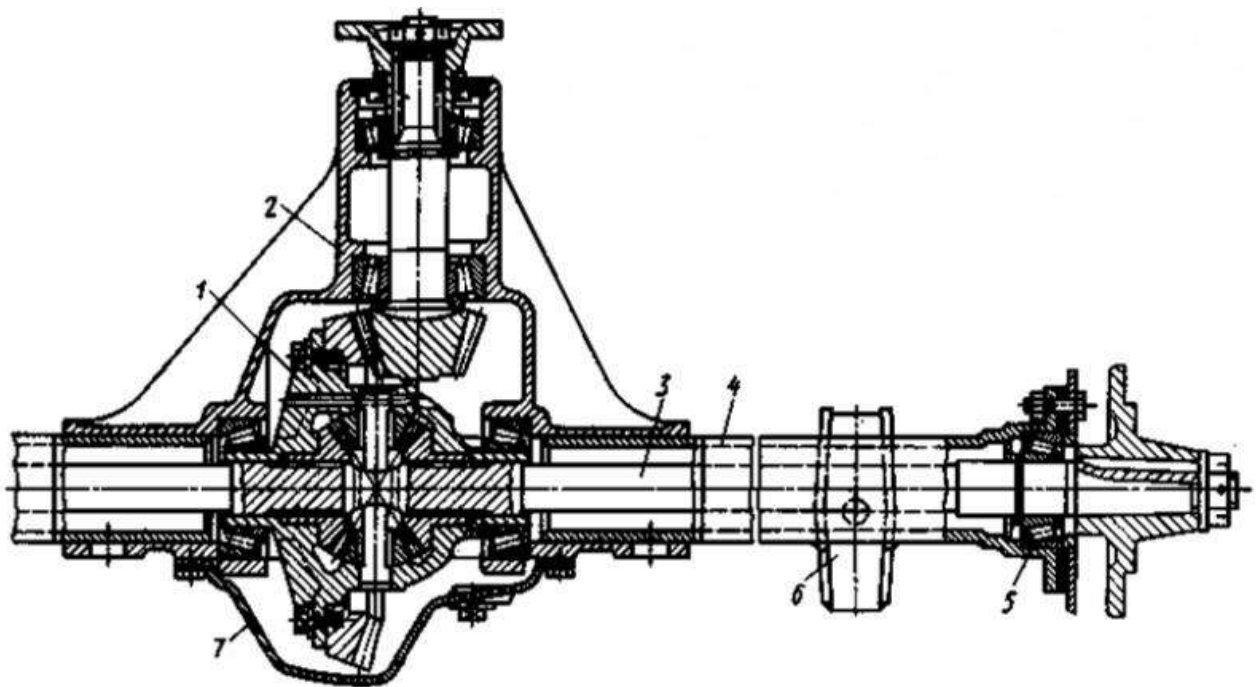


Рисунок 2.1 – Нероз'ємний ведучій міст: 1 – головна передача; 2 – картер; 3 – піввісь; 4 - кожух півосі; 5 – підшипник маточини; 6 – майданчик для ресори; 7 – кришка картера головні передачі

Керовані мости. Керований міст (рис.2.2) є балкою з встановленими по обох кінцях поворотними цапфами. Балка 4 кована, сталева, має зазвичай двотавровий перетин. Середня частина балки вигнута вниз, що дозволяє більш низько розташувати двигун. Шкворень 16 закріплений нерухомо в бобищі балки клиновим болтом 3. Поворотна цапфа 9 встановлена на шворні на бронзових втулках 1 і 8, запресованих в отвори її вушок. Поворотні важелі 18 вставлені в кінчні отвори вушок цапфи та закріплені гайками. Між балкою мосту та поворотною цапфою встановлений опорний підшипник. Він складається з двох шайб 6 і 7, нижня з яких нерухомо сидить у розточуванні і повертається разом із цапфою. Осьовий зазор між поворотною цапфою та балкою регулюють прокладками 2. До поворотної цапфи болтами прикріплені опорний диск колісного гальмівного механізму. На цапфі на двох кінчних роликів підшипниках встановлена маточина 10 переднього колеса. Підшипники маточини закріплені гайкою 11, яка фіксується замковим кільцем, шайбою та контргайкою. Гайкою 11 також регулюється затягування підшипників під час експлуатації [1].

Суцільні ковані балки передніх мостів вантажних автомобілів мають змінний по довжині перетин: двотавровий у середній частині і переходить у круглі після ресорного майданчика. Балки виконані гарячим штампуванням зі сталей 30X, 40X, 45. За кордоном для зниження маси моста застосовують іноді ковані алюмінієві балки, проте вартість їх набагато вища.

Поворотні цапфи виконують із легованих сталей (сталь 35X, 40X) та термічно обробляють. Циліндричні поверхні цапф гартують із нагріванням ТВЧ.

Шкворні застосовують двох типів: циліндричні та з конусною посадкою нижньої частини великого діаметру. Поверхня шворня, виготовленого зі сталі 45,50, загартовують із нагріванням ТВЧ на глибину до 2,5 мм, а зі сталі 18ХГТ цементують на глибину до 1,5 мм.

Втулки шворнів виконують із сталеві стрічки з антифрикційним покриттям фосфористою бронзою.

При конусній посадці шворень кріпиться гайкою, циліндричний шворень має лиску для кріплення болтом. Між бобишкою балки мосту та нижньою опорою кулака на шворень встановлюють завзятий підшипник.

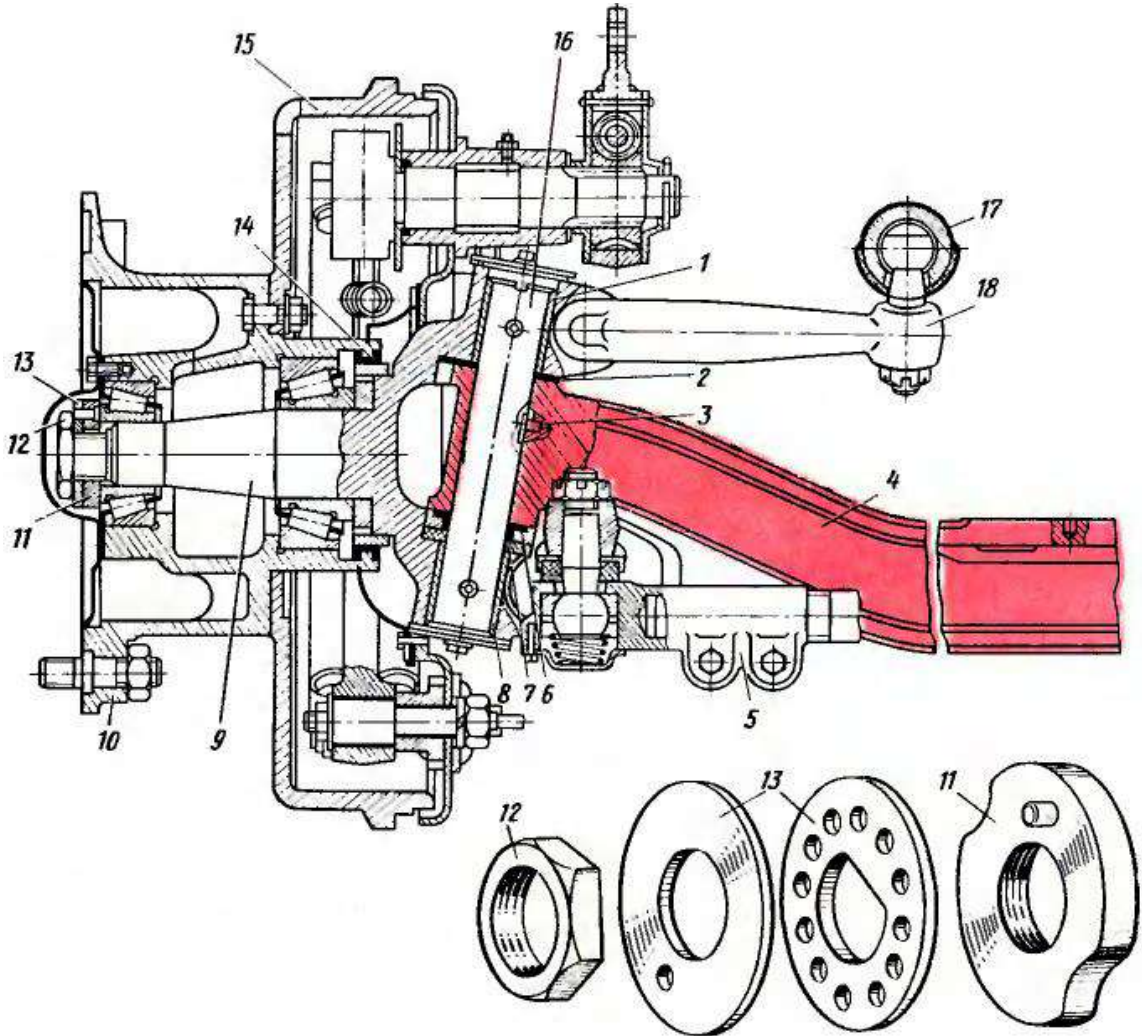


Рисунок 2.2 – Передній міст вантажного автомобіля ЗІЛ-130: 1 та 8 – втулки шворня; 2 – регулювальні прокладки; 3 – клиновий болт; 4 – балка мосту; 5 – поперечна рульова тяга; 6 та 7 – шайби опорного підшипника; 9 – поворотна цапфа; 10 - маточина колеса; 11 – регулювальна гайка; 12 – контргайка; 13 – замкова шайба; 14 – сальник; 15 - гальмівний барабан; 16 – шворень; 17 - поздовжня рульова тяга; 18 – поворотний важіль

Підтримуючі мости. Підтримуючий міст (рис.2.3) призначений лише для передачі вертикального навантаження від рами до колес автомобіля. Він є прямою балкою, по кінцях якої на підшипниках змонтовані підтримуючі колеса.

Підтримуючі мости застосовують на причепах та напівпричепах, а також на легкових автомобілях із приводом на передні колеса [1]. Причепи та напівпричепи мають балку з цапфами по краях, приварені кронштейни під ресори, фланці для гальмівних механізмів, а мости багатовісних візків для реактивних штанг. Для виготовлення балок використовують круглу або квадратну трубу. Ціліснотягнута труба зі Сталі 35 обробляється тільки по торцях і потім приварюється до цапф.

У горизонтальній площині зусилля на балку приблизно в 2 рази менше, ніж у вертикальній, тому було б правильно застосовувати балки прямокутного перерізу, що має більшу вертикальну сторону.

Існують різні види перерізів балок мостів для причепів: балки, які виконані із труб із привареними цапфами; балки цапфи яких отримані обтисканням кінців труби; балки, які виконані калібруванням із труб круглого перерізу; двотаврова балка - штампована.

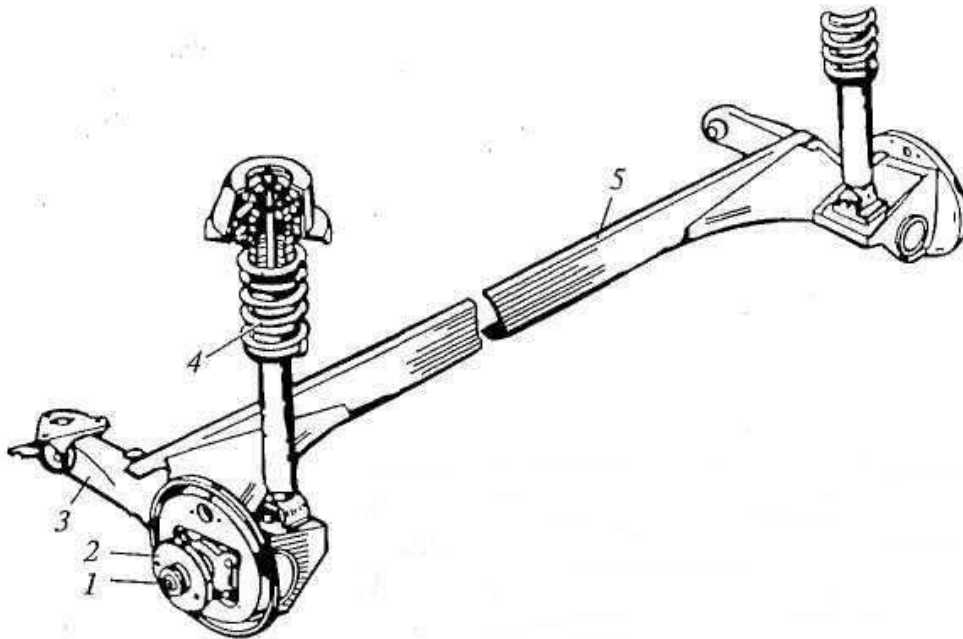


Рисунок 2.3 – Підтримуючий міст передньопривідних автомобілів ВАЗ:

1 – вісь; 2 – маточина; 3 – важіль; 4 – підвіска; 5 – балка

Комбіновані мости. Комбінований міст (рис.2.4) виконує функції провідного та керованого мостів [1]. Характерною відмінністю цих мостів є

наявність кульової опори із цапфами. Усередині кульової опори розташований карданний шарнір рівних куткових швидкостей.

Якщо взяти, наприклад, нерозривний комбінований міст вантажного автомобіля великої вантажопідйомності. Міст має бортові редуктори, подвійні карданні шарніри та цільноштамповану двотаврову балку, до якої кріпляться редуктори. Привід від головної передачі до бортових редукторів здійснюють півосі, укладені в трубчастих кожухах, розташованих поруч з двотавровою балки. Така ускладнена та обтяжена конструкція не має широкого застосування [2].

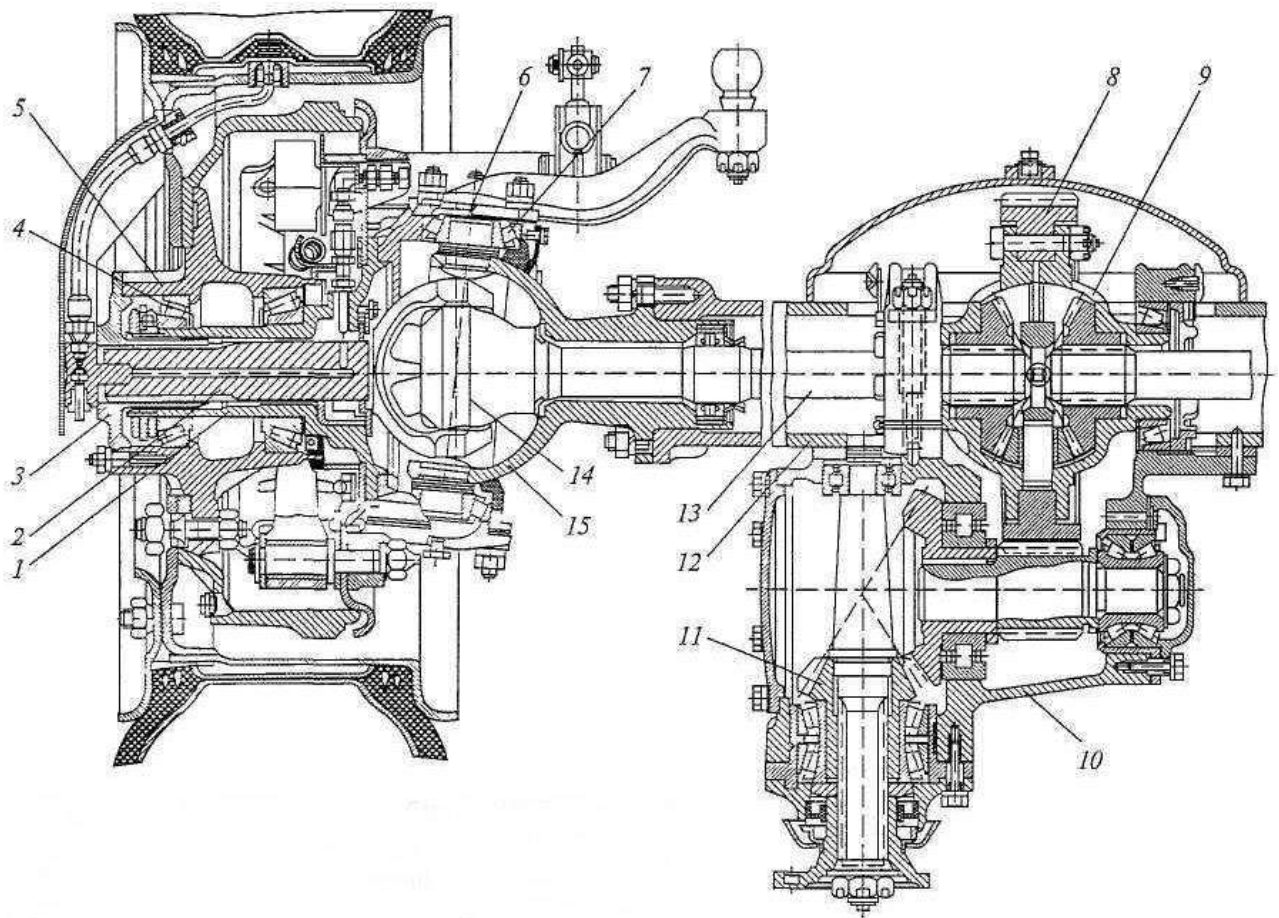


Рисунок 2.4 – передній провідний міст вантажних автомобілів ЗІЛ високої прохідності: 1 - цапфа; 2,13 – півосі; 3 – фланець; 4,7 – підшипники; 5 - маточина; 6 – шип; 8,11 – шестерні; 9 – диференціал; 10 – картер; 12 – балка; 14 – карданний шарнір; 15 – опора

2.2 Інноваційні підходи, технології що використовуються в конструкції мостів автомобілів

2.2.1 Циліндричний несоосний безступний редуктор

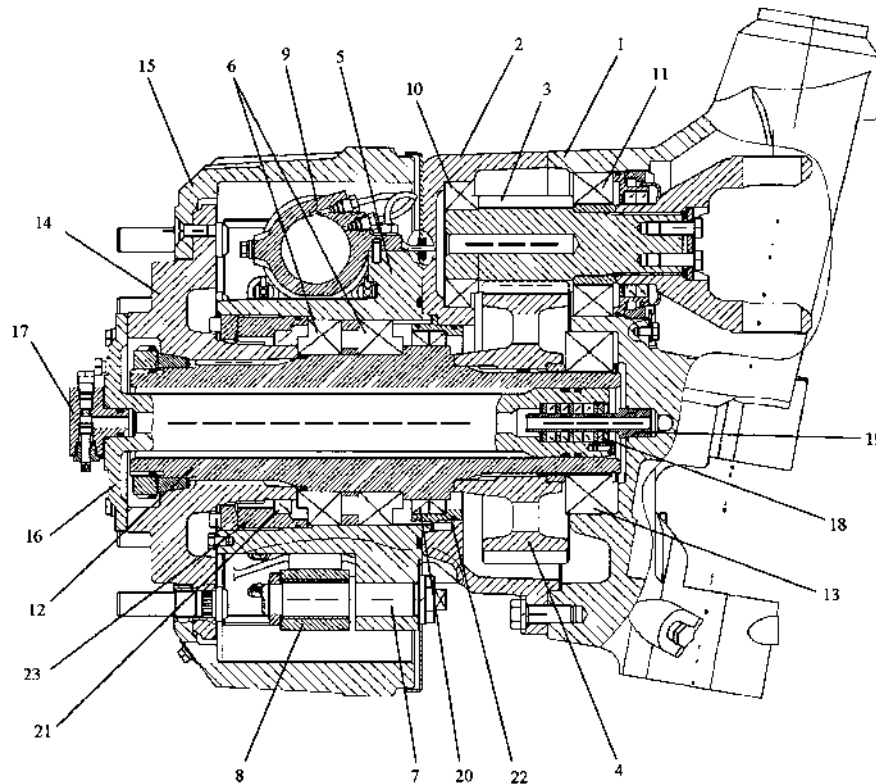


Рисунок 2.5 - Конструкція редуктора в розрізі, де 1 - корпус колісного редуктора (картер); 2 - кришка корпусу; 3 - провідна циліндрична косозуба шестерня постійного зачеплення; 4 - ведена циліндрична косозуба шестерня постійного зачеплення; колодки колісного гальма, 9 - циліндр колісного гальма, 10 і 11 - конічні підшипники, 12 - вал колісного редуктора, 13 - підшипник, 14 - фланець колісного гальма, 15 - барабан колісного гальма, 16 - система накачування шин, 17 18 - блок ущільнення, 19 - трубка підведення повітря, 20, 21, 22 - манжети, 23 - захисний корпус.

Механізм (рис.2.5) відноситься до галузі машинобудування, а саме до колісних редукторів. Він призначений для передачі моменту, що крутить, від редуктора моста до колеса і може бути використано в машинах, що працюють на місцевості і на дорогах всіх видів в будь-яку пору року.

Завданням механізму є підвищення дорожнього просвіту машини порівняно із співвісним редуктором та оптимальне розподілення навантаження, що передається від колеса до підшипників.

Поставлене завдання вирішується за рахунок того, що циліндричний несоосний безступичний редуктор складається з корпусу 1 колісного редуктора (картера), кришки 2 корпусу, циліндричних косозубих шестерень постійного зачеплення 3 (провідна) і 4 (ведена).

У кришці 2 встановлений корпус підшипників 5 6 (пара). У корпусі підшипників 5 також встановлені пальці колодок 7, на яких встановлені колодки 8 колісного гальма.

Зверху на корпусі 5 підшипників встановлений циліндр колісного 9 гальма.

Шестерня ведуча 3 встановлена на конічних підшипниках 10 і 11. Шестерня ведена 4 встановлена на шліцях вала колісного редуктора 12, а вал колісного редуктора 12 встановлений на підшипниках 6 і 13, відповідно.

Фланець 14 колісного редуктора жорстко закріплений на шліцях валу 12. На фланець 14 колісного редуктора кріпиться барабан колісного 15 гальма.

Для регулювання тиску повітря в шинах у колісному редукторі передбачена система підведення повітря, що складається з валу системи накачування шин 16, запору крана повітря 17, блок 18 ущільнення. Блок 18 встановлений у розточуванні валу 16. У картері 1 запресована трубка 19 підведення повітря.

Масило підшипників шестерень здійснюється розбризкуванням олії. Масило підшипників 6 здійснюється пластичним мастилом. Для поділу порожнин у кришці картера 2 встановлені манжети 20. Для виключення взаємодії із зовнішнім середовищем з підшипниками 6 встановлена манжета 21, які встановлені в захисному корпусі 23. Манжети 20 встановлені в корпусі 22 манжети.

У корпусі 5 підшипника встановлений датчик АБС (не показаний).

Відсутність маточини в колісному редукторі дозволило оптимально розподілити навантаження, що передаються від колеса до підшипників, встановлення датчика АБС дозволяє регулювати гальмівні моменти, а неспіввісна схема колісного редуктора дозволяє збільшити дорожній просвіт порівняно з співвісним.

Відмінні риси редуктора: 1. Редуктор додатково містить систему підведення повітря, що складається з валу системи накачування шин, запірною крану повітря, блоку ущільнення, встановлених у розточуванні валу редуктора і з'єднаних з трубою підведення повітря, запресованої в корпусі колісного редуктора; 2. У корпусі підшипників встановлено датчик АБС [20].

2.2.2 Відключаючий колісний вузол

Механізм (рис.2.6) відноситься до галузі машинобудування і може бути використане у провідних мостах транспортних засобів, для передачі крутного моменту при русі в умовах бездоріжжя і дорогами загального користування.

Завданням механізму є забезпечення нормального з'єднання зубчастої муфти та маточини колеса, спрощення конструкції та підвищення довговічності.

Розв'язання цього завдання здійснено в такий спосіб.

Колісний вузол транспортного засобу, що відключається, містить встановлену в корпусі нерухому вісь, в отворі якої встановлена на підшипнику в розточці кришки провідна піввісь зі шліцьовим кінцем, з'єднаною зі маточиною колеса, виконаної з внутрішніми зубами і розміщеної на осі за допомогою підшипників, зубчаста муфта встановлена на шліцевому кінці провідної півосі з можливістю взаємодії з внутрішніми зубцями маточини колеса. Зубчаста муфта з'єднана з поршнем механізму управління, встановленим в отворі нерухомої осі, що включає поршень і попередньо стислу пружину. Канали для підведення робочого середовища з'єднані з механізмом керування. Попередньо стисла пружина одним кінцем

упирається в торець зубчастої муфти, а іншим - у склянку, закріплену на провідній півосі і не має контакту з кришкою. Поршень механізму управління розташований у розточуванні нерухомої осі. Досягається підвищення надійності пристрою.

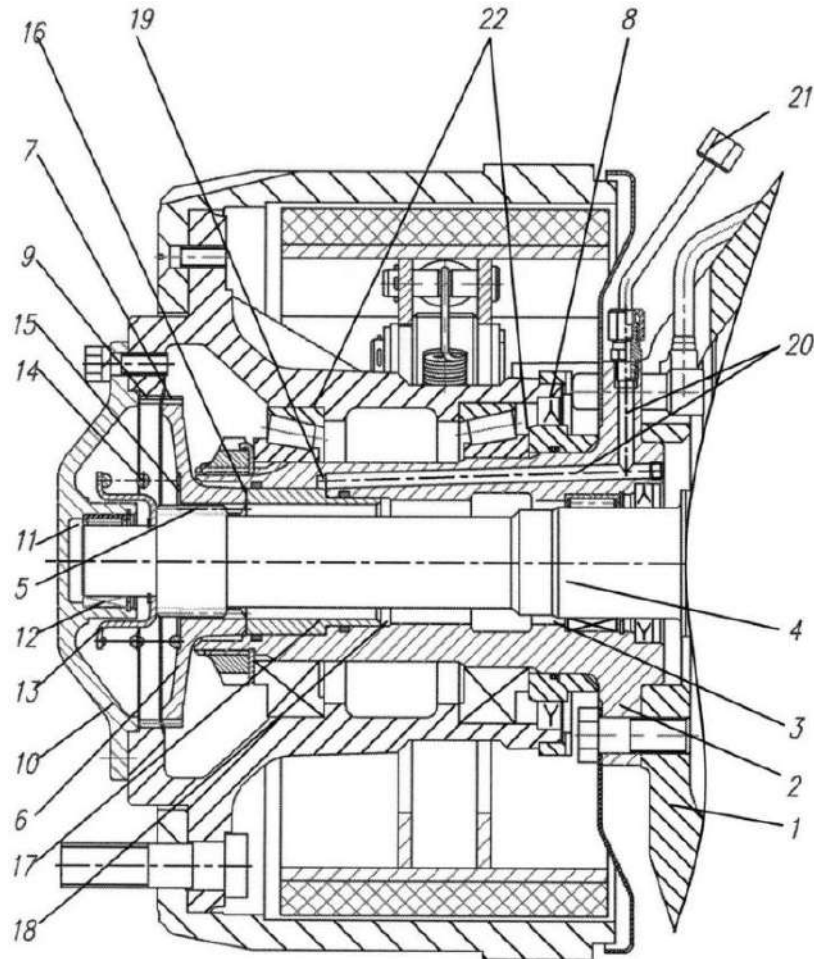


Рисунок 2.6 - Загальний вигляд колісного вузла транспортного засобу, що відключається у відключеному стані: 1, 10 - корпус, 2 - нерухома вісь, 3 - отвір нерухомої осі, 4 - провідна піввісь, 5 - шліцеве з'єднання, 6 - зубчаста муфта, 7 - зовнішні зубці зубчастої муфти, 8 - ступиця колеса, 9 - внутрішні зуби ступ колеса, 11 - розточування, 12 - підшипник ведучої півосі, 13 - зафіксована склянка, 14 - попередньо стиснута пружина, 15,16 - торець зубчастої муфти, 17 - поршень, 18 - розточування нерухомої осі, 19 - підпоршневе 21 - зовнішнє отвір, що підводить, 22 - підшипники нерухомої осі.

Таке виконання колісного вузла транспортного засобу, що відключається, дозволяє виключити з'єднання за допомогою моменту тертя маточини колеса і провідної півосі, забезпечивши зачеплення зубів зубчастої муфти з зубцями маточини колеса в будь-якому кутовому їх положенні, що спрощує конструкцію пристрою.

Колісний вузол транспортного засобу, що відключається, працює в двох режимах.

Перший основний режим передбачає рух транспортного засобу в нормальних дорожніх умовах або при частковому його завантаженні і характеризується відсутністю тиску в зовнішньому отворі 21, а відповідно і в каналах 20. При цьому під впливом осьової сили, що виникає від попередньо стиснутої пружини 14, поршень 17 зміщений вправо, а зовнішні зубці 7 зубчастої муфти 6 не з'єднані з внутрішніми зубцями 9 маточини колеса 8. Обертання маточини колеса 8 від контакту з дорогою або обертання її від провідної півосі 4 відсутня, так як ведуча піввісь 4 не з'єднана зі маточкою колеса 8. е. маточина колеса 8 вільно обертається на підшипниках 22 нерухомої осі 2.

Другий режим передбачає рух у складних дорожніх умовах (бездоріжжя, сніг, ожеледиця, рух у гору тощо), коли оператор транспортного засобу використовує можливість дистанційного включення в роботу провідного мосту.

При подачі тиску, наприклад повітря, з пневмосистеми через зовнішнє підвідний отвір 21, канали 20 і підпоршневий простір 19, надходить до поршня 17 і, впливаючи через нього на торець 16 зубчастої муфти 6, додатково торцем 15 стискає п. по шліцевому з'єднанні 5 своїми зовнішніми зубцями 7 входить в зачеплення з внутрішніми зубцями 9 маточини колеса 8.

Таким чином, момент, що крутить, від провідної півосі 4 передається на маточину колеса 8. Відбувається включення провідного моста в роботу. Транспортний засіб готовий до подолання умов бездоріжжя та розвитку додаткової тяги.

Цей механізм промислово застосовується і може бути виготовлений на стандартному устаткуванні.

Ще одна відмінна риса колісного вузла транспортного засобу, що відключається в тому, що поршень механізму управління розташований в розточуванні нерухомої осі [21].

2.2.3 Система управління блокуванням диференціалів

Механізм (рис.2.7) відноситься до транспортного машинобудування, зокрема механізмів приводу провідних коліс транспортних засобів.

Завданням пропонованого технічного рішення є зниження динамічних навантажень при блокуванні диференціала і русі на повороті та підвищення довговічності фрикційної муфти блокування.

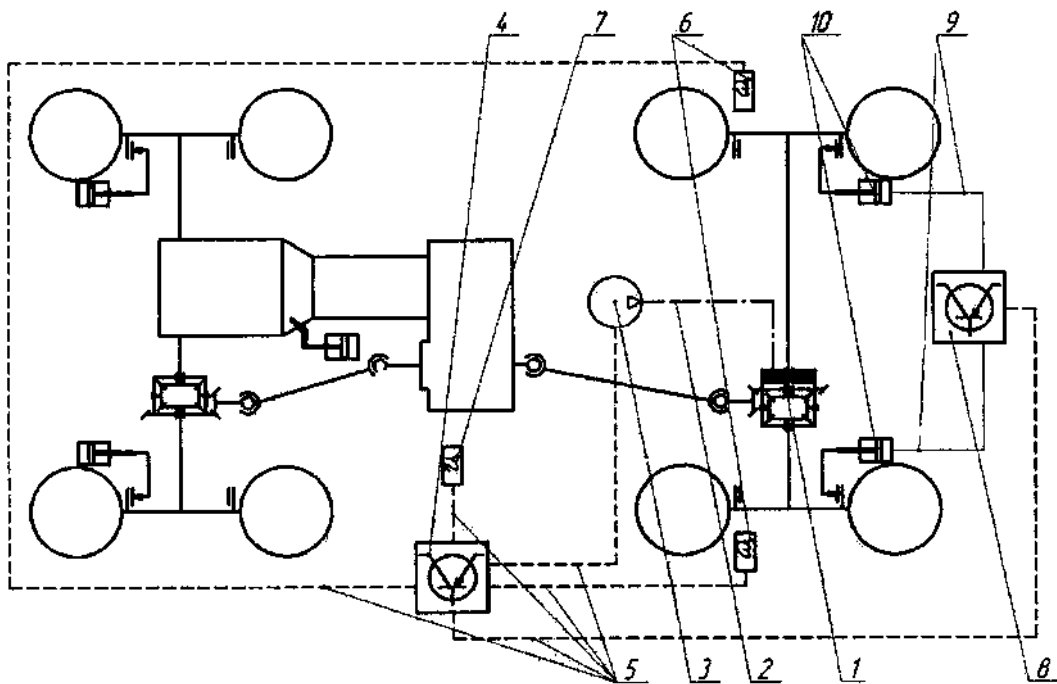


Рисунок 2.7 - Система управління блокуванням диференціалів у трансмісії транспортного засобу, де 1 - фрикційна муфта блокування, 2 - гідравлічні лінії, 3 - гідравлічний блок, 4 - електронний блок управління, 5 - електричні ланцюги, 6 - датчик частоти обертання, 7 - датчик кута повороту кермового колеса, 8 - модулятор тиску, 9 - пневмопроводу 10 - гальмівні камери.

Зазначений технічний результат досягається тим, що система управління блокуванням диференціалів у трансмісії транспортного засобу, що містить фрикційну муфту блокування 1, пов'язану за допомогою гідравлічних ліній 2 з гідравлічним блоком 3, електронний блок управління 4, пов'язаний за допомогою електричних ланцюгів 5 з датчиками частоти обертання 3 відрізняється тим, що додатково оснащена датчиком кута повороту рульового колеса 7, пов'язаним з електронним блоком управління 4 за допомогою електричних ланцюгів 5, і модулятором тиску 8, пов'язаним за допомогою електричних ланцюгів 5 з блоком управління 4 і з'єднаним за допомогою пневмопроводів 9 з гальмівними камерами 10 системи транспортного засобу

Оснащення системи управління блокуванням диференціалів у трансмісії транспортного засобу датчиком кута повороту рульового колеса 7, пов'язаним з електронним блоком управління 4 за допомогою електричних ланцюгів 5, і модулятором тиску 8, пов'язаним за допомогою електричних ланцюгів 5 з блоком керування 4 і з'єднаним за допомогою пневмопроводів 9 з гальм гальмівної системи транспортного засобу, дозволяє проводити блокування диференціала в процесі руху транспортного засобу, за рахунок попереднього вирівнювання кутових швидкостей провідних коліс шляхом докладання гальмівного моменту до буксируючого колеса, і розблокувати диференціал при русі на повороті, що призводить до зниження динамічних навантажень у транс диференціала та рух на повороті, і як наслідок забезпечує підвищення довговічності фрикційної муфти блокування диференціала.

Система працює в такий спосіб.

При русі машини по прямій на хорошій дорозі колеса транспортного засобу 11 і 12 обертаються синхронно, фрикційна муфта блокування 1 диференціала розблокована, датчики 6 частоти обертання передають блок управління 4 дані про частоти обертання коліс, різниця яких не перевищує допустимого значення, закладеного в управління 4. Буксування того чи іншого колеса призводить до збільшення різниці частот обертання коліс. У

тому випадку якщо ця величина перевищує допустимі межі, блок управління 4 передає керуючий сигнал модулятор тиску 8, який подає повітря в гальмівну камеру 10 буксуючого колеса, внаслідок чого починається його гальмування, і як наслідок вирівнювання кутових швидкостей провідних коліс, після вирівнювання кутових швидкостей блок управління подає сигнал гідравлічний блок 3 для подачі рідини через гідравлічні лінії 2 у фрикційну муфту блокування 1. При цьому внаслідок рівної швидкості провідних коліс, блокування диференціала відбувається без динамічних навантажень на елементи фрикційної муфти блокування 1.

При повороті транспортного засобу, блок управління 4 від датчика 7 кута повороту рульового колеса надходить сигнал, і в цьому випадку величина різниці кутових швидкостей коліс, при якій включається блокування диференціала, збільшується пропорційно збільшенню кута повороту рульового колеса, що усуває можливість блокування диференціала при повороті транспортного засобу [22].

2.2.4 Міжосьвий диференціал відкритого типу

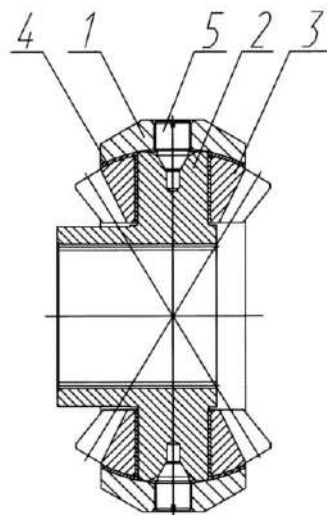


Рисунок 2.8 - Міжосьвий диференціал у поздовжньому розрізі, де 1 – корпус диференціала, 2 – хрестовина, 3 – сателіти, 4 – сферичні шайби сателітів, 5 – настановні гвинти.

Механізм (рис.2.8) відноситься до диференціала відкритого типу транспортного засобу.

Він у свою чергу відноситься до галузі машинобудування, а саме автомобілебудування, і може бути використаний у провідних мостах транспортних засобів.

Завданнями, на вирішення яких спрямоване технічне рішення, є створення міжосьового диференціала транспортного засобу, що містить корпус, що представляє собою цільну конструкцію, що дозволяє:

- зменшити габаритні розміри та масу диференціала;
- знизити собівартість моста;
- Зменшити собівартість виготовлення;
- зменшити трудомісткість виготовлення та збирання диференціала.

Поставлене завдання досягається тим, що в міжосьовому диференціалі відкритого типу транспортного засобу корпус диференціала представляє цільну конструкцію з виконаною всередині хрестовиною з встановленими на її шипах сателітами і сателітів шайбами, що фіксується за допомогою чотирьох установчих гвинтів. Досягається спрощення конструкції та підвищення технологічності та надійності конструкція міжосьового диференціала.

Така сукупність суттєвих ознак, що характеризують міжосьовий диференціал, відрізняє його від попередників і дозволяє забезпечити виконання поставлених під час розробки корисної моделі завдань.

Даний механізм відповідає вимогам промислової застосування та реалізується на існуючому технологічному обладнанні [23].

3 ДІАГНОСТИКА ТА ВИПРОБУВАННЯ МОСТА

3.1 Діагностика та випробування моста в лабораторних умовах

Ведучий міст автомобіля та чотири основні його вузли (головну передачу, диференціал, півосі та балку) випробовують за окремими програмами.

У лабораторних умовах на стендах різної конструкції визначають величину та положення плями контакту шестерень головної передачі, температурну характеристику редуктора ведучого моста, статичну міцність та жорсткість конструкції. Рівень вібрацій та шуму, ККД головної передачі та диференціала, коефіцієнт блокування диференціала та довговічність знаходять як у лабораторних, так і в дорожніх умовах. При визначенні довговічності ведучого моста в лабораторних умовах використовують стенди замкнутого та розімкнутого типу.

Методики визначення рівня шуму та вібрацій, положення плями контакту, температурної характеристики аналогічні відповідним методикам, які застосовуються при випробуваннях коробок передач. Жорсткість конструкції доцільно перевіряти окремо для картера головної передачі та балки ведучого мосту.

У ведучого моста статичне навантаження прикладають до майданчиків, до яких прикріплені ресори. Деформацію балки вимірюють у кількох точках стрілочними індикаторами. У головної передачі момент, що крутить, прикладають до ведучого валу, а сам картер і півосі прикріплюють до рами стенда. Схема установки картера ведучого моста та картера головної передачі на стенді наведено на рис. 3.1 [5].

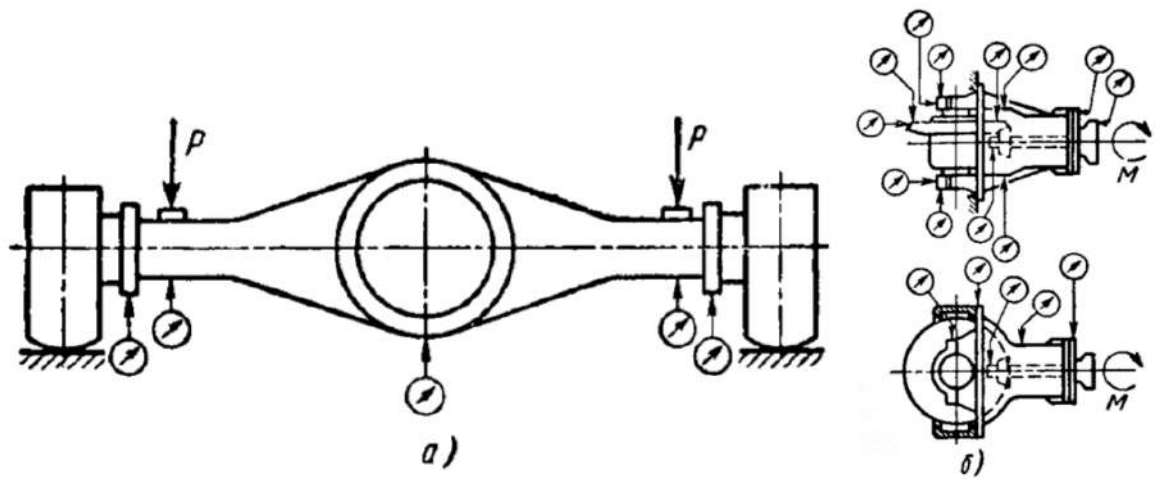


Рисунок 3.1 – Схема установок для визначення жорсткості елементів ведучого моста: а – картера ведучого моста; б – картера головної передачі.

Випробування визначення статичної жорсткості ведучого мосту носять порівняльний характер, дозволяючи вибрати оптимальний з погляду жорсткості конструктивний варіант.

Для визначення ККД провідного моста та коефіцієнта блокування диференціала, а також для випробувань на довговічність може бути використаний стенд розімкнутого типу (рис. 3.2).

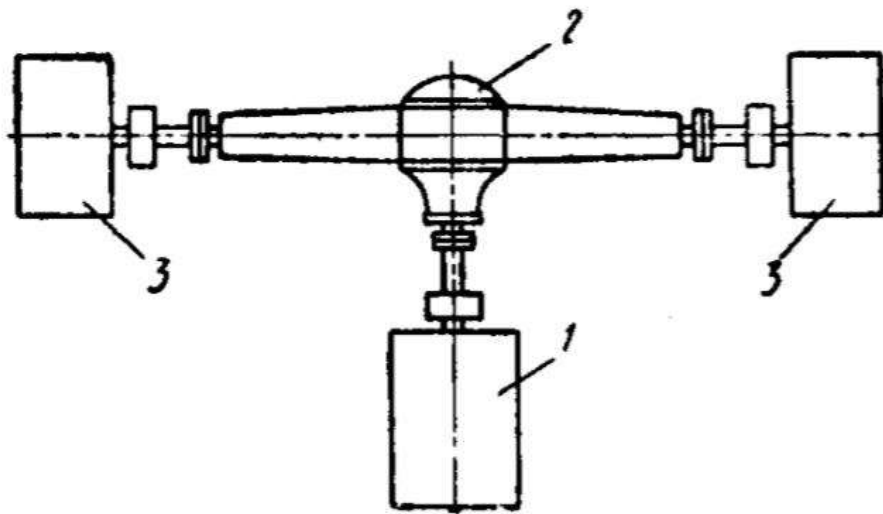


Рисунок 3.2 – Схема стенда для визначення ККД ведучого моста та коефіцієнта блокування диференціалу: 1 – електродвигун; 2 – випробувальний мост; 3 – гальма

Електродвигун 1 навантажує випробувальний мост 2, піввісі якого з'єднані з гальмами 3. При випробуваннях вимірюють обертові моменти на

ведучому валу головної передачі M_B та на піввісях M_1 и M_2 , а також відповідні їм частоти ω_B , ω_1 и ω_2 . ККД ведучого моста η_{BM} знаходять по формулі:

$$\eta_{BM} = \eta_{ГП} \cdot \eta_d = \frac{2M_2}{M_B i} + \frac{(M_1 - M_2)\omega_i}{M_B \cdot \omega_B},$$

де $\eta_{ГП}$ і η_d — ККД відповідно головної передачі та диференціалу;

i — передатне відношення головної передачі.

При випробуванні отримують залежність η_{BM} від співвідношення частот обертання ω_1 та ω_2 (при частоті обертання $\omega_1 = \omega_B$ і ККД диференціалу $\eta_d = 1$, отже, $\eta_{BM} = \eta_{ГП}$), а також залежність η_{BM} від частоти обертання ω_B та моменту M_B . Коефіцієнт блокування диференціалу визначають як відношення M_1 / M_2 при умові, що $\omega_1 < \omega_2$.

При визначенні статичної міцності трансмісійної частини ведучого моста до його ведучого валу при закріплених півосях прикладають крутний момент, що повільно зростає, до руйнування слабкої ланки. У разі випробувань на статичну згинальну міцність картера ведучого моста до його опорних майданчиків (місць кріплення ресор) прикладають повільно наростаюче навантаження. У зварних конструкціях з метою визначення якості зварних швів картер ведучого моста доводять до руйнування навантаженням, що скручує. На рис.3.3 наведено схему стенда, призначеного для дослідження статичної міцності ведучого моста.

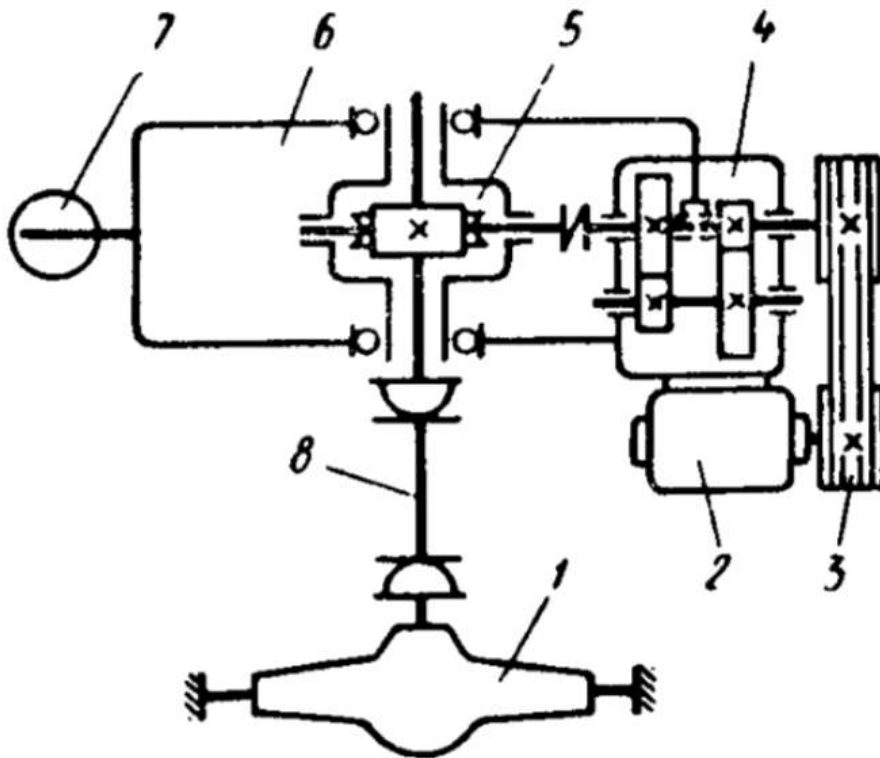


Рисунок 3.3 – Схема стенда для визначення статичної міцності ведучого моста: 1 - головна передача; 2 – електродвигун; 3 – клинопасова передача; 4 – редуктор; 5 – черв'ячна передача; 6 – картер; 7 – динамометр; 8 – карданний вал

Піввісі ведучого моста жорстко прикріплюють до рами стенду. Головну передачу моста приводить у обертання електродвигун 2 через клинопасову передачу 3, редуктор 4, черв'ячну передачу 5 і карданний вал 8. Величину підводиться крутного моменту вимірюють на балансірно підвішеному картері 6 динамометром 7. Цей стенд може бути використаний і для визначення жорсткості головної передачі.

При ресурсних випробуваннях ведучого мосту встановлюють довговічності зубів шестерень головної передачі, підшипників головної передачі та коліс, деталей диференціала, півосей, сальників та ущільнень та балки ведучого мосту. Однак основною причиною виходу з ладу провідного моста є руйнування шестерень головної передачі, режим роботи яких залежить від величини прикладеного моменту, що крутить, і швидкості обертання. Коли швидкість обертання мала,

масляної плівки на поверхні зубів майже не утворюється, внаслідок чого відбувається підвищений абразивний зношування зубів (область 1 рис. 3.4). При підвищених швидкостях обертання під навантаженням поверхні зубів перегріваються і може виникнути заїдання (область 3). У разі підвищених навантажень виникає піттинг (область 2) та втомні поломки зубів (область 4). Найменше пошкодження зубів характерне області 5 (рис. 3.4).

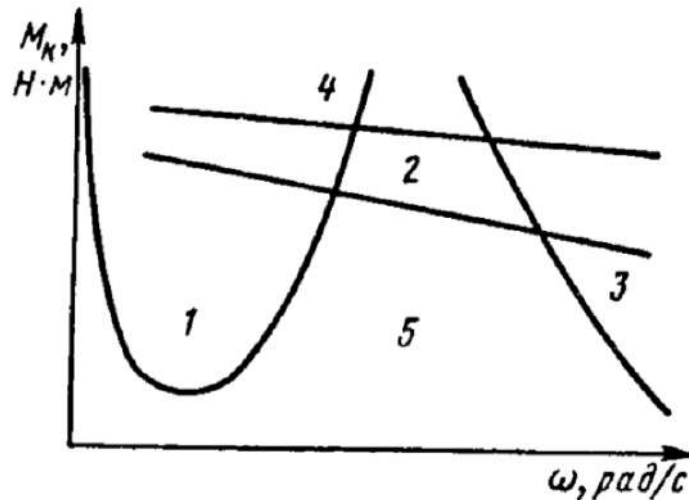


Рисунок 3.4 – Діаграма, яка пояснює характер можливих руйнувань зубів шестерен

Піттингові руйнування відбуваються при легких та середніх умовах експлуатації, відшарування цементованого шару – при середніх та важких, а втомні поломки зубів – при важких [5].

Програма навантаження головної передачі на стенді, складена на підставі вивченого робочого режиму навантаження, повинна враховувати зазначені особливості роботи шестерень головної передачі. Схема стенду для випробування основних передач на довговічність показана на рис. 3.5.

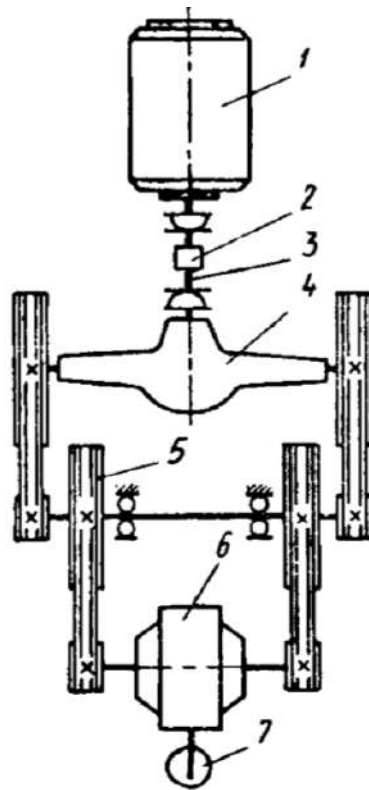


Рисунок 3.5 – Схема стенда для випробування головних передач на довговічність: 1 – електродвигун; 2 – первинний перетворювач моменту; 3 – карданний вал; 4 – ведучий міст; 5 – клинопасова передача; 6 – індукторне гальмо; 7 – динамометр.

Електродвигун 1 через карданний вал 3 обертає головну передачу ведучого моста, що випробовується 4. Крутний момент на карданному валу контролюється первинним перетворювачем моменту 2. Індукторне гальмо в з'єднанні з півсями ведучого моста клиноременною передачею 5. Крутний момент вимірюється 7. Крутний момент вимірюється та частоти обертання провідної шестерні. Перед випробуванням провідний міст обкатують протягом кількох годин без навантаження та з малим навантаженням.

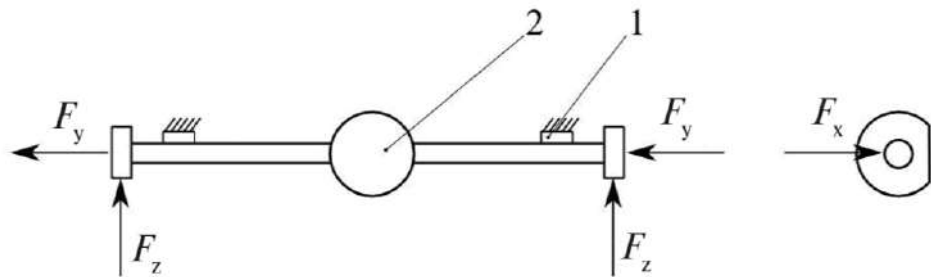
Довговічність півосей визначають на стендах, що дозволяють створювати циклічне (наприклад, знакозмінне) навантаження. Один кінець півосі з'єднують з механічним або гідравлічним силозбудником, що створюють циклічний момент, а інший - з рамою стенду.

Для випробування автомобільних півосей на втому застосовують універсальні стенди, на яких крім високочастотного навантаження резонансного

можна за допомогою додаткових гідравлічних пристроїв здійснювати циклічне низькочастотне навантаження піввісей [5].

Випробування балки ведучого мосту здійснюється на спеціальному стенді (рис.14). При русі по розбитих дорогах, бездоріжжю балка ведучого мосту піддається значним навантаженням, передаючи вертикальні, поздовжні, бічні зусилля на систему автомобіля, що несе.

Для імітації навантажувальних режимів балка закріплюється на стенді (рис. 3.6) і до неї прикладається в місцях кріплення напрямного пристрою та пружного елемента статичне навантаження, обумовлене програмою



випробувань.

Рисунок 3.6 – Принципіальна схема стенда для випробування балки ведучого моста: 1 – випробування балка ведучого моста; 2 – стенд.

Вимірюються деформації балки у точках заданих у програмі випробувань.

При необхідності наклеюються тензодатчики та визначаються механічні напруження в балці.

Отримані значення деформацій та механічних напруг порівнюються із заданими у програмі випробувань.

3.2 Діагностика та випробування моста в дорожніх умовах

У дорожніх умовах оцінюється відсутність стукотів у головній передачі та диференціалі при переході з тягового режиму в режим гальмування двигуном і назад, відсутність характерного воя головної передачі в тяговому режимі. Оцінюється герметичність сальникових ущільнень та стиків картерних деталей.

У дорожніх умовах проводять ресурсні випробування. Ресурсні випробування проводяться за заздалегідь затвердженою програмою, де розписано поєднання параметрів для кожного етапу: швидкісні режими руху, ваговий стан, типи опорної поверхні, рельєф місцевості, температурні умови та пробіг автомобіля при різних поєднаннях цих параметрів. Після завершення всього циклу ресурсних випробувань проводиться розбирання ведучого мосту до деталей, їх огляд, дефектування, оцінка зношування. Аналізуються відмови, несправності, що виникли у процесі ресурсних випробувань. Робиться висновок про відповідність ведучого мосту вимогам, що висуваються. Режимометрування ведучих мостів проводиться у дорожніх умовах. Загальні умови проведення режимометрування наведені у вступі.

При режимометруванні ведучих мостів можуть вимірюватися та реєструватися:

- поточний час;
 - Миттєва швидкість руху автомобіля;
 - Шлях, пройдений автомобілем;
 - Температура оточуючого повітря;
 - Кутова швидкість обертання ведучого валу головної передачі;
 - Кутова швидкість обертання кожної півосі або ведучого валу;
 - момент, що крутить, на ведучому валу головної передачі;
 - момент, що крутить, на кожній півосі або приводному валу;
 - температура робочої рідини (мастила) в картері головної передачі
- механічні напруги на панелях картера ведучого мосту та ін. Всі перераховані вище параметри або частина з них повинні одночасно вимірюватися і реєструватися. З іншого боку, це далеко не повний перелік параметрів, які

можуть фіксуватися при режимометруванні ведучого мосту. Перелік вимірюваних та реєстрованих параметрів визначається програмою випробувань. Після завершення всіх етапів режимометрування отримані результати обробляються, піддаються статистичній обробці, щоб їх можна було використовувати як вихідні дані для формування навантажувальних режимів стендових і віртуальних випробувань ведучих мостів [3].

4 КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ

4.1 Розрахунок елементів ведучого моста ВАЗ-2106

Вихідні дані для розрахунку:

Відстань до осі кріплення амортизатора - $l_1 \cong 160$ мм.

Довжина осі ведучого моста - $l_2 = 670$ мм.

Маса колеса (маса диска = 3,18 кг, маса шини = 6,7 кг) - $m_k \cong 9,88$ кг [2].

Повна маса, яка приходить на задню вісь - $m_0 = 778$ кг [3].

Радіус кочення колеса - $r_k = 0,278$ м.

Зовнішній та внутрішній діаметри кожуха моста - $D = 54$ мм, $d = 44$ мм.

Висота до центра ваги автомобіля - $H \cong 750$ мм.

Довжина моста - $B = 1360$ мм.

Плече вигину - $b \cong 44$ мм.

Відстань від осі кріплення колеса до початку шкворня - $c = 119$ мм.

Діаметр піввісі в розрахунковому перерізі (під підшипником) – $d_{\Pi} = 28$ мм.

4.1.1 Визначення сил та моментів діючих на балку

При такому розрахунку балки ведучого мосту зазвичай розглядають три режими навантаження: прямолінійний рух, занесення, динамічне навантаження.

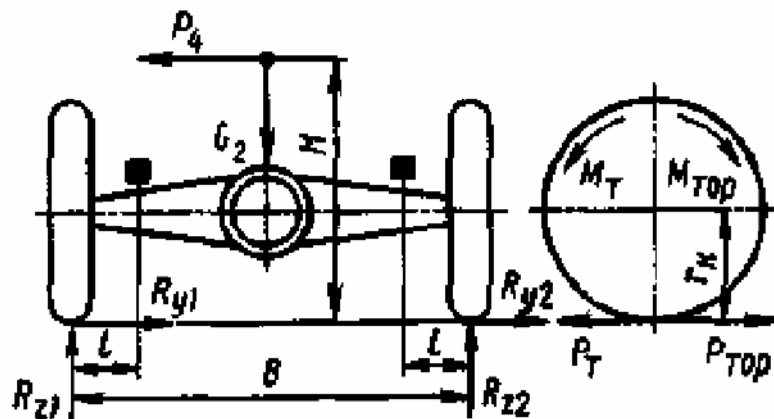


Рисунок 4.1 – Розрахункова схема балки ведучого моста

При прямолінійному русі.

Значення моментів M та сил P приймаються максимальними. Розглянемо вигин балки у вертикальній площині (рис. 4.1).

Згинальний момент:

$$M_{И.В} = R''_{Z1} \cdot l_1 = R''_{Z2} \cdot l_1, \text{ Н} \cdot \text{мм}$$

де l_1 – відстань до осі кріплення амортизатора.

R''_{Z1}, R''_{Z2} – нормальні реакції опорної поверхні за вирахуванням ваги колеса.

$$R''_{Z1} = R''_{Z2} = R_{Z1} - G_K, \text{ Н}$$

де R_{Z1}, R_{Z2} - нормальні реакції опорної поверхні від навантаження на міст G_2 .

G_K – вага колеса, Н

$$R_{Z1} = R_{Z2} = (m_2 \cdot G_2) / 2, \text{ Н}$$

де $m_2 = 1,1 \dots 1,2$ – коефіцієнт перерозподілу навантаження мостами,

G_2 – навантаження на ведучий міст, Н

$$G_2 = m_0 \cdot g = m_0 \cdot 9,81, \text{ Н}$$

де m_0 – повна маса, яка приходить на задню вісь, кг.

$$G_2 = 778 \cdot 9,81 = 7632 \text{ Н}$$

$$R_{Z1} = R_{Z2} = (1,15 \cdot 7632) / 2 = 4388 \text{ Н}$$

$$G_K = m_K \cdot g = m_K \cdot 9,81, \text{ Н}$$

де m_k – маса колеса, кг;

g – прискорення вільного падіння, m/s^2 .

$$G_k = 9,88 \cdot 9,81 = 97 \text{ Н},$$

$$R''_{z1} = R''_{z2} = 4388 - 97 = 4291 \text{ Н}$$

$$M_{и.в} = 4291 \cdot 160 = 686560 \text{ Н}\cdot\text{мм}$$

Вигин картера в горизонтальній площині під навантаженням від сили тяги:

$$M_{и.г} = P_{T1} \cdot l_1 = P_{T2} \cdot l_1, \text{ Н}\cdot\text{мм}$$

де P_{T1} – сила тяги на задній вісі, Н.

$$P_{T1} = P_{T2} = R_{z1} \cdot \varphi = R_{z2} \cdot \varphi$$

де $\varphi = 0,8 \dots 0,9$ – коефіцієнт зчеплення шин із опорною поверхнею.

$$P_{T1} = P_{T2} = 4388 \cdot 0,85 = 3730 \text{ Н}$$

$$M_{и.г} = 3730 \cdot 160 = 596800 \text{ Н}\cdot\text{мм}$$

Момент скручуючий балку:

$$M_{кр} = P_{T1} \cdot r_k = P_{T2} \cdot r_k, \text{ Н}\cdot\text{мм}$$

де r_k – радіус кочення колеса, мм.

$$M_{кр} = 3730 \cdot 278 = 1036940 \text{ Н}\cdot\text{мм}$$

Результуюча напруга від вигину та кручення для круглого трубчастого перерізу:

$$\sigma_{\Sigma} = \sqrt{M_{\text{И.В}}^2 + M_{\text{И.Г}}^2 + M_{\text{КР}}^2} / W, \text{ МПа}$$

де W – момент опору трубчастого перерізу, мм^3 .

$$W = 0,2 \cdot (D^4 - d^4) / D, \text{ мм}^3$$

де D – зовнішній діаметр кожуха ведучого моста, мм ;

d – внутрішній діаметр кожуха ведучого моста, мм .

$$W = 0,2 \cdot (54^4 - 44^4) / 54 = 17611 \text{ мм}^3$$

$$\sigma_{\Sigma} = \sqrt{686560^2 + 596800^2 + 1036940^2} / 17611 = 78 \text{ МПа}$$

Максимальні напруги вигину відносяться до крайніх волокон перерізу, а напруги кручення до середніх волокон перерізу.

При занесенні.

Балку моста розраховують на вигин у вертикальній площині, вважаючи при цьому $R_{T1} = R_{T2} = 0$.

Згинаючі моменти у вертикальній площині:

$$M_{\text{И1}} = R''_{z1} \cdot l_1 - R_{y1} \cdot r_{\text{К}}, \text{ Н} \cdot \text{мм},$$

$$M_{\text{И2}} = R''_{z2} \cdot l_1 + R_{y2} \cdot r_{\text{К}}, \text{ Н} \cdot \text{мм}$$

де R_{y1} та R_{y2} – бічні реакції при занесенні, Н .

$$R_{y1} = R'_{z1} \cdot \varphi,$$

$$R_{y2} = R'_{z2} \cdot \varphi$$

де R'_{z1} та R'_{z2} – нормальні реакції опорної поверхні під час занесення, Н;

$$\varphi = 1.$$

$$R'_{z1} = 0,5 \cdot G_2 \cdot (1 + 2 \cdot \varphi \cdot H / B),$$

$$R'_{z2} = 0,5 \cdot G_2 \cdot (1 - 2 \cdot \varphi \cdot H / B)$$

де H – висота до центра ваги автомобіля, мм;

B – довжина моста, мм.

$$R'_{z1} = 0,5 \cdot 7632 \cdot (1 + 2 \cdot 1 \cdot 750 / 1360) = 8024 \text{ Н}$$

$$R'_{z2} = 0,5 \cdot 7632 \cdot (1 - 2 \cdot 1 \cdot 750 / 1360) = -393 \text{ Н}$$

$$R_{y1} = 8024 \cdot 1 = 8297 \text{ Н}$$

$$R_{y2} = (-393) \cdot 1 = -393 \text{ Н}$$

$$M_{и1} = 4291 \cdot 160 - 8297 \cdot 278 = -1620006 \text{ Н} \cdot \text{мм}$$

$$M_{и2} = 4291 \cdot 160 + (-393) \cdot 278 = 577306 \text{ Н} \cdot \text{мм}$$

Епюри моментів від R'_z та R_{y1} будують окремо, а потім складають. Небезпечний перетин картера знаходиться в місці кріплення ресори, напруга вигину при цьому:

$$\sigma_{и} = M_{и} / W, \text{ МПа}$$

$$\sigma_{и1} = -1620006 / 17611 = -92 \text{ МПа}$$

$$\sigma_{и2} = 577306 / 17611 = 33 \text{ МПа}$$

При динамічному навантаженні.

Згинальний момент у вертикальній площині:

$$M_{\text{И}} = R_{Z1} \cdot K_{\text{д}} \cdot l_1, \text{ Н} \cdot \text{мм}$$

де $K_{\text{д}} = 1,5 \dots 3$ – коефіцієнт динамічності.

$$M_{\text{И}} = 4388 \cdot 2 \cdot 160 = 1404160 \text{ Н} \cdot \text{мм}$$

Напруга згину:

$$\sigma_{\text{И}} = M_{\text{И}} / W, \text{ МПа}$$

$$\sigma_{\text{И}} = 1404160 / 17611 = 80 \text{ МПа}$$

Для балок мостів, литих зі сталі і чугуна, $[\sigma_{\text{И}}] = 300 \text{ МПа}$, для штампованих зі сталюого листа $[\sigma_{\text{И}}] = 500 \text{ МПа}$

4.1.2 Визначення сил та моментів діючих на піввісь

Напіврозвантажену піввісь розраховують на вигин та кручення так само як балку моста для трьох випадків навантаження: прямолінійного руху, занесення та динамічного навантаження.

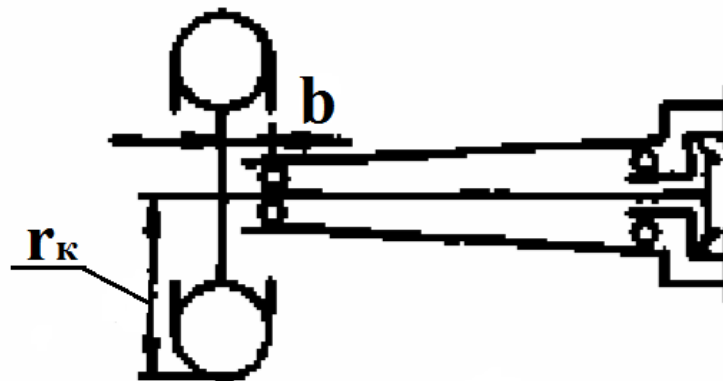


Рисунок 4.3 – Розрахункова схема піввісі ведучого моста.

При прямолінійному русі.

Результуючий згинальний момент півосі у вертикальній та горизонтальній площинах дорівнює:

$$M_{\text{И}} = b \cdot \sqrt{R_{Z1}^2 + P_T^2}, \text{ Н} \cdot \text{мм}$$

де b – плече згину, мм.

$$M_{\text{И}} = 44 \cdot \sqrt{4388^2 + 3730^2} = 253401 \text{ Н} \cdot \text{мм}$$

Розрахунковий момент кручення поввісі:

$$M_{\text{КР}} = P_{T1} \cdot r_k, \text{ Н} \cdot \text{мм}$$

$$M_{\text{КР}} = 3730 \cdot 278 = 1036940 \text{ Н} \cdot \text{мм}$$

Визначення складної напруги:

$$\tau = \sqrt{M_{\text{И}}^2 + M_{\text{КР}}^2} / 0,1 \cdot d_{\text{П}}^3, \text{ МПа}$$

$$\tau = \sqrt{253401^2 + 1036940^2} / (0,1 \cdot 28^3) = 486 \text{ МПа}$$

Результуюча напруга від вигину та кручення для круглого перерізу:

$$\sigma_{\Sigma} = \sqrt{M_{\text{И}}^2 + M_{\text{КР}}^2} / W_{\text{П}}, \text{ МПа}$$

$$\sigma_{\Sigma} = \sqrt{253401^2 + 1036940^2} / 2154 = 496 \text{ МПа}$$

При занесенні.

Згинальні моменти на правому та лівому колесах рівні:

$$M_{И1} = R_{y2} \cdot r_k - R_{z2} \cdot b, \text{ Н} \cdot \text{мм} ,$$

$$M_{И2} = R_{y2} \cdot r_k - R'_{z2} \cdot b, \text{ Н} \cdot \text{мм}$$

$$M_{И1} = (-393) \cdot 278 - 4388 \cdot 44 = - 302326 \text{ Н} \cdot \text{мм}$$

$$M_{И2} = (-393) \cdot 278 - 4291 \cdot 44 = - 298058 \text{ Н} \cdot \text{мм}$$

Напряга згину:

$$\sigma_{И} = M_{И} / W_{\Pi}, \text{ МПа}$$

де W_{Π} - момент опору круглого перерізу полуосі, мм^3 .

$$W_{\Pi} = \frac{\pi \cdot D^3}{32}, \text{ мм}^3$$

$$W_{\Pi} = \frac{3,14 \cdot 28^3}{32} = 2154 \text{ мм}^3$$

$$\sigma_{И1} = -302326 / 2154 = -140 \text{ МПа}$$

$$\sigma_{И2} = -298058 / 2154 = -138 \text{ МПа}$$

При динамічному навантаженні.

Вертикальне навантаження дорівнює:

$$R_{z1} \cdot K_d = R_{z2} \cdot K_d, \text{ Н}$$

$$R_{z1} \cdot K_d = 4388 \cdot 2 = 8776 \text{ Н}$$

Визначення горизонтального навантаження:

$$R_{Z1} \cdot K_d \cdot \varphi = R_{Z2} \cdot K_d \cdot \varphi, \text{ Н}$$

де $\varphi = 0,8 \dots 0,9$ – коефіцієнт зчеплення шин із опорною поверхнею.

$$R_{Z1} \cdot K_d \cdot \varphi = 4388 \cdot 2 \cdot 0,85 = 7460 \text{ Н}$$

Розрахунок скручуючого навантаження:

$$P_{T1} \cdot r_K = M_{KP} = R_{Z1} \cdot K_d \cdot \varphi \cdot r_K = R_{Z2} \cdot K_d \cdot \varphi \cdot r_K, \text{ Н}$$

$$P_{T1} \cdot r_K = 4388 \cdot 2 \cdot 0,85 \cdot 278 = 2073769 \text{ Н}$$

Визначення дотичної напруги кручення:

$$\tau = P_{T1} \cdot r_K / 0,2 \cdot d_{II}^3, \text{ МПа,}$$

$$\tau = 3730 \cdot 278 / (0,2 \cdot 28^3) = 236 \text{ МПа}$$

$$M_{KP} = P_{T1} \cdot r_K, \text{ Н}\cdot\text{мм}$$

$$M_{KP} = 3730 \cdot 278 = 1036940 \text{ Н}\cdot\text{мм}$$

Обчислення кута закручування піввісі:

$$\theta = \frac{M_{KP} \cdot l_2 \cdot 180}{\pi \cdot J_{KP} \cdot G}, \text{ град}$$

де l_2 – довжина осі ведучого моста, мм;

$G = 85 \text{ ГПа}$ – модуль зсуву;

J_{KP} – момент інерції, мм^4

$$J_{KP} = \pi \cdot d_{II}^4 / 32, \text{мм}^4$$

$$J_{KP} = 3,14 \cdot 28^4 / 32 = 60313 \text{мм}^4$$

$$\theta = \frac{1036940 \cdot 670 \cdot 180}{3,14 \cdot 60313 \cdot 85000} = 7,76^\circ$$

Кут закручування зазвичай обмежується $\theta = 9...15^\circ$ на 1 м довжини півосі. Найменше значення кута закручування характеризує підвищену жорсткість, більше значення – схильність до коливань та резонансних явищ.

Допустима напруга: $[\sigma] = 600...800 \text{МПа}$, $[\tau] = 500...600 \text{МПа}$.

Таблиця 4.1 – Результати розрахунків навантаження на елементи моста

Елемент навантаження	Режим навантаження			Допустимі напруги та кут закручування, МПа
	При прямолінійному русі, МПа	При заносі, МПа	При динамічному навантаженні, МПа	
1	2	3	4	5
Балка	$\sigma_{\Sigma} = 78$	$\sigma_{и1} = -92$ $\sigma_{и2} = 33$	$\sigma_{и} = 80$	$[\sigma_{и}] = 500$
Піввісь	$\tau = 486$ $\sigma_{\Sigma} = 496$	$\sigma_{и1} = -140$ $\sigma_{и2} = -138$	$\tau = 236$ $\theta = 7,76^\circ$	$[\sigma] = 600...800,$ $[\tau] = 500...600,$ $\theta = 9...15^\circ$

4.2 Конструювання стенда для діагностики моста

4.2.1 Конструкція та принцип роботи стенда

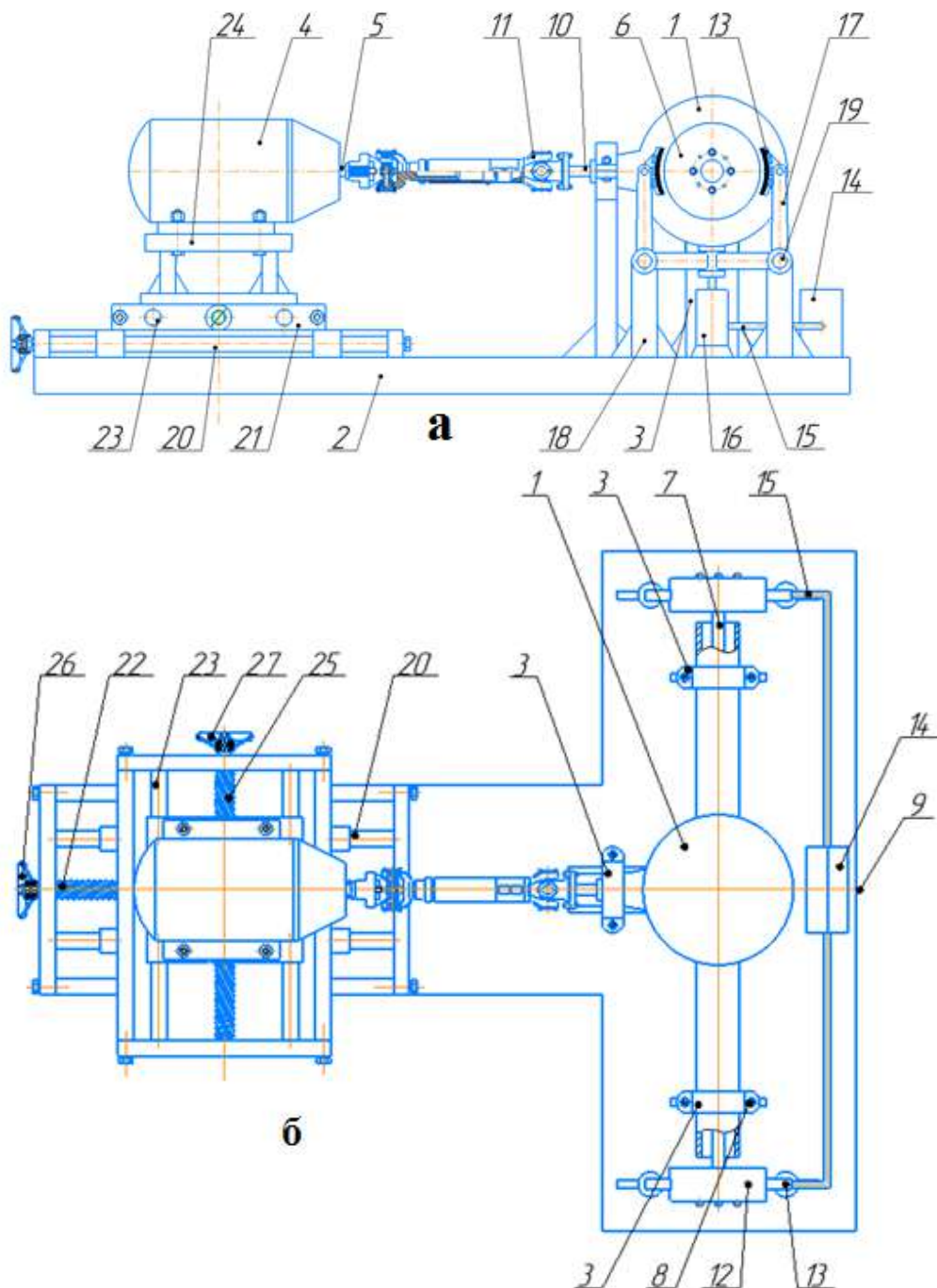


Рисунок 4.4 - Стенд для діагностики ведучих мостів транспортних засобів:
 а – вид попереду; б – вид зверху; 1 – міст; 2 – станина; 3 – опори для кріплення моста; 4 – приводний двигун; 5 – провідний вал електродвигуна; 6 – навантажувачі;

7 - вихідні вали моста; 8 - елементи кріплення; 9 – вісь станда; 10 - вхідний вал моста; 11 – карданний вал; 12 - гальмівні барабани; 13 – гальмівні колодки; 14 – повітряний насос; 15 – трубопровід; 16 – пневматичний циліндр; 17 – важелі; 18 – стійки; 19 - осі; 20 - поздовжні направляючі; 21 - візок; 22 - поздовжній гвинт; 23 -горизонтальні поперечні напрямні; 24 - стійка двигуна; 25 - поперечний гвинт; 26,27 – фіксатори;

Стенд (рис.4.4) містить поздовжні направляючі, встановлені паралельно осі обертання провідного валу, причому приводний двигун встановлений на поздовжніх напрямних паралельно осі станду з можливістю переміщення по поздовжнім напрямним і фіксування в обраному положенні. Ще стенд додатково містить горизонтальні поперечні напрямні, встановлені в площині, перпендикулярної осі обертання провідного валу, причому приводний двигун встановлений на горизонтальних поперечних напрямних паралельно осі станду з можливістю переміщення горизонтальними поперечними напрямними і фіксування в обраному положенні.

Навантажувач вихідного валу провідного моста станду виконаний переважно у вигляді гальмівного барабана, закріпленого на вихідному валу ведучого моста, і гальмівних колодок, що притискаються до гальмівного барабана засобом переміщення гальмівних колодок.

Сутність станду пояснюється кресленням.

Стенд працює в такий спосіб.

Ведучий міст 1 із закріпленими на вихідних валах 7 гальмівними барабанами 12 встановлюють на опори 3 так, щоб вхідний вал 10 був розташований паралельно осі 9 станду. Після чого провідний міст 1 скріплюють з опорами 3 елементами кріплення 8. Переміщенням візка 21, разом з приводним двигуном 4, поздовжнім гвинтом 22 по поздовжнім напрямним 20 підводять провідний вал 5 приводного двигуна 4 до вхідного валу 10 провідного моста 1. При соосном розташований 5 щодо вхідного валу 10 з'єднують провідний вал 5 з вхідним валом 10 за допомогою карданного валу 11. Візок 21 фіксують щодо поздовжніх напрямних 20 фіксатором 26.

У разі несоосного розташування провідного вала 5 щодо вхідного валу 10 переміщують стійку разом з приводним двигуном 4 горизонтальним поперечним напрямним 23 поперечним гвинтом 25. Зазначені переміщення виробляють до забезпечення співвісного розташування провідного вала 5 щодо вхідного вала 10. валу 10 з'єднують провідний вал 5 з вхідним валом 10 за допомогою карданного валу 11. Стійку з двигуном фіксують щодо горизонтальних поперечних напрямних 23 фіксатором 27. У процесі випробувань і обкатки провідного моста 1 вихідні вали 7 навантажують навантажувачами 6. 14 трубопроводом 15 до пневматичного циліндра 16, який повертає важелі 17, прикріплені осями 19 до стійок 18, і притискає гальмівні колодки 13 до гальмівного барабана 12.

Реалізовані у стенді можливості зручного переміщення приводного двигуна в будь-якому з двох взаємно перпендикулярних напрямках з фіксуванням приводного двигуна на різних за висотою стійках розширюють функціональні можливості стенду з випробування та обкатування провідних мостів різних марок та типорозмірів, підвищують зручність експлуатації стенду, забезпечують можливість досягнення на одному стенді високої якості випробувань та обкатки провідних мостів різних марок та типорозмірів, знижують загальні трудовитрати на проведення випробувань та обкатування [26].

4.2.2 Розрахунок елементів конструкції стенда

Вихідні дані до розрахунку:

Найбільше передатне число від вала двигуна до карданного вала який розраховується - $u_m = 3,24$ (1-ї передачі КПП) [13].

Максимальний крутний момент на двигуні - $M_{\text{emax}} = 116 \text{ Н}\cdot\text{м}$ [13].

Зовнішній діаметр труби карданого вала – $D = 56 \text{ мм}$.

Внутрішній діаметр труби карданого вала - $d = 46 \text{ мм}$.

Довжина карданого вала – $L = 371 \text{ мм}$.

Максимальна швидкість руху автомобіля - $V_{\text{amax}} = 150 \text{ км/г}$

(41,7 м/с), з одним пасажиром [13].

Радіус кочення колеса автомобіля без проковзування - $r_k = 0,278$ м.

Передатне число трансмісії від вала двигуна до шарніра на нижній передачі (4-ї передачі) в коробці передач – $u_T = 1,0$ [13].

Зовнішній діаметр шліцьової частини вилки, яка ковзає - $d_z = 44$ мм.

Внутрішній діаметри шліцьової частини вилки, яка ковзає - $d_v = 40$ мм.

Робоча довжина шліцьового з'єднання - $l_1 = 7,8$ см.

Кількість шліців вилка, яка ковзає - $z = 22$.

Динамічний радіус колеса - $r_d = 0,278$ м.

Повна маса автомобіля - $m_a = 1435$ кг.

4.2.2.1 Визначення потрібної потужності і вибір електродвигуна

При довгостроковому постійному або незначному змінному навантаженні, яке притаманне компресорам, конвеєрам, транспортерам та іншим механізмам, розрахункова потужність електродвигуна P'_d , кВт привода визначається через потужність на вихідному валу привода P_T , кВт, яка може бути задана або визначена по тяговому зусиллю F , Н, колівій швидкості стрічки V , м/с, або обертовому моменту T_T , Нм, кутовій швидкості вала ω_T , рад/с, частоті обертання n_T , хв⁻¹:

$$P'_d = \frac{P_T}{\eta}, \text{ кВт} \quad (3.1)$$

де $P_T = F \cdot V \cdot 10^{-3}$ або $P_T = T_T \cdot \omega_T \cdot 10^{-3} = 1,047 \cdot 10^{-4} \cdot T_T \cdot n_T$, кВт

η - загальний ККД привода:

$$\eta = \eta_1 \cdot \eta_2 \cdot \dots \cdot \eta_{\text{шк}}^k \quad (3.2)$$

де η_1, η_2 - ККД окремих передач привода.

$\eta_{\text{пк}}$ - ККД однієї пари підшипників кочення;

k - число валів або пар підшипників.

$$\eta = 0,99 \cdot 0,99 \cdot 0,99 = 0,97$$

$$P'_{\text{д}} = \frac{10,5}{0,97} = 10,8 \text{ кВт}$$

З [24], с.12, табл.2.2 вибираю електродвигун ближчої меншої по ряду потужності $P_{\text{д}}$ у порівнянні з розрахунковою $P'_{\text{д}}$, якщо перевантаження:

$$\Pi = \frac{P'_{\text{д}} - P_{\text{д}}}{P_{\text{д}}} \cdot 100\%$$

не перевищує:

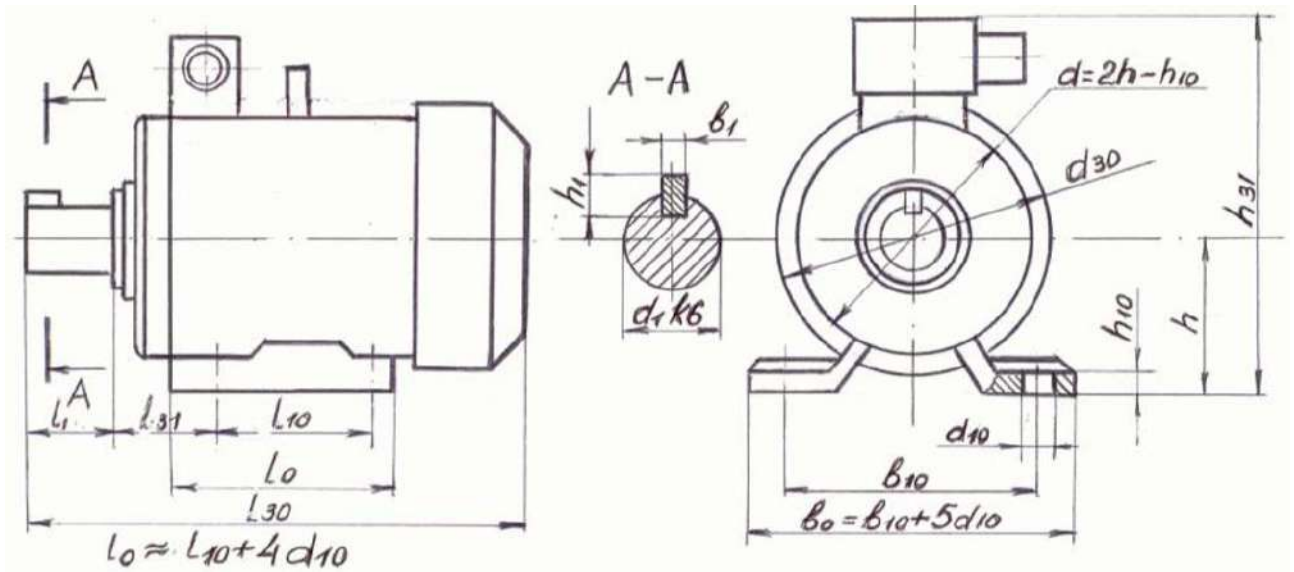
8% - при постійному навантаженні;

12% - при змінному навантаженні привода.

$$\Pi = \frac{10,8 - 11}{11} \cdot 100\% = -1,8 \%$$

Так як перенавантаження не перевищує допустиме значення, то вибираю електродвигун 4A132M4/1460/2 потужністю $P_{\text{дв}} = 11$ кВт з частотою обертання $n_{\text{дв}}^{\text{ас}} = 1460$ об/мин, $\psi_{\text{пуск}} = 2$, $\psi_{\text{мах}} = 1,7$.

Ескіз електродвигуна з габаритами і приєднувальними розмірами вибираємо по [24], табл.2.4, мал.2.2. Дивись рисунок 4.4.



$$d_{30} = 186 \text{ мм}$$

$$l_{10} = 100 \text{ мм}$$

$$l_1 = 50 \text{ мм}$$

$$l_{31} = 50 \text{ мм}$$

$$l_{30} = 320 \text{ мм}$$

$$d_{10} = 10 \text{ мм}$$

$$d_1 = 22 \text{ мм}$$

$$b_{10} = 125 \text{ мм}$$

$$b_1 = 6 \text{ мм}$$

$$h = 80 \text{ мм}$$

$$h_1 = 6 \text{ мм}$$

$$h_{10} = 10 \text{ мм}$$

$$h_{31} = 218 \text{ мм}$$

Рисунок 4.4 - Ескіз електродвигуна 4A132M4/1460/2

4.2.2.2 Розрахунок карданої передачі

4.2.2.2.1 Вибір основних конструкційних параметрів карданного вала

До основних розмірів карданного вала відносяться діаметри труби з якої він виготовляється і довжина.

Поперечне січення труби карданного вала характеризується зовнішнім D і внутрішнім d діаметрами та вибирається з ряду стандартних розмірів труб залежно від значення розрахункового обертового моменту $M_{кд}$ на карданному валу:

$$M_{\text{кд}} = M_{\text{еmax}} \cdot u_m, \text{ Н}\cdot\text{м} \quad (1)$$

де u_m – найбільше передатне число від вала двигуна до карданного вала який розраховується.

$M_{\text{еmax}}$ – максимальний крутний момент на двигуні, Н·м.

$$M_{\text{кд}} = 116 \cdot 3,24 = 375 \text{ Н}\cdot\text{м}$$

Під довжиною карданного вала L розуміють віддаль між центрами карданних шарнірів, встановлених на кінцях даного вала. При наявності проміжної опори довжина карданного вала визначається віддалю між її центром і центром карданного шарніра.

Як правило центр мас карданного вала не співпадає з його віссю Обертання внаслідок статичного прогину від власної маси, різної товщини труби, неточності виготовлення і балансування. Тому при обертанні вала виникає відцентрова сила, яка викликає його поперечний згин і вісь вала ввертаючись, описує характерну бочкоподібну поверхню.

Критична частота обертання трубчастого карданного вала визначається формулою:

$$n_{\text{кр}} = 1,185 \cdot 10^7 \cdot \frac{\sqrt{D^2 + d^2}}{L^2}, \text{ хв}^{-1} \quad (2)$$

де D – зовнішній діаметр труби карданого вала, мм;

d – внутрішній діаметр труби карданого вала, мм;

L – довжина карданого вала, мм.

$$n_{\text{кр}} = 1,185 \cdot 10^7 \cdot \frac{\sqrt{56^2 + 46^2}}{371^2} = 6239 \text{ хв}^{-1}$$

При виборі параметрів карданного вала рекомендується витримувати співвідношення:

$$n_{\max} / n_{\text{кр}} = 0,7$$

де n_{\max} - максимальна частота обертання карданного вала, яка відповідає максимальній швидкості автомобіля і визначається за формулою:

$$n_{\max} = \frac{9,55 \cdot V_{\text{amax}} \cdot u'_T}{r_K}, \text{ хв}^{-1} \quad (3)$$

де V_{amax} – максимальна швидкість руху автомобіля, м/с;

u'_T - передатне число трансмісії від вала до ведучих коліс,

r_K – радіус кочення колеса автомобіля без проковзування, м.

$$u'_T = u_m \cdot u_r,$$

$$u'_T = 3,24 \cdot 3,9 = 12,6$$

$$n_{\max} = \frac{9,55 \cdot 41,7 \cdot 12,6}{0,278} = 18050 \text{ хв}^{-1},$$

$$18050 / 6239 = 2,89$$

Рекомендована умова не виконується $2,89 \neq 0,7$.

З урахуванням n_{\max} , максимально допустима довжина карданного вала визначається за формулою:

$$L_{\max} = \sqrt{\frac{0,83 \cdot 10^7 \sqrt{D^2 + d^2}}{n_{\max}}}, \text{ мм} \quad (4)$$

Якщо довжина вала у результаті ескізного компоунвання перевищує L_{\max} , то передбачається проміжна опора або встановлюється кришка-подовжувач на коробку переміни передач.

$$L_{\max} = \sqrt{\frac{0,83 \cdot 10^7 \sqrt{56^2 + 46^2}}{18050}} = 183 \text{ мм}$$

Умова $L_{\max} > L$, не виконується, $183 > 371$.

4.2.2.2 Розрахунок труби карданого вала

Труба карданого вала розраховується на кручення при дії розрахункового моменту M_k і максимального динамічного моменту:

$$\tau_k = \frac{M_k}{W_k}, \text{ МПа}$$

$$\tau_{kj} = \frac{M_{kj}}{W_k}, \text{ МПа}$$

де M_{kj} – максимальний динамічний момент, Н·м;

W_k – момент опору труби крученню, см³

$$M_{kj} = k_d \cdot M_{\max} \cdot u_T, \text{ Н·м}$$

де $k_d = 1-3$ – коефіцієнт динамічності;

u_T – передатне число трансмісії від вала двигуна до шарніра на нижній передачі в коробці передач.

$$M_{kj} = 1,5 \cdot 116 \cdot 1 = 174 \text{ Н·м}$$

$$W_K = \frac{\pi}{16} \cdot \frac{D^4 - d^4}{D}, \text{ мм}^3 \quad (5)$$

$$W_K = \frac{3,14}{16} \cdot \frac{56^4 - 46^4}{56} = 18774 \text{ мм}^3$$

$$\tau_K = \frac{375}{18774} = 50 \text{ МПа},$$

$$\tau_{Kj} = \frac{174}{18774} = 108 \text{ МПа}$$

Напруги кручення труби не повинні перевищувати 300 МПа.

Умова виконується: $50 < 300$; $108 < 300$.

Кут закручування труби карданого вала:

$$\theta_K = \frac{M_K \cdot L}{I_K \cdot G} \cdot \frac{180^\circ}{\pi}, \quad (6)$$

де I_K – момент інерції січення вала при крученні, мм^4 ;

$G = 8,5 \cdot 10^4$ МПа – модуль пружності при крученні.

$$I_K = \frac{\pi}{32} \cdot (D^4 - d^4), \text{ мм}^4 \quad (7)$$

$$I_K = \frac{3,14}{32} \cdot (56^4 - 46^4) = 525660 \text{ мм}^4$$

$$\theta_K = \frac{375 \cdot 371}{525660 \cdot 8,5 \cdot 10^4} \cdot \frac{180^\circ}{3,14} = 0,0002^\circ$$

Умова достатньої жорсткості вала при крученні буде забезпечуватися при

$\theta_k \leq 9$ на один метр довжини.

Умова виконується $0,0002 < 9$.

4.2.2.2.3 Розрахунок напруг у шліцьовому з'єднанні

При русі автомобіля (коливаннях підвіски) карданний вал, який передає обертовий момент, піддається розтягові-стиску від осьової сили, що виникає у шліцьовому з'єднанні. Напряга стиску (розтягу):

$$\sigma_{ст} = \frac{16 \cdot M_k \cdot \mu}{\pi \cdot (D^2 - d^2) \cdot (d_3 + d_B)}, \text{ МПа} \quad (8)$$

де μ – коефіцієнт тертя у шліцьовому з'єднанні (при хорошому змащенні $\mu = 0,06 \dots 0,10$; за його відсутності може виникнути заїдання і коефіцієнт тертя зростає до $\mu = 0,35 \dots 0,4$);

d_3 і d_B – відповідно, зовнішній і внутрішній діаметри шліцьової частини вилки, яка ковзає.

$$\sigma_{ст} = \frac{16 \cdot 375 \cdot 0,08}{3,14 \cdot (5,6^2 - 4,6^2) \cdot (4,4 + 4,0)} = 1,78 \text{ МПа}$$

Бокові поверхні шліців вилки карданного вала, яка ковзає, розраховується на зминання:

$$\sigma_{зм} = \frac{8 \cdot M_k}{(d_3^2 + d_B^2) \cdot l_1 \cdot z}, \text{ МПа} \quad (9)$$

де l_1 – робоча довжина шліцьового з'єднання,

z – кількість шліців.

$$\sigma_{зм} = \frac{8 \cdot 375}{(4,4+4,0) \cdot 7,8 \cdot 22} = 2,1 \text{ МПа}$$

Для виготовлення конструкцій $\sigma_{зм} = 15 \dots 25$ МПа.

Умова виконується $2,1 < 15 \dots 25$.

4.2.2.2.4 Розрахунок карданого шарніра

При розрахунку карданного шарніра як розрахунковий момент M_k приймається менший з двох моментів: M_{kd} - максимальний обертовий момент визначений по двигуну; M_{kf} - максимальний обертовий момент визначений по зчепленню ведучих коліс з дорогою при коефіцієнті зчеплення $\varphi=0,8$ і повному навантаженні автомобіля:

$$M_{kf} = \frac{\varphi \cdot G_{\varphi} \cdot r_d}{u_T'}, \text{ Н} \cdot \text{м} \quad (5)$$

де G_{φ} - зчіпна вага, що припадає на ведучі колеса,

r_d - динамічний радіус колеса, м;

u_T' - найбільше передатне число від карданного вала, що розглядається до ведучих коліс.

$$G_{\varphi} = m_a \cdot g, \text{ Н}$$

де m_a – повна маса автомобіля, кг

g – прискорення вільного падіння, $\text{м}/\text{с}^2$

$$G_{\varphi} = 1435 \cdot 9,81 = 14077 \text{ Н}$$

$$M_{\text{кф}} = \frac{0,8 \cdot 14077 \cdot 0,278}{12,6} = 248 \text{ Н}\cdot\text{м}$$

При розрахунку карданного шарніра приймаю - $M_{\text{кф}} = 278 \text{ Н}\cdot\text{м}$.

5 ЗАХОДИ РЕМОНТУ ТА ВІДНОВЛЕННЯ МОСТА

5.1 Перевірка справності моста

Перевіряємо затягування всіх різьбових з'єднань і, при необхідності, підтягуємо їх.

Ковпачок сапуна має бути очищений від бруду і вільно обертатися.

Руками прикладаємо зусилля близько 10 кгс уздовж осі вивішеного колеса і визначаємо наявність напівосі люфта. Він допускається трохи більше 0,7 мм. Гальмо стоянки при цій перевірці повинно бути відпущене.

Допускається незначний витік олії (відпотівання) з-під манжети переднього підшипника головної передачі, але при сильному замаслюванні редуктора та днища автомобіля над головною передачею манжету слід замінити.

Визначити шум у задньому мосту та, відповідно, необхідність ремонту можна за результатами наступних випробувань.

Випробування 1. Плавно розганяємо автомобіль на рівній дорозі зі швидкістю 20 до 90 км/год. Одночасно прислухаємося до шуму і помічаємо швидкість, коли він з'являється і зникає.

Відпускаємо педаль «газу» і прослуховуємо автомобіль у режимі гальмування двигуном. Зазвичай шум виникає і зникає при тих самих швидкостях, як при прискоренні, так і при уповільненні.

Випробування 2. Розганяємо автомобіль до швидкості 100 км/год, переводимо важіль перемикачів передач в нейтральне положення, вимикаємо запалювання і вільно котимося до зупинки. При цьому слідкуємо за характером шуму на різних швидкостях уповільнення.

При вимиканні запалення треба бути обережним. Не можна повертати ключ більше, ніж потрібно для вимикання запалювання, так як у положенні «стоянка» (коли ключ виймається із замка) може спрацювати протиугінний пристрій та заблокується рульове колесо.

У першому варіанті ми випробували редуктор у режимі розгону та гальмування під навантаженням, що створюється двигуном. У другому – без неї. Якщо звук присутня лише при першому випробуванні – причиною його можуть бути шестірні редуктора, підшипники провідної шестерні або диференціала. Якщо шум проявляється в обох випадках - джерело його потрібно шукати в іншому місці.

Випробування 3. Встановлюємо важіль коробки передач у нейтральне положення, пускаємо двигун і поступово збільшуємо частоту обертання колінчастого валу. Порівнюємо шуми, що виникають з поміченими раніше. Якщо вони схожі на шуми, що виникають при першому випробуванні, це вказує на те, що вони походять не від редуктора.

Випробування 4. Шуми, виявлені при першому випробуванні та відсутні при наступних, викликані редуктором. Для підтвердження піднімаємо задні колеса, пускаємо двигун і вмикаємо четверту передачу. Переконаємося, що шуми справді походять від редуктора, а не від інших вузлів чи деталей.
[4]

5.2 Заміна піввісі та її манжети

Порядок виконання: (1) вивішуємо задню частину автомобіля на триноги, (2) знімаємо заднє колесо та гальмівний барабан. (3) Домкратом піднімаємо край балки заднього моста, що розбирається, щоб після зняття півосі не виливалося масло. (4) Головною «на 17» через отвори у фланці півосі відвертаємо чотири гайки. (5) Знімаємо пінцетом пружні шайби. (6) На фланці півосі закріплюємо ударний знімач і вибиваємо піввісь з балки (замість цього пристрою можна скористатися знятим колесом). (7) Встановлюємо його зворотним боком на двох болтах і різким рухом висмикуємо піввісь. Піввісь виймається разом з масловідбивачем, пластиною кріплення, підшипником та запірним кільцем. Між фланцем балки та щитом гальма встановлено гумове кільце ущільнювача. (8) Розсувними пасатижами виймаємо манжету півосі з

гнізда у балці заднього моста. (9) Легкими ударами молотка по торцевій головці (відрізку труби відповідного діаметра) запресовуємо нову манжету.

При деформації півосі, великих радіальних та осьових зазорах у підшипнику, зміщенні запірного кільця, зносі шліців – піввісь необхідно замінити на нову у зборі. Самостійна заміна лише підшипника та запірного кільця не рекомендується.

(11) Встановлюємо піввісь у порядку, зворотному зняттю. (10) Перед встановленням змащуємо робочі поверхні манжети мастилом Літол-24. [4]

5.3 Зняття та встановлення мосту

Порядок виконання: (1) вивішуємо задню частину автомобіля, (2) знімаємо колеса. (3) Підставляємо регульовану опору або домкрат під редуктор і злегка навантажуюмо підвіску. (4) Від'єднуємо карданний вал від фланця провідної шестерні головної передачі. (5) Від'єднуємо шланг гідроприводу гальм від сталеві трубки, (6) заглушивши його пробкою для запобігання витoku рідини із системи гальм. (7) Від'єднуємо гілку заднього стоянкового гальма гальма від вирівнювача. (8) Від'єднуємо від кронштейна на балці моста тягу приводу регулятора тиску задніх гальм. (9) Від'єднуємо верхні кінці амортизаторів та штанги задньої підвіски від кузова. (10) Знімаємо з балки пружини та амортизатори. (11) Від'єднуємо поздовжні та поперечні штанги від кронштейнів на балці моста.

Можна зняти задній міст та іншим способом, від'єднавши штанги та амортизатори не від кузова, а від самого мосту.

(12) Опускаємо домкрат і знімаємо задній міст разом із деталями задньої підвіски.

Установка заднього моста проводиться у порядку, зворотному зняттю.

Після розбирання заднього моста із зняттям редуктора та півосі можна візуально визначити відсутність деформації балки. Достатньо подивитись усередину порожньої балки з боку фланця – центри отворів для півосей повинні

розташовуватися на одній лінії. Найменше викривлення помітне на око. Викривлену балку необхідно замінити. [4]

5.4 Заміна манжети ведучої шестерні

Порядок виконання: пошкоджену манжету можна замінити, не знімаючи редуктор із автомобіля. Для цього, (1) вивісивши задній міст, (2) зливаємо масло з картера, (3) знімаємо колеса та гальмівні барабани, (4) виводимо півосі із зачеплення з шестернями диференціала. (5) Від'єднуємо карданний вал від фланця провідної шестерні та відводимо його убік.

(6) Визначаємо момент прокручування валу провідної шестерні, для чого: на шийку фланця щільно намотуємо в кілька обертів міцну нитку і кріпимо до неї динамометр. Зусилля, у якому фланець почне рівномірно обертатися, помножене на радіус шийки, дасть значення шуканого моменту. Записуємо його значення.

(7) Вставивши два болти в отвори фланця і утримуючи його монтажною лопаткою від провороту, (8) ключем «на 27» відвертаємо гайку і (9) знімаємо фланець зі шліців валу провідної шестерні головної передачі. (10) Розсувними пасатижами витягуємо манжету. (12) Легкими ударами молотка через відрізок труби відповідного діаметру запресовуємо нову манжету, (11) попередньо покривши її посадкову поверхню мастилом Літол-24.

(13) Встановлюємо нову гайку фланця та динамометричним ключем поступово затягуємо її до моменту в межах 12–26 кгс.м, (14) періодично перевіряючи зусилля провертання валу динамометром.

Якщо початкове зусилля було більше або рівне 2,9 кгс (що відповідає моменту 6 кгс.см), то затягуємо гайку до отримання зусилля провертання фланця на 0,5–1,0 кгс (1–2 кгс.см) більшого, ніж початкове.

Якщо початкове зусилля було менше 2,9 кгс (6 кгс.см), гайку затягуємо до отримання зусилля провертання 2,9–4,3 кгс (6–9 кгс.см).

Якщо при затягуванні гайки момент прокручування перевищив 9 кгс.см, то розбираємо редуктор і замінюємо розпірну втулку. [4]

5.5 Заміна редуктора

Порядок виконання: (1) вивішуємо задній міст, (2) зливаємо масло з картера, (3) знімаємо колеса та гальмівні барабани, (4) виймаємо півосі. (5) Від'єднуємо карданний вал від фланця провідної шестерні та відводимо його убік.

(6) Ключем «на 13» відвертаємо вісім болтів кріплення картера редуктора до балки заднього моста.

(7) Знімаємо редуктор у зборі.

Новий редуктор встановлюємо у порядку, зворотному зняттю. На різьбову частину болтів кріплення картера наносимо герметик. Після установки не забудьте залити олію в картер заднього моста. [4]

5.6 Ремонт редуктора

Порядок виконання: (1) встановивши редуктор на верстаті, (2) ключем «на 10» відвертаємо два болти кріплення стопорних пластин гайок підшипників диференціала і (3) знімаємо пластини. (4) Керном наносимо мітки на ліжку та відповідній кришці підшипника, щоб при складанні встановити кришки на свої місця. (5) Ключем "на 14" відвертаємо болти кріплення кришок підшипників. (6) Виймаємо з корпусу диференціала зовнішні кільця підшипників та регулювальні гайки. (7) Якщо підшипники не змінюємо, то помічаємо зовнішні кільця, ніж переплутати їх місцями під час встановлення, т.к. підшипники індивідуально допрацювали і розукомплектовувати їх небажано. (8) Перевіряємо відсутність радіальних люфтів у шестернях півосей. (9) Знімач спресовує внутрішні кільця конічних підшипників. (10) Ключем "на 17" відвертаємо вісім болтів кріплення веденої шестерні до корпусу диференціала і (11) знімаємо її. (12) Борідком вибиваємо вісь сателітів. (13) Провертаємо шестерні півосей і виймаємо шестерні-сателіти.

(15) Виймаємо шестерні півосей з регулювальними шайбами, (14) помітивши їхнє положення. (16) Виймаємо з картера провідну шестерню та

деформовану розпірну втулку (при складанні редуктора замінюємо її на нову).

(17) Виколоткою з м'якого металу збиваємо внутрішнє кільце конічного підшипника з валу провідної шестерні (під підшипником встановлено регулювальне кільце, що забезпечує правильне взаємне розташування шестерень головної передачі). (18) Придатним інструментом вибиваємо зовнішні кільця конічних підшипників з картера.

(19) Деталі редуктора ретельно промиваємо в гасі та (20) уважно оглядаємо. При пошкодженні хоча б одного зуба (фарбування, хвилі, ризики, задираки на робочих поверхнях) замінюємо шестерні на нові. Грані між вершинами та робочими поверхнями зубів веденої шестерні мають бути гострими. Якщо видно найменші забоїни або закруглення – головну пару замінюємо на нову.

(21) Незначні пошкодження осі сателітів, шийок шестерень півосей та їх посадкових отворів усуваємо дрібною шкіркою з подальшим поліруванням.

При складанні манжету, гайку фланця та розпірну втулку замінюємо на нові.

Якщо збірка редуктора буде проводитися в колишньому картері, то зміна товщини кільця регулювальної провідної шестерні можна розрахувати як різницю в відхиленнях розмірів виготовлення старої і нової шестерень. Відхилення у розмірі зі знаком "+" або "-" у сотих частках міліметра вигравіроване на валу ведучої шестерні.

Наприклад, на старій шестерні вигравіровано -12, а на новій 4. Різниця двох поправок становитиме $4 - (-12) = 16$. Значить, нове кільце регулювання має бути на 0,16 мм тонше старого. При зворотному співвідношенні поправок (на старій 4, але в новій -12) кільце має бути на 0,16 мм товщі старого.

(22) Для більш точного визначення товщини регулювального кільця виготовляємо пристрій зі старої провідної шестерні.

Приварюємо пластину довжиною 80 мм і торцюємо її розміром 50–0,02 мм щодо площини під підшипник. На конічній частині валу вигравіровано заводський номер та відхилення у розмірі.

(23) Посадочні місця під підшипниками обточуємо (можна обробити дрібною шкіркою) до посадки, що ковзає. (24) Запресовуємо зовнішні кільця переднього та заднього підшипників у картер.

(25) На виготовлений пристрій встановлюємо внутрішнє кільце заднього підшипника і (26) вставляємо пристрій в картер. (27) Встановлюємо внутрішнє кільце переднього підшипника, (28) фланець провідної шестерні та (29) затягуємо гайку моментом 0,8–1,0 кгс.м.

(30) Виставляємо картер горизонтальне положення за рівнем. (31) У ліжку підшипників кладемо рівний круглий стрижень (подовжувач з набору торцевих головок) і (32) плоским щупом визначаємо величину зазору між ним і пластиною пристосування.

(33) Товщину регулювального кільця визначаємо як різницю між величиною зазору та відхиленням розміру нової шестерні (з урахуванням знака). Наприклад, величина зазору становить 2,8 мм, а відхилення розміру шестерні - 15. Значить необхідно встановити регулювальне кільце завтовшки $2,8 - (-0,15) = 2,95$ мм.

(34) Встановлюємо регулювальне кільце необхідної товщини на вал і за допомогою відрізка труби відповідного розміру (35) напресовуємо внутрішнє кільце підшипника.

(36) Вставляємо вал у картер. (37) Встановлюємо нову розпірну втулку, (38) внутрішнє кільце переднього підшипника, (39) манжету та (40) фланець провідної шестерні. (41) Поступово затягуємо гайку динамометричним ключем до 12 кгс.м. (42) Визначаємо момент прокручування валу провідної шестерні. Для цього на шийку фланця щільно намотуємо в кілька обертів міцну нитку і кріпимо динамометр до неї. Зусилля, при якому фланець почне рівномірно прокручуватися, має становити 7,6–9,5 кгс (що відповідає моменту, що крутить, 16–20 кгс.см) (для нових підшипників). Якщо зусилля замало – дотягуємо гайку фланця. При цьому момент затягування не повинен перевищити 26 кгс.м.

Якщо при затягуванні гайки момент прокручування перевищив 20 кгс.см (9,5 кгс), розбираємо редуктор і замінюємо розпірну втулку.

Встановлюємо корпус диференціала разом із підшипниками в картер та затягуємо болти кришок підшипників.

Якщо був виявлений осьовий люфт у шестернях півосей, то при складанні встановлюємо нові, товстіші опорні регулювальні кільця. Напівосьові шестерні повинні стати в корпус диференціала щільно, але провертатися від руки. Зі сталевого листа товщиною 2,5–3 мм виготовляємо ключ для затягування регулювальних гайок.

Регулювання зазору в головній парі та попередній натяг підшипників диференціала проводимо одночасно, у кілька етапів: загортаємо гайку з боку веденої шестерні до повного усунення зазору в зачепленні; Штангенциркулем вимірюємо відстань між кришками; загортаємо другу гайку до упору та дотягуємо її на 1–2 зуби гайки. Відстань між кришками має збільшитись приблизно на 0,1 мм; обертанням першої гайки виставляємо необхідний зазор у зачепленні 0,08–0,13 мм. Це мінімально відчутний пальцями люфт у зачепленні, що супроводжується легким стукотом зуба об зуб; рукою контролюємо сталість величини зазору в зачепленні і поступово затягуємо обидві гайки доти, доки відстань між кришками не збільшиться на 0,2 мм. Це забезпечить необхідний натяг підшипників. Повільно провертаємо ведену шестерню на три оберти і одночасно промацуємо люфт у зачепленні кожної пари зубів. Якщо він рівномірний у всіх положеннях шестерень, то встановлюємо стопорні пластини. Зменшення (збільшення) люфту в якомусь секторі говорить про деформацію корпусу диференціала та необхідність його заміни або торцювання на токарному верстаті.

Стопорні пластини бувають двох типів: з однією або двома лапками. Залежно від положення прорізу гайки встановлюємо одну з них [4].

ВИСНОВКИ

Виконувавши кваліфікаційну роботу, в першому загально технічному розділі було розглянуто визначення моста, для чого він призначений, яку функцію несе та принцип його роботи. Далі, приділялась увага вимогам до мосту, як до індикаторів успішного проектування механізму. Також були не забуті ознаки класифікації моста, а саме їх критерії. Було наведено та оглянуто характерні несправності мосту, задля можливого направлення подальшої роботи. В цьому розділі, теж, приділялась достатня увага саме ведучому мосту ВА3-2106, як представника категорії групи М1, і розглянуті його складові: балка, головна передача, деференціал, піввісі.

В слідуючому аналітичному розділі приділялась увага до існуючих конструкцій мостів, їх основних відмінностей, особливостей, призначень. Був огляд інновацій в конструкціях мостів, а саме його елементів.

У третьому розділі були прийняті до уваги методи діагностики та випробування мосту автомобіля. Це включало в себе, як стендові випробування, так і дорожні випробування та діагностики мосту.

Четвертий конструкторський розділ. В ньому здійснювались розрахунки ведучого моста та елементів станда. Брались елементи моста такі як балка, піввісь, і розраховувались на міцність під дією навантажень різних режимів. Брались елементи стунду, такі як, електродвигун та кардана передача і здійснюався їх розрахунок.

Останій, п'ятий розділ був сфокусований на ремонті та відновленні мосту, а саме його елементів. Це редуктор, піввісь та її мантежи, манжети ведучої шестерні. Приділив увагу в розділі, деяким допоміжним операціям, перевірка справності мосту, зняття та встановлення мосту.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАНЬ

1. Автомобиль: Основы конструкции: Учебник для вузов по специальности «Автомобили и автомобильное хозяйство»/Н.Н.Вишняков, В.К.Вахламов, А.Н.Нарбут и др. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1986.-304 с.
2. Оsepчугов В.В., Фрумкин А.К. Автомобиль. Анализ конструкций, элементы расчета, М.: Машиностроение, 1989. 304 с.
3. Соломатин, Н.С. Испытания узлов, агрегатов и систем автомобиля: учеб. пособие / Н.С. Соломатин. – Тольятти : Изд-во ТГУ, 2013. – 143 с.
4. Издательство «За рулем», ВАЗ-2106-061-065 устройство, обслуживание, диагностика, ремонт, 2012. – 216 с.
5. Виктор Борисович Цимбалин, Владислав Николаевич Кравец и др. Испытания автомобилей. М., «Машиностроение», 1978. – 199 с.
6. https://studopedia.ru/26_68288_vedushchiy-most-naznachenie-ustroystvo.html
7. <https://multiurok.ru/files/lektsiia-30-naznachenie-i-tipy-mostov.html>
8. <https://bumper.guru/klassicheskie-modeli-vaz/zadnij-most/reduktor-vaz-2101.html>
9. <https://poznayka.org/s62590t1.html>
10. <https://wikiweight.info/tehnika/kolesa/massa-koles-vaz-2101.html>
11. https://ru.wikipedia.org/wiki/Ведущий_мост
12. Кубіч В.І. Мости: конспект лекцій. – НУЗП, 2022 – 151 с.
13. Кубіч В.І. Текст лекции № 5 «Механизмы ведущих мостов», 22 с.
14. <http://car-exotic.com/vaz-cars/vaz-lada-2106-characteristics.html>
15. Руководство по устройству и эксплуатации ВАЗ-2101 -02 -011 -013, 114 с.
16. <https://fuse2relay.ru/vozmozhnie-neispravnosti-perednego-mosta-ih-prichini-i-metodi-ustraneniya-vaz-2121-niva-epv>
17. <http://vashalada.ru/mashiny/vaz-2107/vaz-2107-ustroystvo-mosta.html>
18. <https://poznayka.org/s62584t1.html>

19. ВАЗ – 2101, - 21011, -21013. Инструкция по эксплуатации автомобиля – 75 с.

20. https://new.fips.ru/registers-doc-view/fips_servlet?DB=RUPAT&DocNumber=2676848&TypeFile=html

21. https://new.fips.ru/registers-doc-view/fips_servlet?DB=RUPAT&DocNumber=2539314&TypeFile=html

22. https://new.fips.ru/registers-doc-view/fips_servlet?DB=RUPM&DocNumber=171241&TypeFile=html

23. https://new.fips.ru/registers-doc-view/fips_servlet?DB=RUPM&DocNumber=212465&TypeFile=html

24. Методичні вказівки до виконання курсового проекту з дисципліни «Деталі машин» для студентів заочної, дистанційної та денної форм навчання /Укл.: Е.Т. Білий, О.П. Ляшенко. – Запоріжжя: ЗДТУ, 2000.-85 с.

25. http://rv-auto.ru/books/34%20VAZ_2101_02_011_013_Rukovodstvo_po_ustroistvu_i_ekspluatatsii.pdf

26. https://new.fips.ru/registers-doc-view/fips_servlet?DB=RUPM&DocNumber=101188&TypeFile=html

27. <https://www.vazbook.ru/01/2101>