

ХМЕЛЬНИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ФАКУЛЬТЕТ ІНЖЕНЕРІЇ, ТРАНСПОРТУ ТА АРХІТЕКТУРИ
Кафедра трибології, автомобілів та матеріалознавства

Пояснювальна записка

до дипломної роботи

магістра

Освітньо-кваліфікаційний рівень

Напрямок підготовки (спеціальність) 132 «Матеріалознавство»
Освітньо-професійна програма «Відновлення та технічний сервіс автомобілів»

на тему: **«Вдосконалення принципів модернізації серійного автомобіля з метою підготовки до особливих та екстремальних умов експлуатації»**

Шифр ***MPTAM 2317193. 000 ПЗ***

Виконав: студент 2-го курсу, група МТВам 22-1



Підпис

S.M. Geivandov
Ініціал, прізвище

Керівник *к.т.н., доц. каф. ТАМ.*



Підпис

O.P. Babak
Ініціал, прізвище

До захисту допускаю:

Зав. кафедри ТАМ д.т.н., проф.



Підпис

O.V. Lysha
Ініціал, прізвище

7 12 2023 р.

Хмельницький, 2023

ХМЕЛЬНИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет інженерії, транспорту та архітектури

Кафедра трибології, автомобілів та матеріалознавства

Звітньо-кваліфікаційний рівень магістр

Напрямок підготовки (спеціальність) 132 «Матеріалознавство»

Звітньо-професійна програма Відновлення та технічний сервіс автомобілів»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри ТАМ

проф., д.т.н. Духи О.В.

21 жовтня 2023 року

ЗАВДАННЯ НА ДІПЛОМНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ

Гейвандову Степану Миколайовичу

Прізвище, ім'я, по батькові

1. Тема проекту (роботи) _____

Вдосконалення принципів модернізації серійного автомобіля з метою підготовки до особливих та екстремальних умов експлуатації

керівник проекту (роботи) Бабак Олег Петрович к.т.н., доцент

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

Затверджено наказом університету від 15 серпня 2023р. № 28 (Д30)

2. Строк подання студентом проекту на кафедру 10 грудня 2023 року

3. Вихідні дані до проекту (роботи) Матеріали практики; робочі креслення досліджуваних деталей; нормативно – технологічна документація по розбиранню, дефектації, складанню і регулюванню вузла тертя; вимоги з охорони праці і безпеки роботи при виконанні ремонтних робіт; техніко – економічні показники роботи підприємства.

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

1 Автомобіль ВАЗ-2105 як об'єкт спортивного тюнінга; 2 Основні принципи спортивного тюнінга; 3 Сучасна практика спортивного тюнінга; 4. Безпека та міцність кузовних конструкцій автотранспортних засобів

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

Графічна частина роботи представлена у вигляді презентації на слайдах

6. Консультанти розділів проекту (роботи)

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв

7. Дата видачі завдання _----

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту (роботи)	Строк виконання етапів проекту (роботи)	Примітка
1	<i>Літературний огляд</i>	<i>30.09.2023</i>	
2	<i>Технологічний розділ</i>	<i>25.10.2023</i>	
3	<i>Дослідницький розділ</i>	<i>15.11.2023</i>	
4	<i>Оформлення розрахунково-пояснювальної записки</i>	<i>22.11.2023</i>	
5	<i>Оформлення презентації магістерської роботи</i>	<i>1.12.2023</i>	
6	<i>Нормоконтроль магістерської роботи</i>	<i>5.12.2023</i>	
7	<i>Підписання розділів, Затвердження дати захисту</i>	<i>10.12.2023</i>	

Студент


Підпис

Керівник проекту (роботи)


Підпис

Гейвандов С.М.
Ініціали, прізвище

Бабак О.П.
Ініціали, прізвище

РЕФЕРАТ

На тему: «Вдосконалення принципів модернізації серійного автомобіля з метою підготовки до особливих та екстремальних умов експлуатації»

У магістерській роботі розглядаються принципи модернізації серійного автомобіля з метою підготовки до особливих і екстремальних умов експлуатації. Як окремий випадок позаштатних умов роботи автомобіля запропоновані спортивні змагання із дрифту – кільцеві автоперегони з керуванням зносом задньої осі. Як приклад представлені типові рішення підготовки серійного автомобіля до змагань із дрифтингу. Актуальність даної теми пов'язана з тим, що можливі ситуації, коли серійний автомобіль необхідно використовувати в позаштатних ситуаціях. При цьому розробка «із нуля» нової моделі автомобіля нерентабельно, тому варто розглянути можливість тюнінга серійного автомобіля, модернізацію автомобіля на прикладі підготовки до змагань із дрифтингу. До новизни обраної теми можна віднести те, що раніше тюнінг розглядався чисто як комерційне явище, як ринок спеціально підготовлених запасних частин і настановних комплектів. У даній роботі тюнінг розглядається як засіб поліпшити характеристики серійного автомобіля, з метою підвищення ефективного виконання унікальної транспортної роботи. З можливістю поліпшити роботу всієї автомобільної промисловості за рахунок цілеспрямованої модернізації серійних автомобілів зв'язана і практична значимість даної роботи.

Для рішення цих питань як прикладу розглянемо організації тюнінга спортивного ВАЗ-2105 у наступній послідовності. Спочатку необхідно провести аналіз конструкції базового серійного автомобіля ВАЗ-2105, звернувши особливу увагу на особливості пристрою агрегатів або вузлів, які забезпечують динамічність автомобіля. Потім розглянемо комплект експлуатаційних властивостей і ті технічні характеристики, які міняються по ходу тюнінга.

Обов'язково виділимо вимоги безпеки до автомобіля, які необхідно забезпечити згідно з технічним регламентом Української дрифт-серії (УДС). Далі зробимо аналіз існуючої практики тюнінга, методи й способи модернізації спортивного автомобіля, що доопрацьовується. Потім необхідно зробити детальний огляд компонентів, матеріалів і настановних комплектів, які представлені на ринку деталей для тюнінга. Після аналізу конструкції автомобіля і вибору способів тюнінга, розробляється технологія модернізації вузла, тут вибираються традиційні авторемонтні технології в необхідних комбінаціях. При цьому підбирається технологічне устаткування і інструмент, порівнянням декількох моделей устаткування. На підставі розробленої технології та обраного устаткування проводиться вже вибір виробничої ділянки або ділянок для проведення робіт.

Якщо прогнозується більша виробнича програма, можливе проектування самостійної майстерні для спортивного тюнінга автомобілів.

Структура й обсяг роботи. Магістерська робота складається із вступу, чотирьох розділів, основних висновків, переліку використаних джерел і додатків. Загальний обсяг роботи становить 75 сторінок, 34 малюнків, 4 таблиць, 24 літературних джерел і додатку.

Перелік ключових слів: ДРИФТ-СЕРІЇ, МОДЕРНІЗАЦІЯ СЕРІЙНОГО АВТОМОБІЛЯ, ТЮНІНГ, АВТОРЕМОНТНІ ТЕХНОЛОГІЇ, ЕКСТРЕМАЛЬНІ УМОВИ ЕКСПЛУАТАЦІЇ

ЗМІСТ

ВСТУП.....	5
1 АВТОМОБІЛЬ ВАЗ-2105 ЯК ОБ'ЄКТ СПОРТИВНОГО ТЮНІНГА.....	7
1.1 Серійний автомобіль ВАЗ-2105.....	7
1.2 Конструктивні особливості автомобіля ВАЗ-2105.....	9
2 ОСНОВНІ ПРИНЦИПИ СПОРТИВНОГО ТЮНІНГА.....	14
2.1 Вимоги до автомобіля для дрифта.....	14
2.2 Способи спортивного тюнінга.....	21
3 СУЧАСНА ПРАКТИКА СПОРТИВНОГО ТЮНІНГА.....	27
3.1 Огляд компонентів для спортивного тюнінга ВАЗ-2105.....	27
3.2 Технологія спортивного тюнінга.....	32
3.3 Устаткування та інструмент для спортивного тюнінга.....	40
3.4 Особливості проектування майстерні для спортивного тюнінга.....	41
4. БЕЗПЕКА ТА МІЦНІСТЬ КУЗОВНИХ КОНСТРУКЦІЙ АВТОТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ.....	44
4.1. Аналіз ушкоджень кузовних конструкцій автотранспортних засобів.....	44
4.2. Система випробування міцності даху ВІА.....	49
4.3 Аналітичні методи розрахунку несучих властивостей конструкцій..	50
4.4 Проста модель структурної поверхні (SSSM).....	59
4.4.1 Модель на основі балки для однієї сторони автомобіля (ВМОС).	59
4.4.2 Модель пов'язаної поверхні променя (СВSM)	60
4.5 Аналіз жорсткості на вигин.....	61
ВИСНОВОК.....	70
СПИСОК ВИКОРИСТОВУВАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	72
ДОДАТОК.....	75

					MP TAM 23. 17193. 000 ПЗ		
Змн	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат			
Розроб.		Гейвандов			Лист	Арк.	Актуальне
Перевір.		Бабах				4	75
Реценз.					ХНУ група МТВАм 22-1		
Н. Контр.		Маковий					
Затверд.		Диха					

*Вдосконалити принципи
модеризації серійного
автомобіля з метою підготовки
до особливих та екстремальних
умов експлуатації*

ВСТУП

У магістерській роботі розглядаються принципи модернізації серійного автомобіля з метою підготовки до особливих і екстремальних умов експлуатації. Як окремий випадок позаштатних умов роботи автомобіля запропоновані спортивні змагання із дрифту – кільцеві автоперегони з керованим зносом задньої осі. Як приклад представлені типові рішення підготовки серійного автомобіля до змагань із дрифтингу. Актуальність даної теми пов'язана з тим, що можливі ситуації, коли серійний автомобіль необхідно використовувати в позаштатних ситуаціях [1]. При цьому розробка «з нуля» нової моделі автомобіля нерентабельно, тому варто розглянути можливість тюнінга серійного автомобіля [2], модернізацію автомобіля на прикладі підготовки до змагань із дрифтингу. До новизни обраної теми можна віднести те, що раніше тюнінг розглядався чисто як комерційне явище, як ринок спеціально підготовлених запасних частин і настановних комплектів [3]. У даній роботі тюнінг розглядається як засіб поліпшити характеристики серійного автомобіля, з метою підвищення ефективного виконання унікальної транспортної роботи. З можливістю поліпшити роботу всієї автомобільної промисловості за рахунок цілеспрямованої модернізації серійних автомобілів зв'язана і практична значимість даної роботи.

Для рішення цих питань як прикладу розглянемо організації тюнінга спортивного ВАЗ-2105 у наступній послідовності. Спочатку необхідно провести аналіз конструкції базового серійного автомобіля ВАЗ-2105, звернувши особливу увагу на особливості пристрою агрегатів або вузлів, які забезпечують динамічність автомобіля. Потім розглянемо комплект експлуатаційних властивостей і ті технічні характеристики, які міняються по ходу тюнінга.

Обов'язково виділимо вимоги безпеки до автомобіля, які необхідно

					MP TAM 23. 17193. 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		5

забезпечити згідно з технічним регламентом Української дрифт-серії (УДС). Далі зробимо аналіз існуючої практики тюнінга, методи й способи модернізації спортивного автомобіля, що доопрацьовується. Потім необхідно зробити детальний огляд компонентів, матеріалів і настановних комплектів, які представлені на ринку деталей для тюнінга. Після аналізу конструкції автомобіля і вибору способів тюнінга, розробляється технологія модернізації вузла, тут вибираються традиційні авторемонтні технології в необхідних комбінаціях. При цьому підбирається технологічне устаткування і інструмент, порівнянням декількох моделей устаткування. На підставі розробленої технології та обраного устаткування проводиться вже вибір виробничої ділянки або ділянок для проведення робіт.

Якщо прогнозується більша виробнича програма, можливе проектування самостійної майстерні для спортивного тюнінга автомобілів.

					MP TAM 23. 17193. 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		6

1 Автомобіль ВАЗ-2105 як об'єкт спортивного тюнінга

1.1 Серійний автомобіль ВАЗ-2105

Для розробки технології тюнінга слід розглянути конструкцію базового автомобіля. ВАЗ-2105 – це автомобіль довгожитель, він випускався на Волзькому автомобільному заводі 30 років, з 1980 по 2010 рік. На початку випуску в цьому автомобілі були застосовані досить сучасні на той період конструкторські рішення. Це дозволяє йому дотепер забезпечувати технічні та економічні характеристики, досить прийнятні для багатьох автовласників.



Рисунок 1.1 – Зовнішній вигляд автомобіля ВАЗ-2105

Автомобіль має задній привод, колісна формула 4x2, компонування «класична», з переднім поздовжнім розташуванням двигуна. По традиційній класифікації, ВАЗ-2105 це легковий автомобіль другого класу, по сучасній класифікації пасажирський автомобіль категорії М₁.

Геометричні характеристики ВАЗ-2105 наступні: довжина 4128 мм, ширина

					MP TAM 23. 17193. 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		7

1620 мм, висота 1446 мм, кліренс 170 мм, колісна база 2424 мм, клякнучи задня 1321 мм, клякнучи передня 1365 мм. Споряджена маса 995 кг, повна маса 1550 кг. Коефіцієнт аеродинамічного опору 0,536. Вантажопідйомність автомобіля 400 кг. Об'єм паливного бака 39 л.

Максимальна швидкість автомобіля 150 км/год, час розгону до 100 км/год 17,0 с, витрата палива 9,1 л/100 км.

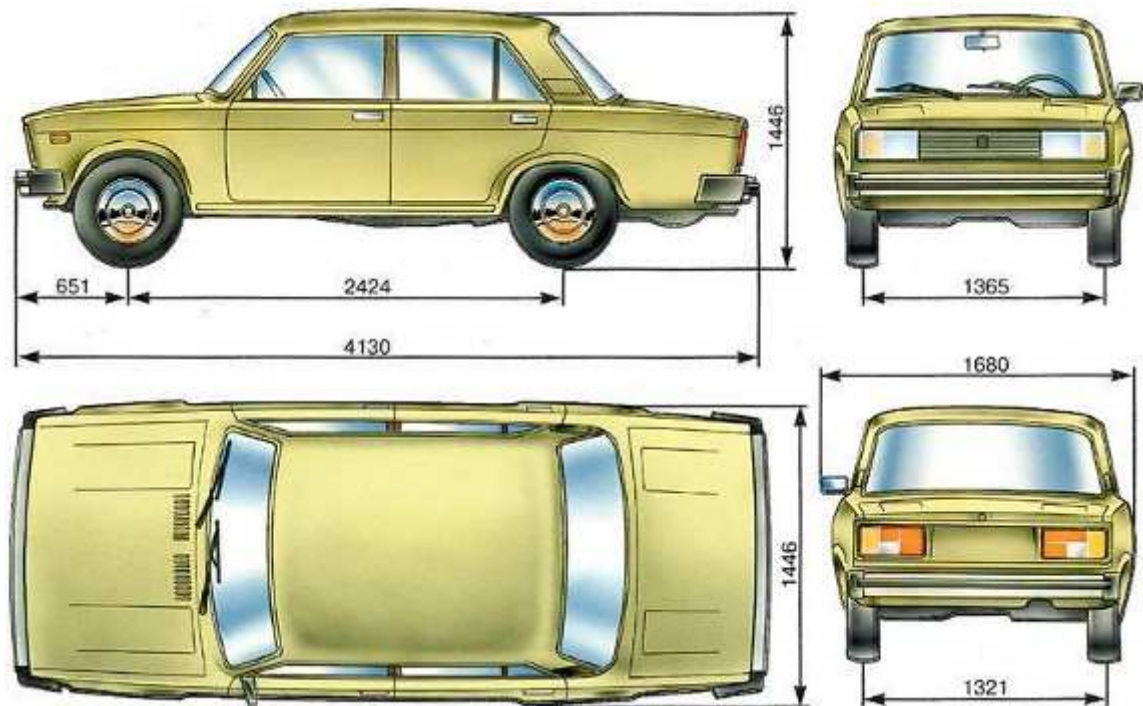


Рисунок 1.2 – Габаритні розміри VAZ-2105

На автомобілі встановлений двигун внутрішнього згоряння (ДВЗ), бензиновий, чотирициліндровий, рядний, чотиритактний. Спочатку встановлювався ДВЗ VAZ-2105, модифікація двигуна VAZ-2106. До 90-х років це був карбюраторний двигун з механічною системою запалювання, на більш пізні модифікації встановлюється ДВЗ із електронною системою керування двигуном (ЕСКД), розподіленим впорскуванням палива і мікропроцесорною системою запалювання.

Трансмісія механічна, з ручним керуванням. VAZ-2105 спочатку оснащувався 4-х східчастою коробкою передач, потім одержав механічну 5-

					MP TAM 23. 17193. 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		8

східчасту КП. Шини розмірності 175/70R13.

Кузов ВАЗ-2105 суцільнометалевий, що несе, чотири-дверний седан, 5-місний.

1.2 Конструктивні особливості автомобіля ВАЗ-2105

Оскільки для дрифт-автомобіля вкрай важливі два фактори – динамічність і керованість, розглянемо фактори, які їх визначають. Це насамперед загальне зниження ваги автомобіля, а також високі характеристики двигуна (точніше, силового агрегату – двигуна із трансмісією), і конструкція ходової частини.

Силова частина автомобіля ВАЗ-2105. Джерелом механічної енергії на сучасному автомобілі є двигун внутрішнього згоряння (ДВЗ). Він перетворить хімічну енергію вуглеводневого палива в механічну енергію обертання колінчатого вала. Як правило, це чотиритактний чотирициліндровий бензиновий двигун з розподіленим впорскуванням бензину. На більшості легкових автомобілів двигун встановлений поперечно в передньому моторному відсіку на еластичних опорах, що амортизують. Більш докладний опис автомобільного двигуна дається у відповідному розділі.

Трансмісія передає механічну енергію від двигуна на колеса, збільшуючи при цьому потужність за рахунок зниження швидкості обертання. Крім цього, елементи трансмісії дозволяють змінити передаточне число, напрям обертання коліс (задній хід), а також при необхідності від'єднати двигун від коліс (тимчасово за допомогою вимикання зчеплення або на тривалий строк, переводячи коробку передач у нейтральний режим). Трансмісія складається з наступних основних елементів. Зчеплення у ВАЗ-2105 однодискове, із центральної діафрагми натискної пружиною, кріпиться на маховику. Ведений диск має демпфер і шліцами

					MP TAM 23. 17193. 000 ПЗ	Арк.
						9
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

з'єднаний з первинним валом коробки передач. Привод вимикання зчеплення тросовий від ножної педалі, має механізм компенсації зношування фрикційних накладок. Коробка передач на більшості автомобілів ВАЗ-2105 - п'ятиступенчатая, трехвальная, синхронізована. Привод керування коробкою передач на автомобілях складається з важеля перемикачів передач, механізмів вибору й перемикачів передач. Від коробки передач карданний вал передає крутний момент на задній міст із диференціалом і головною передачею. Диференціал забезпечує можливість обертання ведучих коліс із різною швидкістю. Маточини призначені для кріплення коліс.

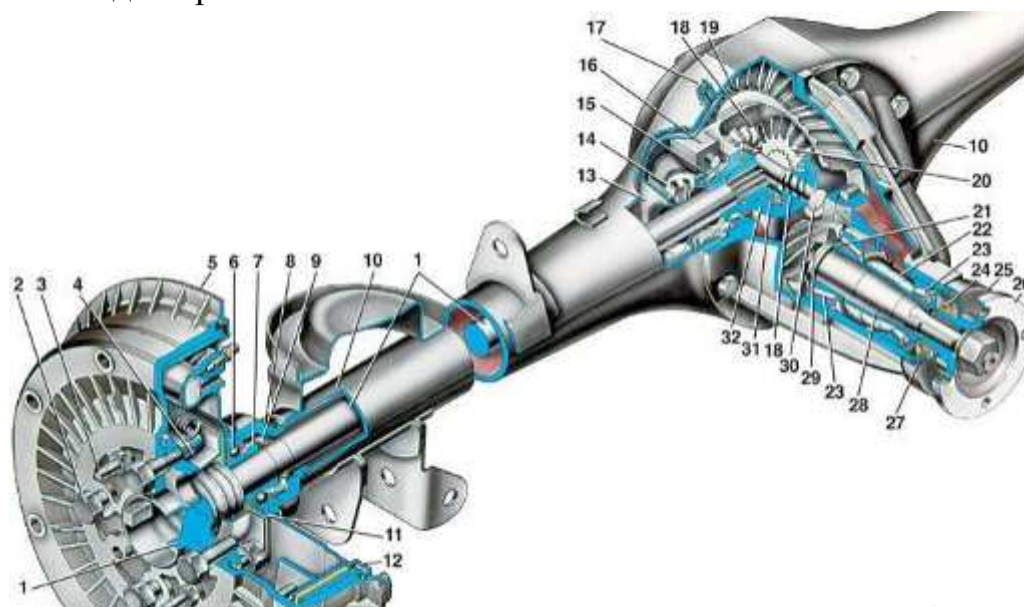


Рисунок 1.3 – Задній міст ВАЗ-2105

Ходова частина двигуна ВАЗ-2105. Рушієм автомобіля є колеса із пневматичними шинами, вони перетворюють обертовий рух у поступальний рух автомобіля та забезпечують рух, керування, затримку або примусову зупинку шляхом контакту з поверхнею дороги. Найбільше поширення мають сталеві, штамповані зварені колеса, що складаються із обода та диска. Колеса кріпляться до маточин за допомогою гайок або болтів (від трьох штук і більше на колесо).

						MP TAM 23. 17193. 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			10

водієві повертати передні керовані колеса автомобіля. Основні елементи рульового керування: кермове колесо, колонка, кермовий механізм і привід. Гальмівні системи. Робоча система забезпечує зниження швидкості під час руху автомобіля, а стоянкова – його нерухливий стан після зупинки. Робоча гальмівна система з гідравлічним приводом, гальмівні механізми розташовані усередині коліс. Передні гальмівні механізми дискові, задні – барабанні. Привод робочих гальм ножний, гідравлічний, двоконтурний з поділом по осях, має вакуумний підсилювач гальм. Стоянкова гальмівна система з ручним керуванням і тросовим приводом на гальмівні механізми задніх коліс.

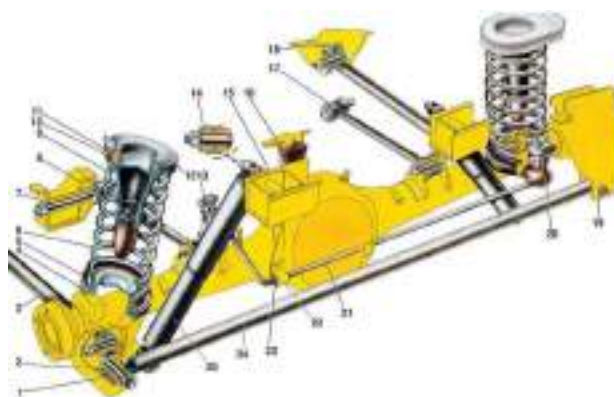


Рисунок 1.5 – VAZ-2105 на змаганнях із дрифту

Найважливіший елемент автомобіля VAZ-2105, це кузов, який служить для захисту від зовнішнього середовища водія, пасажирів і вантажу, а також є несучим елементом. На автомобілі VAZ-2105 кузов трьохоб'ємний чотиредверний типу «седан». Основні елементи кузова – несучий каркас, посилена підлога. Двері, капот, кришка багажника – начіпні елементи, попереду та позаду автомобіль захищений енергопоглинаючими бамперами. Двері з переднім розташуванням петель,

					MP TAM 23. 17193. 000 ПЗ	Арк.
						12
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

з опускаюми стеклами. Передні крила виконані легкоземними. Передне скло має склоочисники та омивачі, заднє – обігрів. Лакофарбове покриття кузова служить для захисту металевих панелей від корозії, а також є декоративним елементом. Сучасне лакофарбове покриття кузова багат шарове – ґрунт, базова фарба (можливо в кілька шарів), лак, шар захисної поліролі.

Салон призначений для розміщення водія та пасажирів. Робоче місце водія перебуває спереду ліворуч і обов'язково має наступні елементи: сидіння з регулюваннями, органі керування (кермове колесо; педалі акселератора, робочого гальма та зчеплення; важелі перемикування передач і стоянкові гальма; вмикачі та перемикачі), а також панель приладів з покажчиками й індикаторами. Усі місця для сидіння обладнані ременями безпеки.



					MP TAM 23. 17193. 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		13

2 Основні принципи спортивного тюнінга

2.1 Вимоги до автомобіля для дрифта

Згідно з вимогами УДС [10] «Заборонені будь-які електронні й/або механічні системи допомоги пілотові. Включаючи, але не обмежуючись: будь-які електронні системи контролю тяги та крутного моменту, будь-які електронні системи контролю положення автомобіля (система курсової стійкості, АБС та ін.). Датчики швидкості на колесах і приводних валах, датчик положення кермового колеса та будь-які інші контролери рульового керування, датчик швидкості обертання карданного вала повинні бути вилучені».



Рисунок 2.1 – Рекламний напис Гран При Дрифт Серії 2019 року (RDS GP 2019).

Технічний регламент УДС вимагає каркас безпеки [10], причому «допускається застосування каркасів безпеки виготовлених по вимогах інших організацій при дотриманні умов:

1. Організація, що розробила, що та випустила вимоги до каркасів безпеки, має досвід проведення змагань по дрифту міжнародного рівня.
2. Ці вимоги опубліковані та до них є вільний доступ.
3. Каркас визнаний безпечним технічним комісаром УДС».

На автомобілях, що мають оцінку в СТП про участь у змаганнях із дрифту не пізніше 31.12.2016 р., дозволяється застосування каркасів безпеки, що відповідали на момент виготовлення вимогам діючого додатка 14 до підсилювачів, що не мають, стійки лобового скла (п. 8.3.2.1.4 Ст.253 Додатка J до МСК FIA, рис. 253-15).

					MP TAM 23. 17193. 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		14

Даний підсилювач виділений темним кольором на рисунку 1.7а.

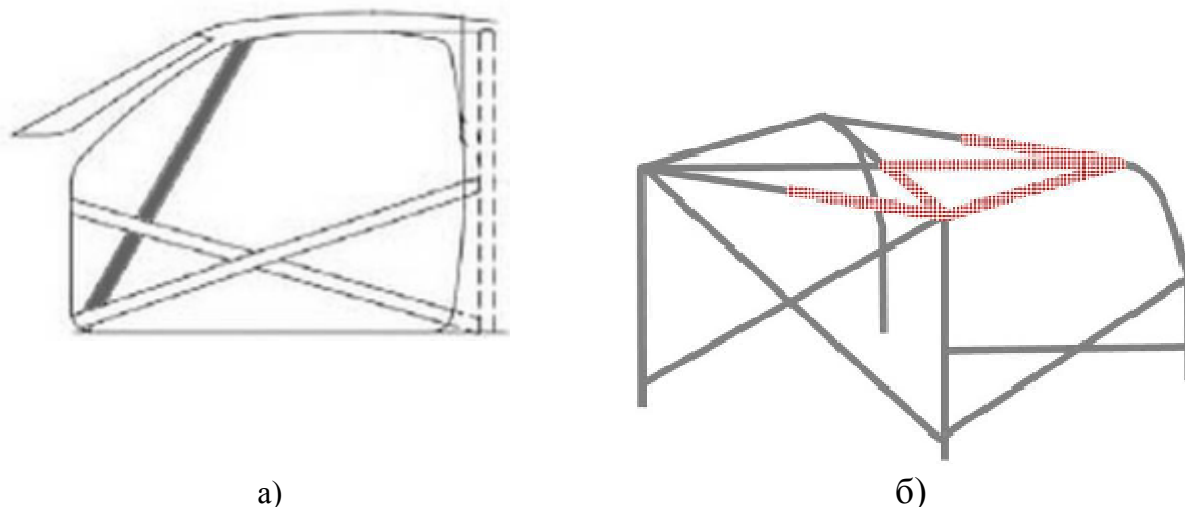


Рисунок 2.2 – Підсилювач стійки лобового скла (а) і захисні накладки (б) каркаса безпеки згідно з технічним регламентом УДС 2019 року.

Техрегламент УДС [11] вимагає, щоб «у місцях, де можливий контакт шолома Пілота з каркасом безпеки, пропонується установка захисних накладок, що задовольняють стандарту ФІА 8857-2001 тип А (Див. технічний аркуш №23 Омологовані ФІА накладки для каркасів безпеки) або SFI 45.1, 45.2. Накладки повинні бути надійно зафіксовані від зсуву й провертання (наприклад, за допомогою двосторонньої липкої стрічки)».

Також у технічному регламенті РДС [10] говориться: «Моторний щит і його розташування повинні бути оригінальними. При цьому допускається модифікація моторного щита й тунелю із застосуванням листової сталі товщиною не менш 0,8 мм, при дотриманні наступних розмірів: Для автомобілів, що приймали участь у змаганнях RDS і RDS GP до 2018 р., що включно й мають у спортпаспорті відповідну оцінку модифікація моторного щита й тунелю не обмежується».

Дозволяється змінювати конструкцію й розташування петель капота й багажника, але при цьому вони повинні бути розташовані симетрично

					MP TAM 23. 17193. 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		15

поздовжньої осі автомобіля.

Дозволяється відсутність стекол на передніх дверях. При цьому обов'язкове застосування пілотом шолома з визором, що повністю закривають особу. Під час заїзду визор повинен бути повністю закритий.

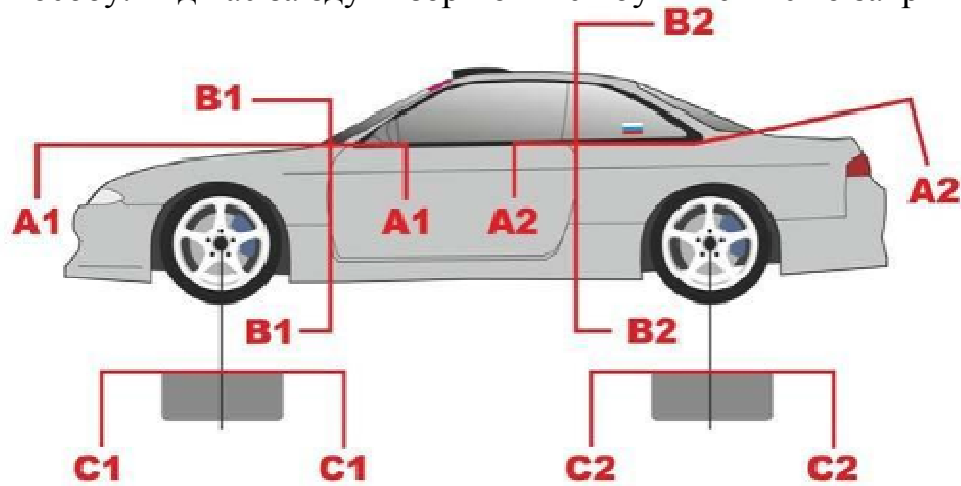


Рисунок 2.3 – Зовнішні елементи автомобіля згідно з технічним регламентом УДС 2019 року.

Окремий пункт техрегламента УДС [10] присвячений світлотехніці, він вимагає, щоб «усі освітлювальні прилади, розташовані попереду, а також задні ліхтарі, повинні бути виготовлені фабричним шляхом і справні. Задні ліхтарі та передні фари повинні мати оригінальну форму й місця розташування. Під час знаходження автомобіля на трасі – близьке світло основних фар і червоне габаритне світло задніх ліхтарів повинен бути включений постійно. Заміна ламп основного (близького) світла передніх фар і задніх ліхтарів на стробоскопи – заборонена. Фари повинні забезпечувати освітлення дороги в темний час для безпечного руху на будь-якій швидкості. Якщо фари автомобіля виконані зі скла, то вони зобов'язано бути додатково обклеєні прозорою плівкою, що не дозволяє розлітатися осколком у випадку їх розбивання. Дозволяється замінити фари на фальш-

панель, ідентичну за формою стандартній фарі, із установленим у неї модулем близького й/або далекого світла, фабричного виготовлення, для установки якого дозволяється робити отвору в цій панелі. Сама панель повинна бути пофарбована або обклеєна плівкою, що імітує фару.

Дозволяється використання замість передньої фари (передніх фар) фабричного виготовлення для даної моделі автомобіля, імітації оригінальних (ої) фар (и), виконаних із пластику або скловолокна із установленими в них модулями близького й/або далекого світла фабричного виготовлення. Такі модифіковані фари повинні бути відповідним чином настроєні та забезпечувати освітлення дороги, необхідне для руху по дорогах загального користування».

Кріплення колісних арок (розширників крил) у жодному разі не повинне бути тимчасовим (наприклад, кріплення на двосторонній скотч і т.п.); арки повинні бути встановлені надійно та міцно; не допускається наявність щілин і зазорів між колісною аркою (розширником крила) і кузовом.

Зовнішні дзеркала заднього виду дозволяється замінити на неоригінальні.

По вимогах Української дрифт-серії [10], «антикрила й спойлери є додатковими елементами кузова, і їх конструкція не обмежена. Антикрило повинне бути надійно прикріплене до автомобіля. Використання швидкоземних пристроїв заборонене. Антикрило повинне додатково кріпитися до автомобіля сталевим тросом. Кріплення буксувального пристрою повинне бути здійснене не менш, чим одним болтом М12 міцністю не менш 10,9 до переднього або задньому лонжерону або до конструкції не меншої, чим лонжерон, міцності, що є його продовженням».

Вага автомобіля, готового до старту, з пілотом у повному екіпіруванні повинен бути не менш 955 кг. і не більш 1500 кг. Вага автомобіля може бути перевірена технічним комісаром у будь-який момент

					MP TAM 23. 17193. 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		17

змагання. Дозволяється доповнювати вагу автомобіля, але тільки до мінімально припустимого, установкою баласту, закріпленого за допомогою інструмента.

Допускається вивід вихлопної труби через спеціально виготовлений тунель у порозі й лонжероні. Такий тунель зобов'язано мати круглу форму й бути виконаний на всю довжину з металу, по своїх властивостях і товщині (мінімум) ідентичного тому, з якого зроблені пороги лонжерони. Він зобов'язано бути приварений до порога й/ лонжерону й не може виступати з нього. Внутрішній діаметр даного тунелю зобов'язано перевищувати зовнішній діаметр труби вихлопної системи настільки, скільки необхідно для виключення їх контакту між собою. Зазначений тунель заборонено розташовувати під передніми дверми автомобіля та вище її нижнього зрізу.

Щуп перевірки рівня масла ДВЗ повинен бути закріплений надійно щоб уникнути видавлювання масла через трубку щупа.

Допускається застосування закису азоту (N_2O). Учасникам змагань необхідно пам'ятати про небезпеки, пов'язані з неправильним використанням закису азоту. Рекомендується, щоб системи закупалися в повністю укомплектованому стані в загальновизнаного виробника. Нижче приводяться чинні правила безпеки.

Магістралі подачі азоту повинні перебувати за межами кабіни пілота, за винятком випадків, коли балон(и) установлений(і) у пасажирському салоні, у цьому випадку магістраль повинна бути проведена за межами пасажирського салону як найближче до випускного отвору балона. У тих місцях, де магістралі проходять через область конвертера або маховика, вони повинні міститися в кожух зі сталевих труб з товщиною стінки мінімум 3 мм. Необхідно використовувати шланг високого тиску, розрахований мінімум на 10,5 МПа.

Монтаж балона: балони необхідно встановлювати за межами моторного відсіку. Балони, які перебувають усередині пасажирського

					<i>MP TAM 23. 17193. 000 ПЗ</i>	<i>Арк.</i>
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		18

салону, повинні встановлюватися з використанням металевих скоб, закріплених до елемента конструкції транспортного засобу та постачені пропускним клапаном для вентиляції пасажирського салону, виведеним назовні в атмосферу. При поздовжньому розташуванні обов'язкова наявність упорного кронштейна, що запобігає переміщення балона.

Балони повинні бути обладнані відкриваючими/закриваючими вентилями. Не допускається використання систем закриття балонів із застосуванням спеціальних ключів.

Використовувані балони повинні бути спеціально виготовлені для зберігання закису азоту.

Для перемикання обоє соленоїда повинні працювати від загального перемикача, і система повинна передбачати можливість вимикання із застосуванням трьох різних засобів:

- 1) при закритті дросельної заслінки;
- 2) спеціальним виконавчим перемикачем, яке подає живлення на соленоїди;
- 3) звичайним ключем запалювання або загальним вимикачем електроустаткування («маси»).

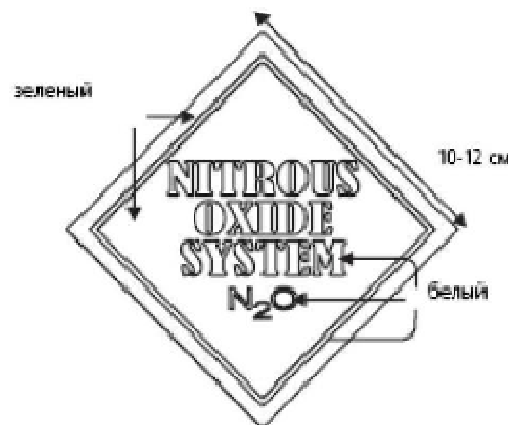


Рисунок 2.4 – Обов'язковий знак на автомобілях, оснащених системою з закисом азоту.

Позначення: на всіх транспортних засобах, у яких використовується закис азоту, повинні бути нанесені спеціальні позначення, розташовані із зовнішньої сторони транспортного засобу в області, де перебуває балон, що подає, а також у верхньому лівому куті лобового скла. Позначення стандартизовані.

Усі з'єднання (фітинги, ніпелі) трубок і рукавів паливної, масляної, гальмовий систем і зчеплення повинні бути надійно закріплені до незнімних частин кузова.

У якості теплоносія в системі охолодження дозволяється використовувати тільки воду, дозволяється використання спеціальних протизносні і антикорозійних присадок.

Механізм зчеплення повинен приводитися в дію тільки за допомогою фізичної сили пілота.

Особливо строгі вимоги УДС до шин [10], зокрема «у змаганні із дрифту дозволяється використання тільки автомобільних шин, сертифікованих для використання на дорогах загального користування, малюнок протектора яких створений промисловим (заводським) способом при виготовленні самої шини, будь-якого типу без видимих ушкоджень і деформацій, крім шипованих. Максимальна ширина шини обмежена й залежить від ваги автомобіля. Заборонена будь-яка доробка шин, як за допомогою інструмента, так і за допомогою хімічних засобів, що змінюють властивості шини. Будь-яке нагрівання шин заборонене. Не припустиме використання шин, зношених до появи корду».

Автомобіль готовий до участі повинен бути зважений з пілотом у повному екіпіруванні до закінчення передстартових перевірок. Мінімально припустима вага залежно від ширини шини заявляється на адміністративних перевірках і фіксується для конкретного автомобіля під час технічної інспекції. Зміна цього співвідношення після закінчення адміністративних і технічних перевірок до закінчення змагань заборонене. З

					MP TAM 23. 17193. 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		20

моменту початку кваліфікаційний заїздів протягом усього змагання, вага автомобіля повинна бути не нижче мінімально допустимого.

Техрегламент УДС [10] для коліс вимагає, щоб «колісні диски повинні бути виготовлені з металу. Диски, виготовлені з магнію або сплавів на його основі, заборонені. Усі колеса повинні бути надійно закріплені колісними болтами або гайками. Кріплення коліс болтами дозволено замінити на кріплення шпильками і гайками за умови збереження приєднувальних розмірів колісних дисків і маточин. У цьому випадку виступання різьбової частини шпильки повинне бути не менш діаметра шпильки. Болти повинні бути вкручені в маточину не менш чим на всю глибину різьбового отвору маточини. Усі колісні шпильки не повинні мати яких-небудь ушкоджень. Декоративні ковпаки коліс повинні бути вилучені. Для збільшення колії дозволене використання проставлень, які зобов'язано забезпечувати центрування колеса щодо маточини».

Система суддівської телеметрії. Під час проведення змагань на кожний автомобіль організатором буде встановлений пристрій суддівської телеметрії. Пристрій кріпиться на дах автомобіля або лобове скло, у районі верхньої крайки на спеціальний присосок. Пристрій розрахований на експлуатацію в будь-яких погодних умовах, за умови повністю закрученої гайки на рознімання живлення. Кожний пристрій має індивідуальний номер.

Кожний учасник повинен встановити на автомобілі і підключити, згідно зі схемою кабель, що харчує. Рознімання живлення повинен бути виведений і закріплений в область верхньої крайки лобового скла.

2.2 Способи спортивного тюнінга

Автомобіль для дрифта в першу чергу автомобіль повинен мати підходящі характеристики для підготовки його до дрифту, ще із заводу, ну,

					MP TAM 23. 17193. 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		21

по крайній мірі бажане. От ці:

1) Задній привод. Це обов'язково, сама необхідна річ у майбутньому дрифттовому автомобілі. Так вже склалося, що королі дрифта саме японські заднепривідні авто Тойота (Supra, MR2, AE86 (що чотири роки), Mark II tuner V, Chaser) і Ніссан (Silvia 14-15, 200SX, Skyline, GTR, 350Z). Правда зараз у лідерство вириваються й американські суперпотужні Форд Мустанг, Вайпер. Не погано себе проявляють європейські авто – звичайно БМВ (E30 325, E28 535i), Опелі, Порше. Крім цього:

- 1) Наявність блокування задніх коліс.
- 2) Не велика власна вага авто.
- 3) Потужності побільше
- 4) Підвіска жорсткіша та нижча.

5) До речі, розвесовка 50/50, як у кільцевих перегонах, тут не зовсім доречна, краще якщо передня або задня частини авто були важчі протилежної частини, для більш легкого зриву авто в замет, от тому Хонда S 2000 з її ідеальною розвесовкою не зовсім підходить для дрифта.

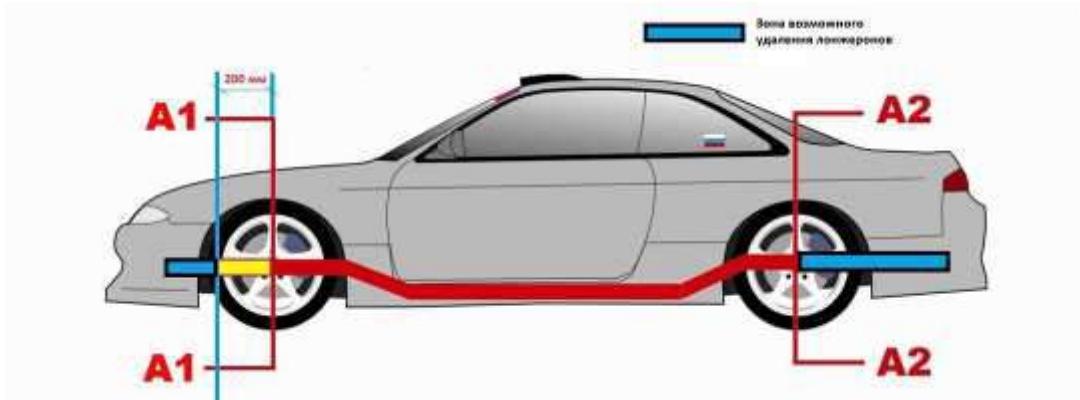


Рисунок 2.5– Дозволена доробка лонжеронів згідно з Технічним регламентом УДС 2019 року.

Ну, от, ВАЗ-2105, маючи всі ці дані, майже готовий аматорський дрифт-кар. Далі впливає невелике доведення, яке допоможе наблизиться до ідеалів.

					MP TAM 23. 17193. 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		22

1) Боротьба із зайвою вагою- чим машина легше важить, тем легше зірвати її в керований замет, і тим простіше її контролювати в «польоті». Починайте з того, що б позбудеться в першу чергу від непотрібних у цей момент речей у багажнику, навіть від запаски та набору ключів, які можна викласти на час заїзду. Підемо далі: позбуваємося від задніх сидінь і стандартної внутрішньої обробки салону. Потрібно замінити по можливості всі замінні металеві частини кузова на пластикові (легше на 20%) або на карбонові частини (легше на 30-40%): Передні крила, капот, двері, кришка багажника, усі бампери та пороги. Доходить і до того, що вирізують частина металевого даху та міняють її на пластикові. Якщо професійно зайнятися цим питанням, те тут полегшення зазнають усі вузли й агрегати на більш легкі аналоги (з легких металів) або навіть на карбон, особливо його вдало застосовують у підвіску авто. Існують цілі програми по полегшенню тієї або іншої моделі авто, де йде чіткий опис «зайвих» частин, кріплень, наприклад: навіть зрізуються зайва довжина болта прямий під гайку. Позбуваються від кондиціонерів, АБС, і інших не потрібних штук для дрифт кара.



Рисунок 2.6 – Установка каркаса безпеки на ВАЗ-2105.

					MP TAM 23. 17193. 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		23

2) Після такого полегшення не заважало б обзавестися 6-ти крапковим каркасом безпеки, який є надійним захистом пілота в момент аварії, у вашій пластмасовій машині.

3) Наступні необхідні деталі: ковшеподібні сидіння і ремені безпеки. Ви ж не прагнете в момент дрифта бовтатися по всьому салону та хапатися за все те що попадеться вам під руку. Сидіння та ремені вам допоможуть бути стійкіше. До речі, дуже важливо щоб сидіння, у яких ви перебуваєте, максимально щільно облягало ваше тіло, і ви всією клітинкою свого тіла почували свій шриф-кар і почували кожне «його подих». Дуже важливо не використовувати кермо як деталь для втримання себе на кріслі, кермо потрібно винятково для керування авто, а не поручнем рівноваги. От тому в професійному автоспорті сидіння відливають індивідуально під кожного пілота. Ще важливо, щоб сидіння було легким (карбонова основа), з низьким місцем кріплення до днища авто та посадкою самого пілота – тим самим занижуємо центр ваги. Не останню роль сидіння відіграють у безпеці, воно фіксує голову від різких рухів, і навіть прикриває тіло пілота від зовнішнього впливу уламків кузова.

4) Колеса й гума. Важливо правильно підібрати діаметр диска, занадто більші по діаметру диски складно повернути, і машина буде витратити зайву енергію на провертання цих коліс, в ідеалі використовувати 16-ті 17-ті, або 18-ті диски. Вага дисків теж дуже важлива – чим легше, тим краще, вони дорогі і вартість їх досягає 5000 у.е. за комплект. Гума дуже важливий фактор – як це не парадоксально, але потрібне гарне зчеплення з дорогою. Розмір також має значення, професійні дрифтери використовують 255- у позаду та 235 попереду. Є покриття, які під час дрифта виділяють кольоровий дим, для більшого ефекту звичайно, але з не давніх пор їх заборонили використовувати на змаганнях D1. До речі, не забудьте підвищити тиск у колесах, небагато перекачайте їх для кращого зриву в замет.

					MP TAM 23. 17193. 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		24

5) Підвіска. Її потрібно замінити на більш тверду й занижену. Чим нижче авто, тим нижче центр ваги, чим жорсткіше – тим менше крен кузова, усе веде до поліпшення керованості в заметі.

6) Не забуваємо про розтяжки кузова (передня підкапотна, у салоні між задніми стійками, задня в багажнику, нижня під днищем авто. Усе для збільшення жорсткості кузова.

7) Замініть кермову рейку на рейку з більшим кутом повороту передніх коліс.

8) Диференціал підвищеного тертя – LSD. Переносить усю потужність двигуна на колеса, так само полегшує керування авто в умовах надлишкової повертаємості. Завдяки цьому дивайсу авто з легкістю кидає в замет! LSD усього три типи: 1 Way, 1,5 Way і 2Way. Відрізняються тим що 1 Way блокує ведучі колеса тільки при розгоні, при подачі на нього крутного моменту. Вона звичайно встановлюється на багатьох авто із заводу (Toyota Supra, BMW, Nissan 200Sx, GTR і інших). 1,5 Way повністю блокується при розгоні й частково при гальмуванні двигуном (наш LEX на Toyota Supra установив цей дивайс). 2Way повністю блокує привідну вісь при розгоні та гальмуванні. Професійні дрифт-тачки оснащені винятково диференціалом 2Way. Багато цього ж ефекту домагаються більш бюджетним і простим способом, зварюють задній диф. зварюванням, тим самим імітують 2Way. При наявності такого блокування витрата гуми це уже є норма. І керування таким автомобілем у міських умовах дуже проблематичне.

9) Гідравлічне ручне гальмо. Зможе втримати потужний і швидкий автомобіль. До речі, на «ручнику» бажано позбутися звичної кнопки – стопора.

10) Вогнегасник не менш 2 літрів.

11) Оснастіть свій автомобіль додатковою системою охолодження двигуна і коробки, адже машина працює на більших обертах. Обов'язковим дивайсом є масляний кулер двигуна й коробки. Гарний фронтальний кулер

					MP TAM 23. 17193. 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		25

так само необхідний, що б «годувати» двигун холодним у великій кількості повітрям.

12) Добре було б оснастити машину нульовим впуском і прямоточним випуском.

13) Зчеплення- надто важливо. Двохдисково зчеплення керамічне або карбонове, найбільш ефективно передасть крутний момент і потужність двигуна на колеса, з мінімальною втратою енергії.

14) Ну й звичайно потужність (у подробицях розписувати не буду, це займе цілу окрему тему, та й вона абсолютно індивідуальна для кожної марки автомобіля). Опишу, загальний принцип. Саме в дрифті не потрібна понад потужна машина, автомобіль повинен бути легко керованим. У професійному дрифті автомобілі мають потужність від 350 до 550 к.с. тобто десь 300 – 350 к.с. на тонну. Виключення становить всесвітньо відомий автомобіль Toyota AE86 у неї всього 150 л.с., але при цьому це дуже легкий автомобіль, і дуже гарний у керуванні.

Ну, от, маючи всі ці дані, вважайте, що у вас гарний, майже готовий аматорський дрифт-кар

					MP TAM 23. 17193. 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		26

3 Сучасна практика спортивного тюнінга

3.1 Огляд компонентів для спортивного тюнінга ВАЗ-2105

Слід пам'ятати, що для спортивного тюнінга важливе дотримання технічних вимог до автомобіля (так званого «регламенту» або «формули»). Як приклад спортивного тюнінга можна привести проект модернізації в 2016 році автомобіля ВАЗ-2101 командою «Next Motorsport» для участі в кільцевих ретро-перегонах Classic Grand Prix, які знаходять усе більшу популярність. На змаганнях різні класи автомобілів. Коробки передач дозволено збирати тільки з деталей серійного заводського асортиментів. Для коліс у класі «Жигулі 1600» дозволені тільки 13-дюймові диски та шини фіксованої розмірності 175/70.

Коробка передач. Якщо є деяке нерозуміння важливості коробки передач, прийдеться виїхати на дорогу та спробувати розігнатися двома різними способами - спочатку включите високу передачу і спробуйте розігнатися без усяких перемикачів, а після спробуйте другий спосіб - послідовно перемикаючи всі передачі, розкручуючи двигун на кожній з них. Ну, і в якому випадку вийшло швидше?

Для найпоширеніших типів коробок передач випускається широкий діапазон шестірнею з різним передатним співвідношенням, але для деяких коробок, взагалі, нічого неможливо дістати. Для розрахунку падіння обертів на передачі, ознайомтеся з тим, як можна розрахувати швидкість автомобіля на підставі розміру коліс і передатного співвідношення головної передачі. Але якщо Ви прагнете розрахувати зниження обертів на кожній передачі, для цього є простий спосіб. Наприклад, на стандартній коробці автомобіля Ford Sierra робимо перемикач з першої передачі на другу при цьому швидкість обертання двигуна рівна 6000 об/хв. Далі робимо необхідні розрахунки - передатне співвідношення першої передачі (3,65) на передатне співвідношення другій передачі (1,97), одержуємо коефіцієнт

					MP TAM 23. 17193. 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		27

перерахунку (1,852) і ділимо на цей коефіцієнт оберти двигуна в момент перемикавання, одержуємо, що оберти двигуна при тій же швидкості руху автомобіля понизяться до 3239 об/хв. Наприклад, на тому ж автомобілі Siegga встановлена модифікована коробка передач фірми BGN Geartech зі зближеними передатними співвідношеннями. У цієї коробки передатне відношення першої передачі - 2,92. передатне співвідношення другої передачі - (1,865), і при перемиканні передачі з першої на другу, на тій же швидкості обертання двигуна - 6000 об/хв, одержуємо, що швидкість обертання двигуна опуститься до 3899 об/хв, вийшло, що загальна зміна швидкості обертання двигуна поменшала на 600 об/хв.

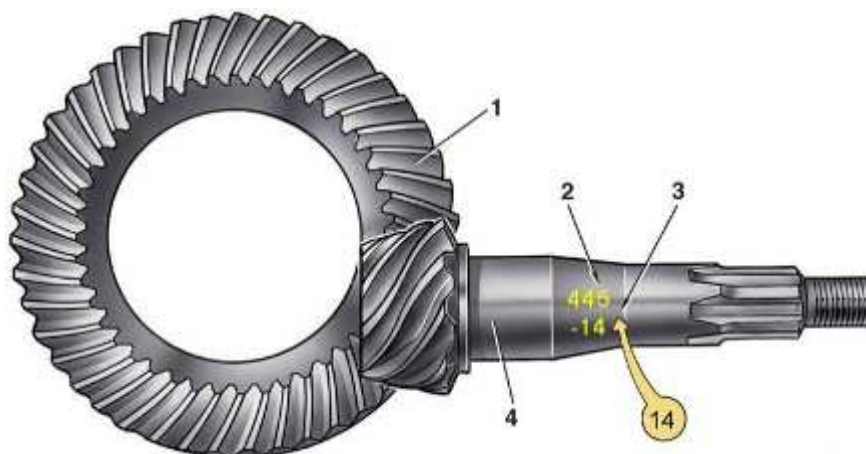


Рисунок 3.1 – Головна передача ВАЗ-2105.

Звичайно, на перший погляд, ці 600 об/хв не видадуться чимось значним, відмінність починається тоді, коли один двигун з підходящим розподільним валом "вистрілює", а іншої робить тільки удари в глушник, поки не потрапить у свій діапазон. І відмінність ця дуже помітна при нормальному щоденному водінні, особливо якщо на двигуні встановлений спеціальний розподільний вал. Ви можете думати про заміну коробки передач автомобіля на нестандартну. Наприклад, встановили на свій автомобіль потужний двигун і тепер прагнете встановити коробці з п'ятьма передачами від автомобіля або її поліпшену модифікацію. Альтернативою цій заміні може бути установка коробки Cosworth T-5 фірми Borgwarner.

					MP TAM 23. 17193. 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		28

Самий простий приклад коробки типу-9 (така, як установлена на Sierra). У такому випадку, як і при використанні інших модифікацій Ford, зверніться до асортиментів, наприклад, фірми Quaife.

Тюнінг-Фірми роблять перехідну плиту (адаптер), що дозволяє стикувати коробки різних виробників із двигуном із двома розподільними валами автомобілів.

Після чіткого визначення типу трансмісії автомобіля можна приступити до обмірковування можливого тюнінга трансмісії.

Карданний вал. ВАЗ-2105, як і інші заднепривідні або повнопривідні автомобілі з переднім розташуванням двигуна мають карданні вали в трансмісії, призначені для передачі крутного моменту від коробки передач до головної передачі або до центрального диференціала в повнопривідного автомобіля. У більшості випадків у корпусі головної передачі звичайно спільно розташовані шестірні головної передачі і диференціал. Карданний вал може бути простий, що складаються із одного вала з карданными шарнірами з обох кінців вала, але може бути й складовим, що полягають із двох окремих валів, що й мають центральний (підвісний) підшипник посередині вала.

Неважливо, яку конструкцію має карданний вал Вашого автомобіля, головне, щоб він був справний, або був відремонтований, при визначенні несправностей. Якщо Ви переконані, що карданний вал автомобіля справний і змазаний (якщо це передбачене), малоймовірно, що він зламається і буде джерелом яких-небудь проблем. Єдиною операцією, яку можна виконати при установці вала на "заряджений" автомобіль, це балансування вала, проведене кваліфікованими фахівцями.

Півосі. Якщо на автомобілі встановлений форсований двигун, цілком можливо, що збільшений крутний момент може обірвати стандартні півосі, що звичайно й відбувається при ушкодженні півосі, хоча спочатку піввісь може бути просто закручена. При обриві півосі значні ушкодження

					MP TAM 23. 17193. 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		29

одержує диференціал, а добування відламаного шматка півосі може зажадати повного розбирання редуктора моста. Є два способи уникнути поломки півосі: перший - відібрати перевірену піввісь, переконавшись, що вона не має тріщин і інших ушкоджень, далі провести необхідну термічну обробку для підвищення її міцності; другий спосіб - придбати спеціальну посилену піввісь, наприклад фірми "Quaife". Якщо для Вашого автомобіля не виготовляються посилені півосі, фірма "Quaife" може виготовити їх зі спеціальної сталі, використовуючи одну з Ваших півосей як зразок. Зверніть увагу на те, що установка на автомобіль диференціала підвищеного тертя або диференціала "визначеного крутного моменту", накладає більш високі вимоги на міцність півосей, у цьому випадку необхідно обов'язково враховувати міцність встановлюваних півосей (більш докладно про диференціали далі).

У деяких випадках при дотриманні певних обмежень можливе виготовлення пари шестерен головної передачі на замовлення, з необхідним для Вас передатним співвідношенням. Перед прийняттям такого рішення, або саме у зв'язку із прийняттям цього рішення, перед визначенням необхідного передатного співвідношення, визначитеся, яку максимальну швидкість буде розвивати Ваш автомобіль (дивіться на речі реально) і які оберти буде розвивати двигун при досягненні цієї максимальної швидкості.

Диференціали блокуючого типу LSD. Залежно від того, який автомобіль Ви маєте, можливо, LSD уже встановлений на Ваш автомобіль, або виробником автомобіля або його попереднім власником. Навіть якщо LSD не був запропонованою опцією для Вашого автомобіля, стандартний диференціал може бути замінений на диференціал іншого типу або від іншої моделі залежно від Вашої переваги й, можливо, того, як Ви збираєтеся використовувати автомобіль.

Основний вибір комплекту для самостійної установки на дорожній автомобіль відбувався між виробами фірм Trannex і Gripper, багато пізньої

					MP TAM 23. 17193. 000 ПЗ	Арк.
						30
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

стали доступні виробу фірми Jackknight, що й тепер уже не випускаються, фірми Salisburypower-lok. У якості найбільш вдалого прикладу заводської установки комплекту дискової муфти можна привести виробу фірми ZF, встановлювані на автомобіль BMW і муфти, що випускалися раніше для автомобіля Ford carpis типової комплектації. Про інших диференціалах, таких як, «кулачкові» виробництва фірм ZF або Jackknight і AP Suretrak, Ви чули менше, але ми їх теж розглянемо.

Як уже згадувалося, найпоширенішим диференціалом підвищеного тертя визначальний момент є Automatictorquebiasing (АТВ) фірми Quaife. Диференціали ZF, Gripper і Trannex мають конструкцію з 2-мя осями та 4-мя сателітними шестірнями, але Xtracsalisbury має конструкцію з 3-мя сателітними шестірнями.

Кулачковий диференціал підвищеного тертя, що дуже рідко зустрічається тип диференціала, і він був і залишається значно дорожче всіх інших типів диференціалів підвищеного тертя. Я не знайшов згадування ні про які останні моделі диференціалів цього типу, відповідно дуже малоймовірне існування чого-небудь доступного для тюнінга сучасних автомобілів.

Відносно недавно з'явився новий тип диференціала підвищеного тертя Suretractorsen фірми AP. Його можливо використовувати в комбінації з передатним співвідношенням головної передачі 2,3; 2,8 і 3,1, на автомобілях "Peugeot", так само на автомобілі "MGF" і "Volkswagengolf" у двох виконаннях. Мені не доводилося управляти автомобілем з таким диференціалом, тому я не можу прокоментувати його характеристики.

Не дуже давно з'явився диференціал «Phantomgrip», основою якого є пружини, які випускаються у двох виконаннях - золотавого кольору для використання в дорожніх автомобілях, і зеленого кольору - для використання в спортивних змаганнях або при більш агресивному стилі водіння. При продажі пристрій комплектується не тільки додатковим

					MP TAM 23. 17193. 000 ПЗ	Арк.
						31
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

комплектom пружин, але й докладною інструкцією з установки, при цьому мається на увазі, що диференціал, встановлений на автомобілі повністю справний.

Для підготовки до перегонів у класі «1300», був розібраний і повністю перероблений ВАЗ-2101 1973 року. З кузова забрали стару фарбу, герметики та мастики — залишився металевий кістяк. Потім у нього інтегрували омологований каркас безпеки, кузов став жорсткіше, точніше працює ходова частина, підвищилася керованість.

Від штатного двигуна 1,2 л залишилася лише головка блоку, та й у тій установили «спортивний» розподільний вал і доробили канали. Циліндри розточили, встановили потрібний колінчатий вал. Після тюнінга двигун видав на іспитовому стенді 130 к.с.

У диференціал установили дискове блокування, карданний вал і балка моста залишилися рідними — 73-го року.

Геометрію підвіски змінили й, оскільки будь-які гоночні шини неприпустимі, вибір шин упав на «цивільні» Cordiant Sport 2.

3.2 Технологія спортивного тюнінга

В 2007 році, за підтримки Української Автомобільної Федерації (УАФ), був створений Комітет дрифта в особі Української Дрифт Серії (УДС). Комітетом був створений регламент змагань а так само технічний регламент, керуючись їм, учасники готують свої автомобілі до змагань.

					MP TAM 23. 17193. 000 ПЗ	Арк.
						32
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Рисунок 3.2 – Заміна двигуна на шрифт-карі ВАЗ-2105.

Усі доробки виконуються відповідно до технічного регламенту змагань. Автомобіль для дрифта в першу чергу повинен мати підходящі характеристики для підготовки до змагань. Це задній привод – визначальна ознака автомобіля для дрифта. Крім цього, наявність блокування задніх коліс, невелика власна вага, потужності побільше, а підвіска жорсткіша й нижча.

Розвесовка 50/50, як в автомобілів для кільцевих гонок, небажана, краще якщо передня або задня частини авто були важче протилежної частини, для більш легкого зриву авто в замет, от тому автомобілі з ідеальною розвесовкою не зовсім підходить для дрифта.

Далі розглянемо технічні заходи, які дозволять автомобіль ВАЗ-2105 перетворити в дрифт-кар. Насамперед доробка двигуна. Для збільшення потужності, крутного моменту, прохідності паливо повітряної суміші двигуна 1.5 л. 8 клапанів, впливає: збільшити обсяг двигуна шляхом розточення блоку циліндрів до 1.7 літра та встановити поршневу пару від двигуна 1.7 Нива; переточити клапан на «Т» образний; розточити канали ГБЦ; замінити розподільний вал на спортивну полегшену версію; замінити шестірню розподільного вала на розрізну, для полегшення настроювання кутів випередження запалювання; добре було б оснастити машину нульовим

					MP TAM 23. 17193. 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		33

впуском і прямоточним випуском.

Автомобіль оснащується додатковою системою охолодження двигуна й коробки, адже машина працює на більших обертах. Обов'язковою опцією є маслений кулер двигуната коробки. Гарний фронтальний кулер так само необхідний, що б «годувати» двигун холодним у великій кількості повітрям.

Доробка трансмісії. Для поліпшення чуйності педалі газу, правильного розподілу крутного моменту на ведучих колесах при зриві коліс і значному надлишку тяги, поліпшення динамічності авто та поліпшення показників розгону, впливає: замінити стандартний диференціал на самоблокуючий; встановити спортивний диск зчеплення та кошик, при цьому передачі будуть включатися жорсткіше, але ми виключимо пробуксовку зчеплення і продовжить термін служби зчеплення, тому що спортивне зчеплення має більш зносостійкий склад, наприклад кераміка. Можливий варіант із заміною головної пари на подовжену до 4,1-4,3 (стандартна 3,7). Зчеплення встановлюємо дводискове зчеплення керамічне або карбонове, найбільш ефективно передасть крутний момент і потужність двигуна на колеса, з мінімальною втратою енергії.

Диференціал підвищеного тертя – LSD. Переносить усю потужність двигуна на колеса, так само полегшує керування авто в умовах надлишкової повертаємості. Завдяки цьому дивайсу авто з легкістю кидає в замет. LSD усього три типи: 1 Way, 1,5 Way і 2Way. Відрізняються тем що 1 Way блокує ведучі колеса тільки при розгоні, при подачі на нього крутного моменту. 2Way повністю блокує провідну вісь при розгоні й гальмуванні. Професійні шрифт-кари оснащені винятково диференціалом 2Way! Багато цього ж ефекту домагаються більш бюджетним і простим способом, заварюють задній диференціал зварюванням, тим самим імітують 2Way.

					MP TAM 23. 17193. 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		34



Рисунок 3.3 – Модернізація підвіски ВАЗ-2105.

Підвіску потрібно замінити на більш тверду та занижену. Чим нижче авто тим нижче центр ваги, чому жорсткіше – тим менше крен кузова, усе веде до поліпшення керуваності в заметі. Для збільшення вивороту коліс, зменшення кліренсу, зменшення кренів, збільшення твердості підвіски, впливає: установити задній стабілізатор поперечної стійкості; установити комплект короткоходних амортизаторів із пружинами; що б міст не пішов убік при зменшенні кліренсу, потрібно встановити регульовану тягу Панара; для збільшення вивороту коліс і збільшення діапазону регулювання кутів установки коліс слід установити комплект спортивних важелів з укороченою сошкою.

Пріоритетне значення має показник зчеплення шин і покриттям траси. Передні шини повинні чітко тримати заданий курс і зберігати потрібну траєкторію. Гума передніх шин повинна мати низький показник м'якості, а задні повинні забезпечувати ефективний замет, тому вони мають більшу ширину. Вибирати шини для дрифта потрібно відповідально, обов'язково враховуючи певні характеристики. Важливо пам'ятати, що в цьому випадку пріоритетне значення має показник зчеплення шин і покриттям траси, а

					MP TAM 23. 17193. 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		35

зовсім не ступінь «відіграння» її нерівностей. Не можна забувати й те, що в дрифті задні та передні колеса відіграють зовсім різні ролі, наприклад, передні шини повинні чітко тримати заданий курс і зберігати потрібну траєкторію, а задні – забезпечувати ефективний замет, тому вони мають, як правило, більшу ширину.

Звичайно, для задніх коліс при дрифті важливо створити щільний шлейф диму, а для цього гума повинна бути твердою. Якщо траса суха, то повністю спалити пари задніх шин можна хвилин за 15. Тому більшість гонщиків при виборі гуми для дрифта орієнтуються по її вартості. Аматори створення кольорового димового шлейфа віддають перевагу гумі різних відтінків, оскільки саме при її спалюванні на трасі за автомобілем йде неповторна димова завіса, що дозволяє своєю оригінальністю виділитися на загальному тлі.

Важливо правильно підібрати діаметр диска, занадто більші по діаметру диски складно повернути, і машина буде втрачати зайву енергію на повертання цих коліс, в ідеалі використовувати 16-ті – 18-ті диски. Вага дисків теж дуже важлива – чому легше, тем краще, вони дороги й вартість їх досягає 5000 у.е. за комплект.

Гідравлічне стоянкове гальмо. Для установки гідравлічного стоянкового гальма, знадобитися замінити задні барабанні гальма на дискові. Встановлювати стоянкове гальмо необхідно відповідно до зазначеної нижче схеми. Гідравлічний стоянкове гальмо зможе втримати потужний і швидкий автомобіль. До речі, на «ручніку» бажано позбутися звичної кнопки – стопора.

Додаткові прилади та показчики в салоні необхідні для контролю над автомобілем при його настроюванні та під час перегонів. Основний набір: тахометр; показчик температури масла; показчик температури води; показчик тиску палива; показчик тиску масла; індикатор перемикач передач.

					MP TAM 23. 17193. 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		36

Що б було простіше входити в замет, автомобіль повинен мати найменша вага й найбільшу жорсткість кузова. Жорсткість кузова досягається установкою каркаса безпеки, а менша вага авто заміною металевих деталей на пластикові й карбонові, а так само в салоні залишають тільки саме потрібне.

Якщо професійно зайнятися цим питанням, то тут полегшення зазнають усі вузли й агрегати на більш легкі аналоги (з легких металів) або навіть на карбон, особливо його вдало застосовують у підвіску авто. Існують цілі програми по полегшенню тієї або іншої моделі авто, де йде чіткий опис «зайвих» частин, кріплень, наприклад: навіть зрізуються зайва довжина болта прямий під гайку. Позбуваються від кондиціонерів, АБС, і інших не потрібних штук для дрифт кара.

Вимоги безпеки обов'язкова. Встановлюється 6-ти крапковий каркас безпеки, який є надійним захистом пілота на випадок аварії. Для підвищення безпеки боліда, на нього встановлюється каркас безпеки, спортивні сидіння без регулювань, 5-ти крапкові ремені безпеки. Ковшоподібні сидіння та ремені безпеки допоможуть бути пілотові стійкіше. При цьому всі декоративні панелі й обшивка видаляється, як для полегшення ваги, так і для того, що б у салоні було менше матеріалу підданого загорянню. Бензобак виноситься в салон, при цьому його ставлять із об'ємом від 5 до 15 л. Обов'язковий вогнегасник не менш 2-х літрів.

До речі, дуже важливо щоб сидіння, максимально щільно облягало тіло пілота, і він усією клітинкою свого тіла почував свій дрифт -кар і почували кожне «його подих». У професійному автоспорті сидіння відливають індивідуально під кожного пілота. Не останню роль сидіння відіграють у безпеці, воно фіксує голову від різких рухів.

Технологія тюнінга заднього моста виконана відповідно до вимог технологічної інструкції ВАЗа «Автомобілі ВАЗ. Технологія ремонту вузлів і агрегатів» [5], яка для розбирання редуктора пише

					MP TAM 23. 17193. 000 ПЗ	Арк.
						37
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

«Закріпити редуктор на стенді. Зніміть стопорні пластини, викрутіть болти й зніміть кришки підшипників коробки диференціала, регулювальні гайки та зовнішні кільця роликових підшипників. Кришки й зовнішні кільця підшипників позначте, щоб при складанні встановити їх на колишні місця. Вийміть із картера редуктора коробки диференціала разом з веденою шестірнею й внутрішніми кільцями підшипників».

Перед оглядом деталі редуктора ретельно промийте. Це полегшить виявлення зношування та ушкодження деталей. Перевірте, немає чи на зубах шестірень головної передачі ушкоджень і чи правильно розташовані плями контакту на робочих поверхнях зубів.

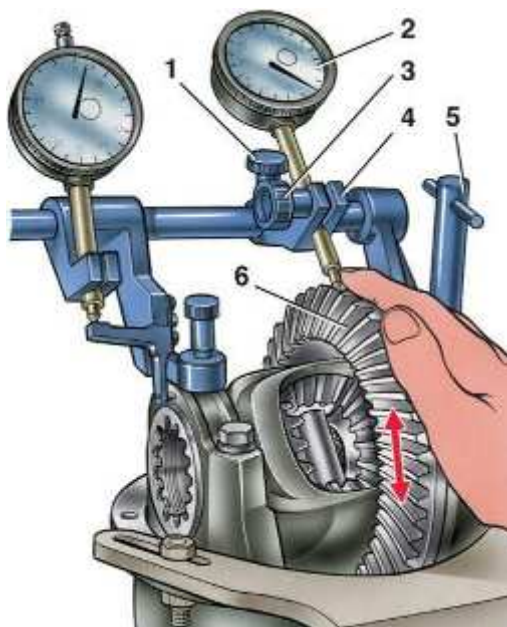


Рисунок 3.4 – Регулювання зазорів при заміні головної передачі ВАЗ-2105.

У запасні частини провідна і ведена шестірні поставляються комплектом, підібраним по шуму та контакту, тому при ушкодженні однієї шестірні замінюють обидві.

Перевірте стан отворів сателітів і поверхонь їх осі; при наявності ушкоджень деталі замініте новими. Перевірте поверхні шийок шестірень півосей і їх посадкових отворів у коробці диференціала, стан отворів у коробці під вісь сателітів. При необхідності замінити зношені або

ушкоджені деталі. Огляньте поверхні опорних шайб шестірень півосей, ушкоджені шайби замінити. При заміні шайб, нові підбирайте по товщині.

Огляньте роликові підшипники провідної шестірні й коробки диференціала; вони повинні бути без зношування, із гладкими робочими поверхнями. Замініть підшипники при найменшому сумніві в їх працездатності, поганий стан підшипників може бути причиною шуму й заїдання зубів.

Перевірте, немає чи на картері та на коробці диференціала деформацій або тріщин, при необхідності замінить їх новими.

Для складання диференціала технологічна інструкція ВАЗа «Автомобілі ВАЗ. Технологія ремонту вузлів і агрегатів» [5], пропонує «Змажте трансмісійним маслом і встановіть через вікна в коробку диференціала шестірні півосей з опорними шайбами й сателіти. Проверніть сателіти та шестірні півосей так, щоб сполучити вісь обертання з віссю отвору в коробці, потім вставте вісь сателітів. Перевірте осьовий зазор кожної шестірні півосі: він повинен становити 0 – 0,10 мм, а момент опору обертанню шестірень диференціала не повинен перевищувати 14,7 Н.м (1,5 кгс.м). При збільшеному зазорі, що є ознакою зношування деталей диференціала, замінить опорні шайби шестірень півосей іншими, більшої товщини. Якщо зазначений зазор не вдається одержати навіть при установці шайби найбільшої товщини, замінить шестірні новими через їхнє надмірне зношування. Закріпіть ведену шестірню на коробці диференціала. Оправленням напресуйте на коробку диференціала внутрішні кільця роликових підшипників».

Установка й регулювання провідної шестірні. Правильне положення провідної шестірні щодо веденої забезпечується добором товщини регулювального кільця, встановленого між торцем провідної шестірні й внутрішнім кільцем заднього підшипника.

Підбирайте регулювальне кільце за допомогою оправлення й

					MP TAM 23. 17193. 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		39

пристосування з індикатором. Установите провідну шестірню в картер редуктора та встановіть на неї внутрішнє кільце переднього підшипника, масловідбивача, сальник, фланець провідної шестірні й шайбу. Наверніть на кінець шестірні гайку й, застопоривши фланець провідної шестірні, затягніть її.

3.3 Устаткування та інструмент для спортивного тюнінга

Ефективне і якісне проведення робіт неможливо без застосування сучасного устаткування та інструмента [17, 27]. Для вибору устаткування визначимося з головними видами робіт, це:

1. Заміна агрегатів і вузлів.
2. Установка каркаса безпеки.
3. Зварювальні роботи.
4. Розбирання таскладання кузова.
5. Електротехнічні роботи.
6. Мастильно-заправні роботи.
7. Настроювання підвіски.
8. Шиномонтажні роботи.

Для виконання робіт зі спортивного тюнінгу автомобіля ВАЗ-2105 застосовується наступне стаціонарне технологічне устаткування:

1. Підйомник автомобільний.
2. Стенд для розбирання агрегатів з кантователем.
3. Стенд регулювання кутів установки коліс.
4. Шиномонтажний верстат.
5. Верстат для балансування коліс.
6. Верстат слюсарний.
7. Прес гідравлічний.
8. Наждачно- заточувальний верстат.
9. Свердлильний верстат.

					MP TAM 23. 17193. 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		40

10. Компресор.

Крім цього, застосовується мобільне устаткування та інструмент:

1. Стійка трансмісійна.
2. Комплект ручного інструмента.
3. Візок для перевезення агрегатів.
4. Гайковерт.
5. Стілець автомеханіка.
6. Домкрат підкатний.



Рисунок 3.5 – Чотирестійковий підйомник.

3.4 Особливості проектування майстерні для спортивного тюнінга

На підставі розробленої технології та обраного устаткування зробимо вибір виробничої ділянки або ділянок для проведення робіт. Згідно з

					MP TAM 23. 17193. 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		41

існуючою практикою [27], « до складу підприємства автосервісу звичайно входять наступні виробничі підрозділи:

- ділянка передпродажної підготовки автомобілів;
- ділянка технічного обслуговування автомобілів;
- ділянка поточного ремонту автомобілів;
- ділянка діагностування автомобілів;
- ділянка збирально-мийних робіт;
- кузовна ділянка з комплексом допоміжних приміщень;
- фарбувальна ділянка з комплексом допоміжних приміщень;
- ділянка антикорозійної обробки;
- відділення електротехнічних і акумуляторних робіт;
- шиїне відділення;
- агрегатне відділення;
- зварювально-бляхарське відділення;
- шпалерне відділення;
- слюсарно-механічне відділення».

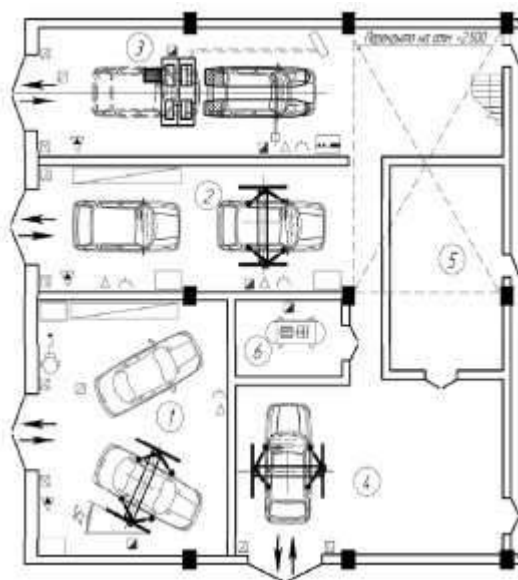


Рисунок 3.6 – Варіант планування СТО з ділянкою тюнінга.

					MP TAM 23. 17193. 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		42

У більшості випадків виробнича програма по тюнінгу в автосервісу непомірно менше робіт з ремонту й обслуговуванню автомобілів [28, 29]. Тому не завжди доцільно проектувати окрема ділянка для тюнінга.

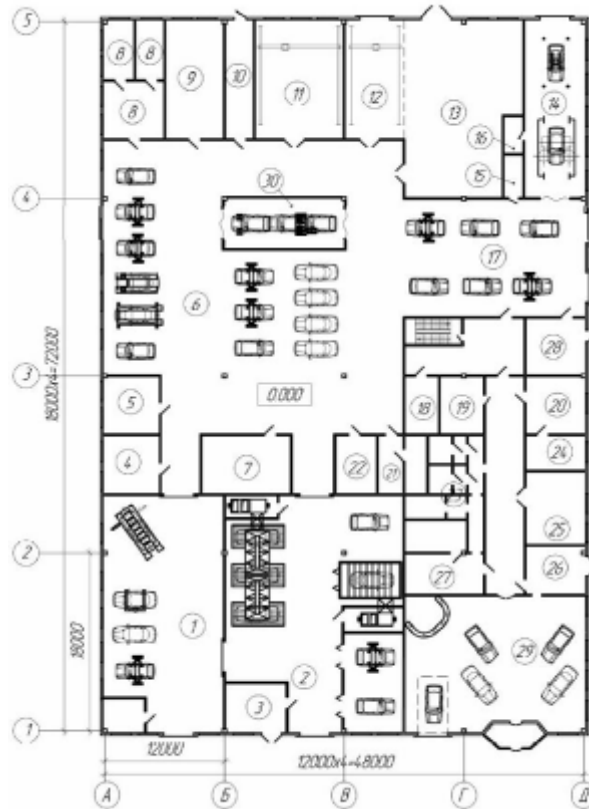


Рисунок 3.7 – Варіант планування майстерні по спортивному тюнінгу.

У багатьох випадках роботи розподіляються по існуючих ділянках і відділенням, якщо замовлень по тюнінгу накопичується значна кількість, можна виділити базова ділянка. З урахуванням специфіки спортивного тюнінга, у якості основних видів робіт можна прийняти наступні:

1. Заміна агрегатів і вузлів.
2. Розбирання й складання кузова.
3. Настроювання підвіски.

Тому базовою ділянкою ухвалюємо ділянку технічного обслуговування й ремонту. Якщо прогнозується більша виробнича програма, можливе проектування самостійної майстерні для автомобільного тюнінга.

4. Безпека та міцність кузовних конструкцій автотранспортних засобів.

4.1. Аналіз ушкоджень кузовних конструкцій автотранспортних засобів.

При автомобільних травмах від травм, отриманих всередині автомобіля, загибає від 10% до 20% всіх жертв. Існують чотири основні сценарії [4]:

1. Пряме зіткнення спереду.
2. Бічне зіткнення.
3. Зіткнення під час удару ззаду.
4. Перекидання автомобіля, що може відбутися при зіткненні спереду, з боку, ззаду, або через "занесення" автомобіля.

До цього дня значна увага при проектуванні автомобілів приділяється розробці силової структури кузова. При невеликих швидкостях зіткнень спереду та ззаду головне навантаження припадає на так звані "краш-бокси", елементи, що піддаються програмованій деформації. Вони стискаються, подібно до гармошки, не допускаючи передачу ударної енергії далі. У випадку сильних зіткнень навантаження розподіляється між всіма силовими елементами, такими як лонжерони, підрамники, стійки даху і таке інше (див. рис.4.1). У разі зіткнення вся конструкція повинна працювати як єдина система.

Найкращий захист автомобілів забезпечується при зіткненні спереду. Більшість небезпечних ДТП є фронтальними, і на другому місці за безпекою знаходяться зіткнення ззаду. Проте захист від таких ударів досить простий, оскільки можна встановити потужні зони, які піддаються деформації, з переду та ззаду. Проте захистити пасажирів від бічних зіткнень є складнішим завданням. Внутрішні двері обладнують міцними

					MP TAM 23. 17193. 000 ПЗ	Арк.
						44
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

брусами безпеки, а центральну стійку та пороги проектують так, щоб енергія удару передавалася на поперечні підсилювачі підлоги та даху (див. Рис.4.2).



Рисунок 4.1 – Спосіб розподілу енергії удару при прямому зіткненні.



Рисунок 4.2 - Спосіб розподілу енергії удару при бічному зіткненні.

Усі види транспортних засобів різним чином вразливі до перекидання. Зазвичай, схильність до перекидання збільшується разом із зростанням таких факторів, як висота центру маси, ширина колісної бази, чутливість системи керування та збільшення швидкості.

Поріг перекидання для легкових автомобілів зазвичай становить понад 1 g поперечного прискорення. Наприклад, модель Tesla Model S має дуже низький ризик перекидання, всього 5,7%, завдяки низькому центру маси.

У випадку легких вантажівок, імовірність перекидання варіює від 0,8 до 1,2 g бічного прискорення. Великі комерційні вантажівки мають значно менший поріг перекидання всього 0,2 g. Проте вантажівки більш вразливі до перекидання, оскільки вони мають вищий кузов і більший кліренс, що підвищує центр маси.

У випадку перекидання автомобіля (див. рисунок 4.3), травми та смертність зазвичай менше, ніж при лобових чи бічних зіткненнях, за умови, що пасажир не вилетить із машини, і машина не зіткнеться з деревом або стовпом. Згідно із тестами, проведеними німецькою організацією ADAC [4], не зважаючи на значне покращення пасивного захисту, ризик травм для пасажирів в кабріолетах значно вищий, ніж в автомобілях з жорстким дахом. Отже, основні рекомендації включають в себе максимально низьке розташування сидіння та натяг ременів безпеки настільки, наскільки це можливо.



Рисунок 4.3 – Можливі варіанти перекидання автомобіля

Даний текст ілюструє важливі аспекти пов'язані з перекиданням автомобілів та важливістю міцності конструкції для забезпечення безпеки пасажирів. Декілька ключових моментів включають в себе:

Залежність від розміру та типу автомобіля: Маленькі автомобілі менше здатні абсорбувати енергію зіткнення, тому їхня імовірність отримання серйозних ушкоджень або смертельних травм вища. З іншого боку, важкі автомобілі, такі як вантажівки, мають перевагу у зіткненнях з легковими автомобілями завдяки своєму ваговому класу.

Перекидання автомобіля: Перекидання, або перевороти, становлять значну частину смертельних випадків на дорозі. Розміщення центру тяжіння автомобіля грає важливу роль у вирішенні, чи перевернеться автомобіль в результаті аварії.

Міцність даху та безпека: Міцність даху автомобіля важлива, оскільки слабкий дах може призвести до контакту пасажирів з дахом під час перекидання або аварій, що може призвести до травм голови і шиї. Тестування міцності даху, як те, яке проводить американський інститут ПHS, грає важливу роль у визначенні безпеки автомобілів.

Випробування на міцність: Текст також згадує важливість випробувань на міцність автомобільних конструкцій. Це означає, що автомобільні виробники повинні проводити тестування та випробування, які дозволяють визначити, наскільки міцні та безпечні їхні автомобілі в різних сценаріях аварій.

Всі ці фактори важливі для підвищення безпеки на дорогах та зменшення ризику травм і смертельних випадків внаслідок аварій.



Рисунок 4.4 – Слабкі стійки даху та пошкодження голови водія:

					MP TAM 23. 17193. 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		47

На цьому зображенні відображено слабкі стійки даху автомобіля та можливі наслідки їхнього пошкодження для голови водія.

Випробування міцності даху автомобіля відрізняється від лобових та бічних краш-тестів. Інститут "ІІHS" використовує для цього спеціальний стенд, на якому оцінюється міцність даху, зображена на рисунку 4.5.



Рисунок 4.5 – Стенд перевірки міцності даху

Спеціальний прес зжимає дах автомобіля до тих пір, поки він не деформується на 12 сантиметрів. Зусилля, яке діє на дах автомобіля протягом цього випробування, постійно зростає і збільшується. Це дозволяє фахівцям інституту обчислити коефіцієнт міцності даху автомобіля, використовуючи співвідношення маси автомобіля до його міцності.

За цим методом, чим міцніший дах автомобіля, тим більше зусилля та маси потрібно для деформації цього даху. Оцінки даються на основі отриманих результатів. Автомобілі, які отримують оцінку "добре", мають співвідношення міцності "4" - до маси. Це означає, що такий дах може витримати чотири свої власні маси, перш ніж його деформується на 12 сантиметрів. Оцінка "прийнятно" зазвичай присуджується автомобілям із співвідношенням міцності до ваги - "3,25". Оцінка "нижче середнього" присуджується машинам із співвідношенням "2,5" - до ваги. Оцінка

					MP TAM 23. 17193. 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		48

"погано" надається автомобілям зі співвідношенням міцності до ваги менше за "2,5".

4.2. Система випробування міцності даху ВІА.

Система випробування міцності даху та дверей автомобілів відповідно до стандартів FMVSS 214 та 216 і аналогічних стандартів наведена на рисунку 4.6.

Система ВІА є інструментом для оцінки міцності даху та дверей автомобіля при аварійних зіткненнях. Вона забезпечує високу точність та керованість під час вимірювань, а також збір даних на сучасному технічному рівні. Система ВІА робить процес визначення міцності конструкції більш простим та точним.



На рисунку 4.6 представлений процес випробування міцності даху та дверей автомобіля.

VIA (Vehicle Integrity Assessment) використовує один і той же випробувальний стенд для випробувань міцності як даху, так і дверей. Система має унікальний дизайн з нахилом, який постійно змінюється, що дозволяє проводити випробування міцності даху в вертикальному напрямку.

Таблиця 4.1 надає інформацію про робочі характеристики вимірюваних параметрів в системі випробувань. У цій системі використовуються наступні пристрої та їх характеристики:

4 тривісні тензодатчики для визначення точки застосування навантаження. Після програмного оброблення сигналу, точність вимірювання сили становить 0,5 %.

Магнітострикційний датчик положення використовується для вимірювання абсолютного переміщення.

Ця інформація вказує на те, які прилади використовуються в системі випробувань та яка точність вимірювань може бути досягнута для обраного методу оцінки.

Таблиця 4.1 – Робочі характеристики вимірюваних параметрів.

Найменування параметрів	Показники
Діапазон кутів при роздавлюванні даху, °	0-40
Кут нахилу штовхача, °	±20
Кут зминання дверей, °	90
Максимальний робочий хід, м	1
Максимальна висота автомобіля, м	2,1
Максимальне навантаження, кН	250

4.3 Аналітичні методи розрахунку несучих властивостей конструкцій

В автомобільній галузі вказує на важливість підвищення пасивної безпеки та міцності кузовних конструкцій транспортних засобів. Це ключовий аспект для забезпечення довговічності і металоемності автомобілів та автобусів. Розв'язання цієї проблеми вимагає подальшого вдосконалення процесів проектування, доведення та сертифікації кабін та кузовів.

Один із основних методів, які застосовуються для оцінки несучих властивостей конструкцій, - експериментальний метод, який базується на результатах натурних стендових або полігонних випробувань повномасштабних конструкцій окремо або в складі автомобіля чи автобуса. Цей метод відзначається високою достовірністю отриманих результатів. Однак він може бути дорогим і трудомістким, що обмежує його застосування, особливо на етапі пошуку раціональної конструкції та оцінки безпеки конструкцій в різних аварійних ситуаціях.

Через високу вартість та складність експериментальних робіт, часто проводяться мінімальний обсяг випробувань, зазвичай на одному або двох зразках конструкцій, та сертифікація автомобіля на їхній основі. У деяких випадках це може обмежити кількість доступних даних для аналізу, особливо для дорогих автомобілів, таких як міські або туристичні автобуси.

Це вказує на необхідність подальшого розвитку розрахункових методів оцінки безпеки та міцності кузовів і кабін на всіх етапах їх проектування, доведення та сертифікації. Цей розвиток може включати комплексну оцінку несучої здатності конструкцій, яка базується на розрахункових і експериментальних методах оцінки та застосування системного підходу до оцінки.

Процедура розрахункової оцінки несучої здатності кузовних конструкцій базується на використанні методів розрахунку і включає наступні основні етапи:

Структурний аналіз: Відбувається аналіз реальної і проектної конструкції, а також її силової схеми.

Аналіз навантаження: Розглядаються режими та види навантаження, способи прикладання навантаження та зовнішнє закріплення конструкції.

Вибір і розробка розрахункової моделі і матеріалу:

1. Формується структура вузлів і елементів, внутрішніх і зовнішніх граничних умов, зовнішнього навантаження.

					MP TAM 23. 17193. 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		51

2. Присвоюються фізичні характеристики елементів і матеріалу.
3. Присвоюються координати вузлових точок і топологія елементів.
4. Присвоюються зовнішні опори та навантаження, внутрішні зв'язки між елементами.

5. Перевіряється база даних, налагоджується та коригується модель у певних режимах навантаження.

Розрахунок моделі: Проводиться розрахунок за обраним алгоритмом.

Обробка та аналіз результатів розрахунку.

Розгляд інших видів навантаження та умов деформування конструкції, в залежності від розв'язуваних завдань.

Систематизація даних і визначення конкретних величин деформування конструкції.

Оцінка безпеки і міцності конструкції.

Ці етапи дозволяють ретельно вивчити та проаналізувати конструкцію, оцінити її міцність та безпеку, і використовуються для розробки і вдосконалення автомобільних конструкцій.

Синтез конструкції:

Оцінка функціональних потреб окремих елементів та їх вплив на безпеку та міцність.

Розгляд конструктивних рішень, включаючи перерізи елементів, методи їх з'єднання, особливості зварювання і наявність каркасу.

Визначення силової схеми конструкції.

Уточнення умов оцінки:

Відповідно до вимог і нормативних документів визначаються умови оцінки безпеки та несучої здатності конструкції.

Вибір режимів навантаження, способів прикладання навантаження та видів навантаження, які можуть бути статичними або динамічними.

Розрахункова модель:

					MP TAM 23. 17193. 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		52

Вибір розрахункової моделі, яка може бути простою, уточненою або докладною.

Проста модель складається зі стрижневих елементів, що відображають силову схему конструкції або окремих її частин.

Уточнена модель включає стрижневі і пластинчасті елементи, а комбінована модель може використовувати обидва типи елементів.

Докладна модель складається лише з пластинчастих елементів і найточніше відображає особливості реальної конструкції.

Залежно від обраного методу розрахунку, зміст і обсяг третього етапу можуть змінюватися.

Використання віртуальних тестових стендів та цифрових близнюків дійсно є суттєвим кроком у розвитку і вдосконаленні кузовів автомобілів. Дозвольте розглянути цю концепцію і її застосування детальніше:

Віртуальні тестові стенди: Віртуальний тестовий стенд - це комп'ютерне середовище, яке дозволяє симулювати різні умови навантаження та випробувань для автомобільного кузова. За допомогою цих стендів можна проводити чисельні випробування, емулюючи реальні умови, такі як впливи при аваріях, впливи на дорозі, перевірку міцності та інші.

Оптимізація конструкції: Додавання алгоритмів оптимізації до цифрового близнюка дозволяє покращити конструкцію кузова. Можливість визначити оптимальну та міцну конструкцію без значного збільшення маси веде до покращення безпеки, а також до зменшення споживання пального та збільшення довговічності автомобіля.

Загальна концепція цифрового близнюка: Цифровий близнюк - це комп'ютерна модель кузова автомобіля, яка враховує його геометричну структуру, властивості матеріалів, динаміку та робочі характеристики. Він є точною копією реального об'єкта та дозволяє аналізувати його різні параметри, такі як міцність, жорсткість та безпеку.

					MP TAM 23. 17193. 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		53

Визначення характеристик кузова: Віртуальний тестовий стенд і цифровий близнюк дозволяють конструктору визначити характеристики кузова, такі як його жорсткість та міцність. Ці характеристики дуже важливі для безпеки автомобіля та його пасажирів, оскільки вони визначають, наскільки добре автомобіль витримає вплив навантажень та аварійних ситуацій.

Використання цих технологій дозволяє знизити витрати на фізичні випробування та прискорити процес розробки автомобільних кузовів. В результаті цього можна покращити безпеку та ефективність автомобілів, знизити їх вагу і споживання пального, а також збільшити їх довговічність.

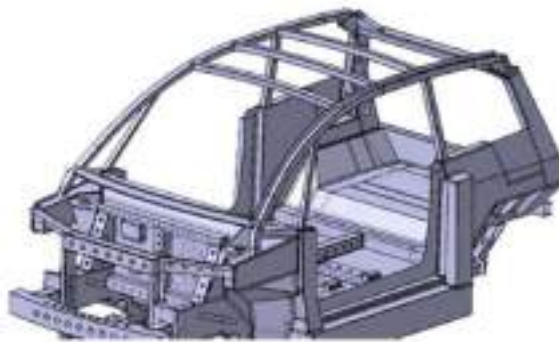


Рисунок 4.7 Демонструє загальний вигляд кузова автомобіля та його конструктивних компонентів.

Оскільки ми цікавимося створенням цифрового відображення всього транспортного засобу, цей процес також повинен включати всі інші системи автомобіля. Передусім, це включає в себе реплікацію внутрішніх систем, таких як електрообладнання, гальмівна система та інші (див. Рис. 4.8).



Рисунок 4.8 – Наведено цифрового двійника внутрішніх систем автомобіля.

Для здійснення комплексного підходу у проектуванні та тестуванні автомобіля важливо максимально повно представити всі системи та елементи у цифровому вигляді близнюка. Це є обов'язковим для оцінки взаємодії елементів кузова з іншими системами та водієм [7].

Наприклад, в цифровому двійнику автомобіля можна провести оцінку оптимальних параметрів розташування накопичувачів енергії та їх впливу на кузов автомобіля під час краш-тестів.

Ці аспекти важливо враховувати при створенні віртуальних випробувальних стендів, що призводить до необхідності розробки складних математичних і комп'ютерних моделей. Ці моделі повинні забезпечувати можливість оцінки характеристик, взаємодії різних моделей та оптимізації умов симуляції.

Розроблений цифровий двійник дозволяє провести оцінку механічної жорсткості і міцності конструкції кузова автомобіля (див. рис. 4.9).

На сучасному етапі важливою інженерно-математичною проблемою стає автоматизація пошуку оптимальної топології механічних систем.

Далі розглянемо оцінку характеристик кузова проєктованого автомобіля, яку можна провести за допомогою віртуальних стендів цифрової платформи.

Щодо безпеки автомобіля для водія та пасажирів при зіткненні з перешкодою, оцінюється механічна жорсткість і міцність продукту. Віртуальний краш-тестовий стенд для лобового удару показує ступінь деформації та загрозу травмування водія та переднього пасажира (рис. 4.10).

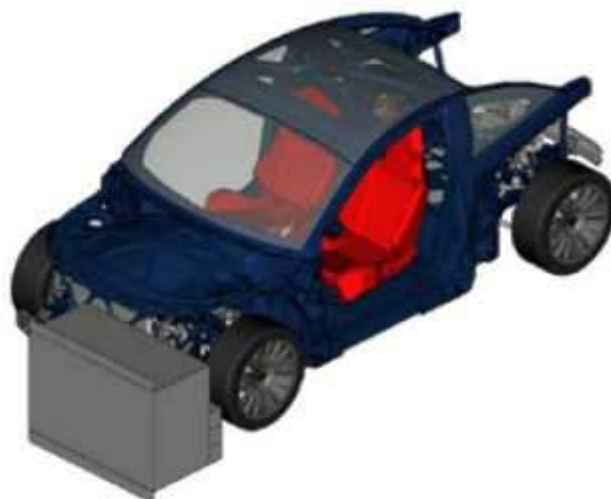


Рисунок 4.10 – Візуалізація краш-тесту на віртуальному стенді.

Оцінка наслідків бічного зіткнення важлива для спроектованого електромобіля, особливо враховуючи властивості сучасних батарей. Віртуальний тест показує можливі наслідки бокового удару для акумуляторів автомобіля (рис. 4.11), враховуючи їх розташування та особливості конструкції.

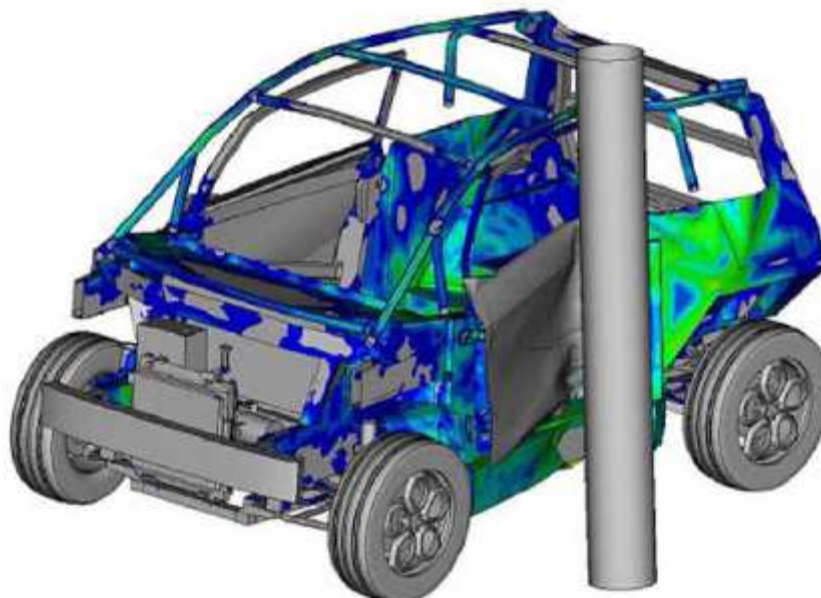


Рисунок 4.11 Ілюструє візуалізацію результатів симуляції бічного краш-тесту.

Додаткові важливі симуляції можуть бути проведені за допомогою віртуальних випробувальних стендів. Це включає оцінку забруднення зовнішньої частини автомобіля, стійкості кузова та дренажу. Рівень акустичного шуму в салоні та інтер'єрі також залежить від конструкції кузова і внутрішніх рішень.

У випадку оцінки рівня шуму, важливо враховувати вплив підвіски на кузов автомобіля. Сучасні віртуальні випробувальні стенди включають цифрові близнюки альфа-камери для оцінки рівня шуму.

Сучасні досягнення в математичному моделюванні, кінцево-елементних моделях та обчислювальній техніці дозволяють моделювати складні технічні системи. Цифрові близнюки, побудовані на цих технологіях, змінюють підходи до інженерних розрахунків, проектування та сертифікації.

Однією з ключових проблем у проектуванні транспортних засобів завжди було математичне моделювання характеристик кузова автомобіля,

включаючи оцінку міцності та жорсткості. Розв'язання цих завдань вимагає збіжності та стійкості рішень математичних моделей.

На сучасному етапі ці системи реалізовані та дозволяють проводити оцінки з високою точністю. Результати комп'ютерного моделювання на основі цифрової моделі автомобіля показують, що цифрові промислові технології дозволяють створювати комплексні цифрові платформи з повним циклом розробки технічних продуктів.

Можливі напрями подальших досліджень можуть включати системи автоматичної оптимізації проектних рішень, де параметри продукту задаються в інтервалах, функція витрат визначається, а рішення оптимізуються для досягнення заданих параметрів при мінімізації (або максимізації) вартості.

4.4 Проста модель структурної поверхні (SSSM).

Метод простих структурних поверхонь (SSS) був введений Павловським у 1969 році як ефективний спосіб на концептуальній стадії проектування або при фундаментальних структурних змінах. Цей метод передбачає моделювання або представлення структури автомобіля у вигляді плоских поверхонь, які утримуються в рівновазі за рахунок сил, що виникають від ваги різних компонентів, таких як двигун і трансмісія.

4.4.1 Модель на основі балки для однієї сторони автомобіля (BMOS).

Ця модель подібна до SSSM за геометрією, проте вона має дві фундаментальні відмінності: додаткову поверхні.

					MP TAM 23. 17193. 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		59

У моделі SSSM башти задньої та передньої підвісок були спрощені до одного вузла з фіксованими поступальними DOF.

У VMOS, VMES і CBSM були виправлені поступальні DOF 25 вузлів у кожній передній і задній опорах підвіски.

Розрахунок жорсткості на вигин:

Для розрахунку жорсткості на вигин конструкції моделей SSSM і VMOS, зосереджена сила застосовується там, де В-стійка прикріплена до коромисла.

У VMES і CBSM лінійне навантаження та навантаження тиску застосовуються до бічного ребра жорсткості відповідно.

Розрахунок жорсткості на вигин здійснюється за формулою:

$$K_b = \frac{F}{\Delta}, \quad (4.1)$$

F - загальна вертикальна сила, що призводить до згинального моменту,

Δ - максимальне зміщення вздовж напрямку сили в коромислі.

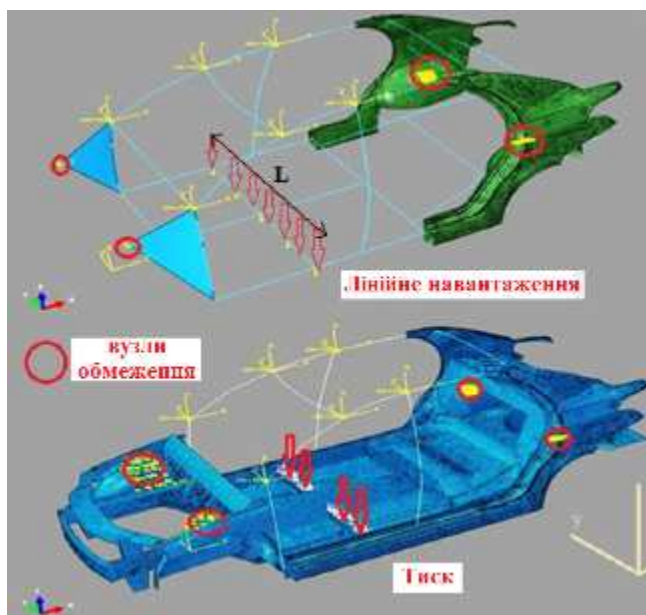


Рисунок 4.14 – Граничні умови в усіх представлених моделях

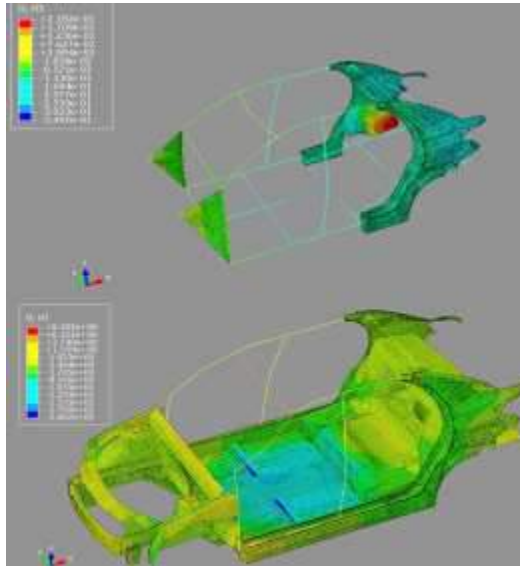


Рисунок 4.15 – Деформація моделей під навантаженням на згин.

На рисунку 4.15 зображено деформацію моделей під дією згинального навантаження.

Таблиця 4.2 – Жорсткість на вигин для кожної моделі:

Метод	Жорсткість на вигин (Н/мм)	Відсоткова помилка, %
SSSM	7142	51,7
CBSM	12714	14,0
BMOS	12614	15,5
BMES	12714	14,7
цільове значення	14800	-

$$\begin{bmatrix} h_1 & w & 0 & 0 \\ L_S & 0 & -w & 0 \\ L_R & 0 & 0 & -w \\ L_B & 0 & 0 & 0 \\ h_2 & 0 & 0 & 0 \\ L_F & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & (h_0 - h_1) \left[L_F (h_0 - h_2) + L_2 (h_2 - h_1) \right] / L_B \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ -w \\ 0 \\ 0 \\ -L_F h_1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} Q_1 \\ Q_2 \\ Q_3 \\ Q_4 \\ Q_5 \\ Q_6 \\ Q_7 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} T \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ T \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}$$

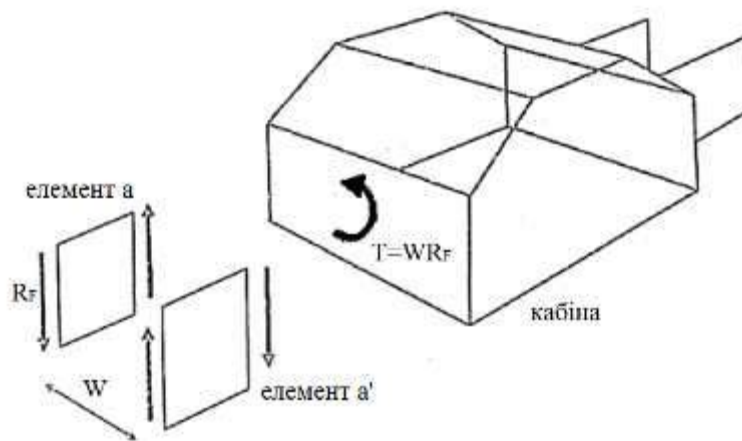


Рисунок 4.16 – Перший крок у розрахунку жорсткості на кручення в SSSM, де всі панелі спрощено до елементів SSS, а крутний момент T прикладається до передньої панелі приладової панелі.

У цьому рисунку розглядається перший крок у розрахунку жорсткості на кручення в SSSM. Усі панелі БІУ спрощено до елементів SSS, і крутний момент T прикладається до передньої панелі приладової панелі. Цей процес включає в себе врахування статичної рівноваги, виведення відповідних рівнянь, які описують поперечні сили, і підготовку для подальшого аналізу.

$$(G_t)_{eff} = \left(\frac{F}{\delta} \right) \left(\frac{H}{L} \right) \quad (4.2)$$

де

N — реакційні зсувні зусилля між панелями,

T — прикладений крутний момент,

NL — параметр, що стосується геометричних характеристик кабіни,

θ_i — крутні кути,

F — прикладена сила зрізу на рейлінги даху,

H і L — висота та довжина колісної бази відповідно

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Граничні умови схематично зображені на рисунку 4.18. Прикладений крутний момент

HL становлять 1000 Нмм і 0,66 відповідно. На рисунку 4.19 показано деформацію моделі FE під $F=994$ Н. У результаті було досягнуто $k = 547$ Н/мм

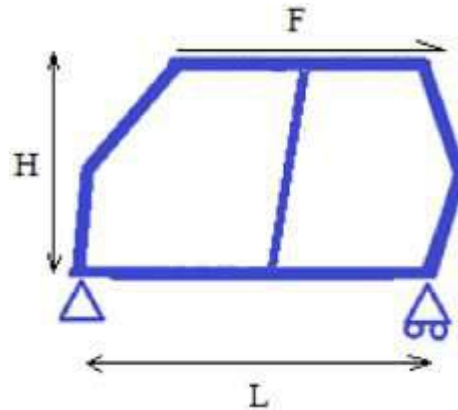


Рисунок 4.18 — це граничні умови при розрахунку ефективного модуля зсуву GIW [12].

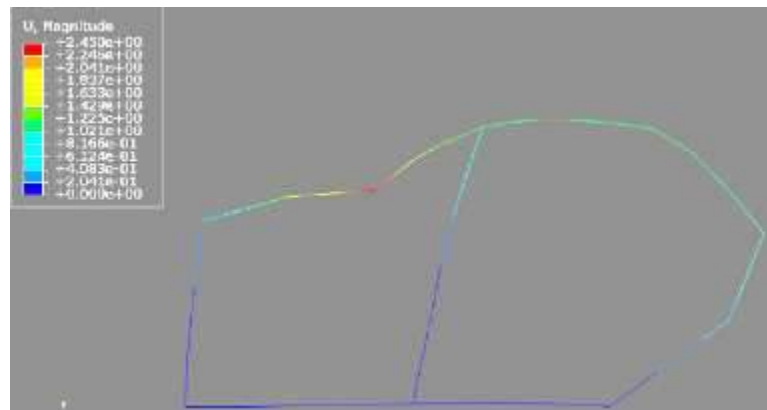


Рисунок 4.19 - Це деформація SSSM під дією зсувного навантаження.

В розрахунках жорсткості на кручення враховується ряд параметрів. Позначення включають:

					MP TAM 23. 17193. 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		65

$$k_t = \frac{1}{\left(\frac{\phi}{t}\right)^2 \sum_i \left[\frac{\text{area of surface } i}{(G_t)_{\text{eff}}} \right]_{\text{surf } i}} \quad (4.3)$$

G - жорсткість на кручення,

t - товщина панелі, яка вважається постійною для всіх панелей,

i - номер спрощеної панелі,

ϕ - зсувний потік у панелях, який можна розрахувати за виразом:

$$\phi = (G \cdot t)/T$$

Було показано, що жорсткість на кручення значною мірою залежить від жорсткості бічних панелей. На ранніх стадіях проектування зазначено, що немає потреби досліджувати ефективний модуль зсуву для інших панелей, і тому розраховано лише для бічних панелей, вважаючи для інших панелей значення 79,3 ГПа. Отримані значення жорсткості на кручення представлені в таблиці 4.4.

У моделях VMOS, VMES і CBSM встановлені граничні умови, де поступальні та обертальні ступені свободи обмежені або залишені вільними відповідно. Ця конфігурація імітує умови, близькі до експериментальних випробувань. Крім того, для всіх вузлів VMOS встановлені асиметричні граничні умови в програмі ABAQUS для отримання більш реалістичної плоскої деформації.

Таблиця 4.4 Містить значення жорсткості на кручення для кожної моделі.

Метод	Жорсткість на кручення (Н/мм)	Відсоткова помилка, %
SSSM	23762	42,28
VMOS	19857	18,90
VMES	17745	6,25
CBSM	17375	4,04
цільове значення	16700	-

Для застосування крутного моменту до передньої панелі ВІВ використовується пара сил, що діють у протилежних напрямках на башті передньої підвіски. Потім крутний момент розраховується за допомогою формули:

$$T = F \cdot a, \quad (4.4)$$

де:

T - крутний момент,

F - прикладена сила,

a - поперечна відстань між двома вежами передньої підвіски, що дорівнює 1451 мм.

Зазначено, що прикладена сила F становить 1000 Н. Граничні умови для кожної моделі зображені на рисунку 4.20.

Формула для розрахунку жорсткості на кручення виглядає наступним чином:

$$K_t = T/\theta, \quad (4.5)$$

K_t - крутна жорсткість,

T - крутний момент,

θ - максимальне вертикальне переміщення башти передньої підвіски.

Отримані значення крутної жорсткості та деформації моделей представлені в таблиці 4.5 і на рисунку 4.21 відповідно.

					MP TAM 23. 17193. 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		67

на вигин і кручення SSSM порівняно з BMOS вищий на 36% і 24%, відповідно, підкреслюючи важливість моделювання чвертьпанелі як поверхні. Відмінності в жорсткості на вигин і кручення між BMOS і ВМЕС є невеликими (приблизно 1% і 12%), що може свідчити про те, що для певних досліджень може бути прийнятно використовувати менш складні моделі, якщо це не суттєво впливає на результати.

					<i>MP TAM 23. 17193. 000 ПЗ</i>	<i>Арк.</i>
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		69

ВИСНОВОК

У ході роботи розглянуті питання організації ефективного тюнінга. Розглянута практика модернізації серійного автомобіля з метою підготовки до особливих і екстремальних умов експлуатації. Як окремий випадок позаштатних умов роботи автомобіля запропонований дрифт – кільцеві автоперегони з керованим зносом задньої осі. Як приклад представлений типові рішення підготовки серійного автомобіля до змагань із дрифтингу. Описаний досвід модернізації автомобіля ВАЗ-2105 з метою підготовки до спортивних змагань.

Для цього проведений аналіз конструкції базового автомобіля, виділені особливості пристрою модернізованого агрегату або вузла. Потім вивчений комплект споживчих властивостей і ті технічні характеристики, які міняються в ході тюнінга. Розглянуті вимоги безпеки до автомобіля, які зачіпаються при проведенні робіт. Проведено аналіз існуючої практики тюнінга, методи й способи модернізації вузла, що допрацьовується, або системи. Проведений огляд компонентів і настановних комплектів, які представлені на ринку деталей для тюнінга. Після аналізу конструкції автомобіля й вибору способів тюнінга, була розроблена технологія модернізації вузла, на основі традиційних авторемонтних технологій у різних комбінаціях. При цьому було підібрано необхідне устаткування й інструмент, порівнянням декількох моделей технологічного устаткування. На підставі розробленої технології та обраного устаткування була обрана виробнича ділянка для проведення робіт.

Сучасні досягнення в області математичного моделювання, кінцево-елементних моделей, високої продуктивності обчислювальної техніки зробили можливим моделювання надзвичайно складних технічних систем і комплексів. Цифрові близнюки, побудовані на основі цих технологій,

					MP TAM 23. 17193. 000 ПЗ	Арк.
						70
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

змінили багато підходів до інженерних розрахунків, а також до проектування та сертифікації.

При цьому зроблений висновок, що у випадку прогнозу великої виробничої програми, доцільне проектування самостійної майстерні для даного напрямку автомобільного тюнінга.

У результаті проробленої роботи доведена практична можливість спортивного тюнінга автомобіля ВАЗ-2105 ремонтними методами. Можна констатувати, що отримані результати доводять працездатність заявленої послідовності дій по проектуванню та організації тюнінга автомобілів. Крім цього можна відзначити, що в ході роботи підтверджена актуальність даної теми. До наукової цінності проекту можна віднести те, що вперше тюнінг розглядався не як комерційне явище, а як засіб поліпшити характеристики серійного автомобіля, з метою підвищення ефективного виконання унікальної транспортної роботи. З можливістю поліпшити роботу всієї автомобільної промисловості за рахунок цілеспрямованої модернізації серійних автомобілів зв'язана і практична значимість даної роботи. Область її перспективного використання – це технічна експлуатація автомобілів з метою підвищення ефективності автомобільного транспорту.

					MP TAM 23. 17193. 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		71

СПИСОК ВИКОРИСТОВУВАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Доронкин В. Г. Модернізація як інноваційний ресурс підвищення ефективності автомобілів ВАЗ у період експлуатації: Монографія [Текст] – Тольятти: Кассандра, 2016. – 60 с.
2. Доронкин В.Г., Кудинова Г.Є., Курилова А.А. До питання ефективності автомобільного тюнінга // Азимут наукових досліджень: економіка й керування – 2016 р. Том 5 № 4 (17). – С. 140-143.
3. Доронкин В.Г., Лямін А.С. Розвиток автомобільного спорту в місті Тольятти: 1966-2016 рр. // Балтійський гуманітарний журнал – 2017. Тому 6. № 1(18). – С. 86-89.
4. Льоховий С. А., Семенов І. А. ВАЗ-2101-2105. Посібник з експлуатації, технічного обслуговування й ремонту. [Текст] — М: Третій Мир. — 200. — 332 с.
5. Посібник з експлуатації автомобілів LADA 2105, LADA 2107 і їх модифікацій (стан на 12.05.2008 г.) [Текст] – Тольятти: Друкарня ДИС ВАТ «АВТОВАЗ», 2008.
7. Автомобілі ВАЗ: зношування й ремонт [Текст] / А.А. Звягин, М.А. Масино, А.М. Мотин, Б.В. Прохоров; Під общ. ред. А.А. Звягина – Л. Політехніка, 1991. – 255 с.
8. Звягин А.А. і ін. Автомобілі ВАЗ: надійність і обслуговування [Текст] / А.А. Звягин, Р.Д. Кислюк, А.Б. Егоров. – Л.: Машинобудування, 1980. – 238 с.
9. Пузанків А.Г. Автомобілі : конструкція, теорія й розрахунок : підручник [Текст] / А. Г. Пузанків. - М.: Academia, 2007. – 543 с.
10. Вонг, Дж. Теорія наземних транспортних засобів. [Текст] / Дж. Вонг / Пер. с англ. — М.: Машинобудування, 1982. — 282 с.
11. Кузьмін, Н.А. Теорія експлуатаційних властивостей автомобіля [Текст] / Н.А. Кузьмін, В.І. Пісків. — М. : ФОРУМ; НИЦ ИНФРА-НМ, 2013. – 256 с.

					MP TAM 23. 17193. 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		72

«Академія», 2018. — 256 с.

24. Уорнер М. Турбонаддув як радикальний засобу підвищення потужності: конструкція, виготовлення, установка, тюнінг систем турбонаддува, формули, тести, дані [Текст] / М. Уорнер (Markwarner) / Переклад з англійського.- М.: ЛегіонВАвтодата, 2009. - 222 з: іл.

					MP TAM 23. 17193. 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		74

ДОДАТОК

					MP TAM 23. 17193. 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		75