

Міністерство освіти і науки України
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

Факультет інженерії машин, споруд та технологій

(повна назва факультету)

Кафедра автомобілів

(повна назва кафедри)

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня

магістр

(назва освітнього ступеня)

на тему: Проект автотранспортного підприємства для виконання технічного
обслуговування та ремонту автомобілів Fiat Тіро з дослідженням опору кочення
керованих коліс ТЗ

Виконав(ла): студент(ка) 6 курсу, групи МАм-61
спеціальності 274

«Автомобільний транспорт»

(шифр і назва спеціальності)

(підпис)

Тарас ГЕРМАН

(ім'я та прізвище)

Керівник

(підпис)

Михайло ЛЕВКОВИЧ

(ім'я та прізвище)

Нормоконтроль

(підпис)

Марія П'ЄНТАК

(ім'я та прізвище)

Завідувач кафедри

(підпис)

Олег ЦЬОНЬ

(ім'я та прізвище)

Рецензент

(підпис)

Дмитро РАДИК

(ім'я та прізвище)

Тернопіль
2025

Міністерство освіти і науки України
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

Факультет Факультет інженерії машин, споруд та технологій
(повна назва факультету)
Кафедра Кафедра автомобілів
(повна назва кафедри)

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри
Олег ЦЬОНЬ
(підпис) (ім'я та прізвище)
« » 2025 р.

З А В Д А Н Н Я
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

на здобуття освітнього ступеня Магістр
(НАЗВА ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ)
за спеціальністю 274 «Автомобільний транспорт»
(шифр і назва спеціальності)
студенту Герману Тарасу Володимировичу
(ПРІЗВИЩЕ, ІМ'Я, ПО БАТЬКОВІ)

1. Тема роботи Проект автотранспортного підприємства для виконання технічного обслуговування та ремонту автомобілів Fiat Tіro з дослідженням опору кочення керованих коліс ТЗ

Керівник роботи Левкович Михайло Геннадійович, к.т.н., доц.
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Затверджені наказом ректора від «14» листопада 2025 року №4/7-970

2. Термін подання студентом завершеної роботи 20 грудня 2025

3. Вихідні дані до роботи Характеристика підприємства, базовий технологічний процес обслуговування автомобілів: Fiat Tіro

4. Зміст роботи (перелік питань, які потрібно розробити)

1 Загально-технічний розділ. 2 Технологічний розділ. 3 Конструкторський розділ.

4 Науково-дослідний розділ. 5 Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях.

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

Дані щодо вузлів Fiat Tіro – 1 аркуш формату А1. ТО охолоджувальної системи – 2 аркуші формату А1. Стенд для ремонту та перевірки радіатора – 1 аркуш формату А1. Траверса для утримування силового агрегата – 1 аркуш формату А1. Генеральний план – 1 аркуш формату А1. Наукові Дослідження – 2 аркуші формату А1.

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях			

7. Дата видачі завдання 14.11.2025

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

[illegible]

Студент

(підпис)

Тарас ГЕРМАН

(ім'я та прізвище)

Керівник роботи

(підпис)

Михайло ЛЕВКОВИЧ

(ім'я та прізвище)

Реферат

до кваліфікаційної роботи на тему: «Проект автотранспортного підприємства для виконання технічного обслуговування та ремонту автомобілів Fiat Тіро з дослідженням опору кочення керованих коліс ТЗ», виконана студентом групи МАМ-61 ТНТУ імені Івана Пулюя Германом Тарасом Володимирович. Керівник роботи – к.т.н., доц. Левкович М.Г.

Пояснювальна записка містить 69 аркушів формату А4, додатки та 8 аркушів формату А1.

Ключові слова: технічне обслуговування, ремонт, Fiat Тіро, опір кочення, керовані колеса, діагностика, технологічний процес.

У роботі проаналізовано діяльність автотранспортного підприємства, що здійснює обслуговування автомобілів Fiat Тіро. Визначено виробничу програму, розраховано кількість постів, площі виробничих зон і чисельність персоналу.

Технологічна частина містить опис операцій технічного обслуговування Fiat Тіро та методи діагностики основних систем автомобіля. Наведено підходи до контролю технічного стану та виконання регламентних робіт.

У конструкторському розділі розроблено траверсу для підйому силового агрегату. Подано конструкцію, принцип роботи та результати міцнісних розрахунків, що підтверджують безпечність її використання.

Науково-дослідна частина присвячена вивченню опору кочення керованих коліс. Розглянуто вплив дорожніх умов, тиску в шинах та параметрів підвіски на величину опору і паливну ефективність автомобіля.

У розділі з охорони праці наведено основні вимоги безпеки під час проведення технічного обслуговування.

ЗМІСТ

ВСТУП	7
1 ЗАГАЛЬНО-ТЕХНІЧНИЙ РОЗДІЛ	
1.1 Огляд та технічна характеристика Fiat Tipo	9
1.2 ТО Fiat Tipo	10
1.3 Аналіз АТП, що спеціалізуються на ТО легкових автомобілів	13
1.4 Вимоги до проектування АТП для обслуговування Fiat Tipo	15
2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ	
2.1 Розрахунок виробничої програми технічного обслуговування і поточного ремонту t	17
2.2 Розрахунок річного обсягу робіт з технічного обслуговування та ПР	20
2.3 Розрахунок чисельності виробничого персоналу	21
2.4 Розрахунок кількості водіїв, інженерів і службовців	24
2.5 Розрахунок зон, майданчиків і складів	25
2.6 Розрахунок кількості постів і ліній	26
2.7 Кількість постів (ліній) діагностики та ПР зони	28
2.8 Кількість постів	29
2.9 Розрахунок площ	30
2.10 Генеральний план	33
2.11 Найбільш розповсюджені несправності Fiat Tipo	34
2.12 ТО системи охолодження	36
3 КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ	
3.1 Призначення та область застосування траверси	44
3.2 Конструкція траверси	44
3.3 Розрахункова схема та міцність основної балки	46
3.4 Перевірка гвинтових опор та підвіски	47
4 НАУКОВО-ДОСЛІДНИЙ РОЗДІЛ	
4.1. Дослідження опору кочення керованих коліс ТЗ	48
5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ	

5.1 Основні види аварій, характерні для ділянки обслуговування керованих коліс Fiat Tіro	59
5.2 Організаційні основи аварійно-відновлювальних робіт на АТП	60
5.3 Порядок проведення аварійно-відновлювальних робіт	60
5.4 Відновлення роботи ділянки після аварійної події	61
5.5 Розрахунок захисного заземлення	62
ВИСНОВКИ	66
БІБЛІОГРАФІЯ	68
ДОДАТКИ	70

ВСТУП

Автомобільний транспорт є компонентом транспортної інфраструктури України, забезпечуючи мобільність населення, оперативність перевезень і стабільність економічних процесів. Особливо важливу роль у міському та регіональному сполученні відіграють легкові автомобілі, які характеризуються високою маневровістю, доступністю та можливістю ефективної роботи в умовах інтенсивного дорожнього руху. Серед таких ТЗ автомобілі Fiat Тіро посідають помітне місце завдяки поєднанню економічності, надійності та достатнього рівня технічної оснащеності.

Інтенсифікація руху, підвищення навантажень на ходову частини та зростання вимог до безпечності експлуатації зумовлюють необхідність забезпечення своєчасного технічного обслуговування (ТО) та якісного ремонту (ТР) легкових ТЗ. За сучасних умов значна частина експлуатаційних витрат пов'язана саме з підтриманням автомобілів у справному стані, що вимагає раціональної організації роботи автотранспортних підприємств (АТП), застосування сучасного обладнання та впровадження оптимізованих технологічних процесів.

Особливої актуальності дані питання набувають у регіональних умовах, зокрема в місті Тернополі, де щоденно зростає інтенсивність транспортних потоків, а дорожні та кліматичні фактори суттєво впливають на технічний стан автомобілів. Для легкових автомобілів Fiat Тіро, що експлуатуються в міському середовищі, важливим є не лише забезпечення надійності основних систем, але й зниження експлуатаційного опору, який безпосередньо впливає на витрату пального та загальну ефективність руху.

Одним із факторів, що формує енергетичні витрати автомобіля, є опір кочення керованих коліс. Він визначає рівень силових втрат, впливає на стійкість і керованість транспортного засобу, а також має значення під час оцінки економічних та екологічних показників експлуатації. Дослідження цього параметра дозволяє оптимізувати технології технічного обслуговування,

підвищити точність діагностики вузлів ходової частини та розробити рекомендації щодо ефективності руху.

У межах роботи передбачається аналіз конструктивних особливостей автомобілів Fiat Tіro, розроблення технологічних процесів ТО і ТР, визначення виробничих потреб АТП, обґрунтування вибору обладнання, а також проведення експлуатаційного дослідження, спрямованого на встановлення закономірностей зміни опору кочення та його впливу на поведінку авто.

1 ЗАГАЛЬНО-ТЕХНІЧНИЙ РОЗДІЛ

1.1 Огляд та технічна характеристика Fiat Tipo

Дане авто стало першою моделлю Fiat із поперечно розташованим двигуном і переднім приводом, що забезпечувало ефективне використання внутрішнього простору салону та покращену керованість.

Комплектувався бензиновими двигунами об'ємом 1,4–2,0 л потужністю 70–120 к.с., а також дизельними агрегатами 1,7–1,9 л. Коробки передач представлені 5-МТ та 4-АТ.

Основні технічні характеристики Fiat Tipo (1988–1998):

Параметр	Значення
Тип кузова	Хетчбек / Седан / Універсал
Кількість місць	5
Двигун	Бензиновий 1,4–2,0 л, дизельний 1,7–1,9 л
Потужність	70–120 к.с.
Коробка передач	Механічна 5-ступ., автоматична 4-ступ.
Привід	Передній
Розгін 0–100 км/год	10,5–15 с
Максимальна швидкість	170–200 км/год
Споживання пального	6–9 л/100 км
Підвіска	Передня незалежна, стійка МакФерсон; задня торсіонна балка
Гальма	Дискові передні, барабанні задні, ABS у пізніх версіях

Під час експлуатації характерними проблемами автомобіля є зношування підшипників ступиць коліс, старіння сайлентблоків задньої підвіски, електричні несправності (сенсори, блоки управління), а також утворення корозії на окремих

елементах кузова у старих модифікаціях. Простота конструкції дозволяє легко виконувати поточне ТО та ремонт на усіх СТО.

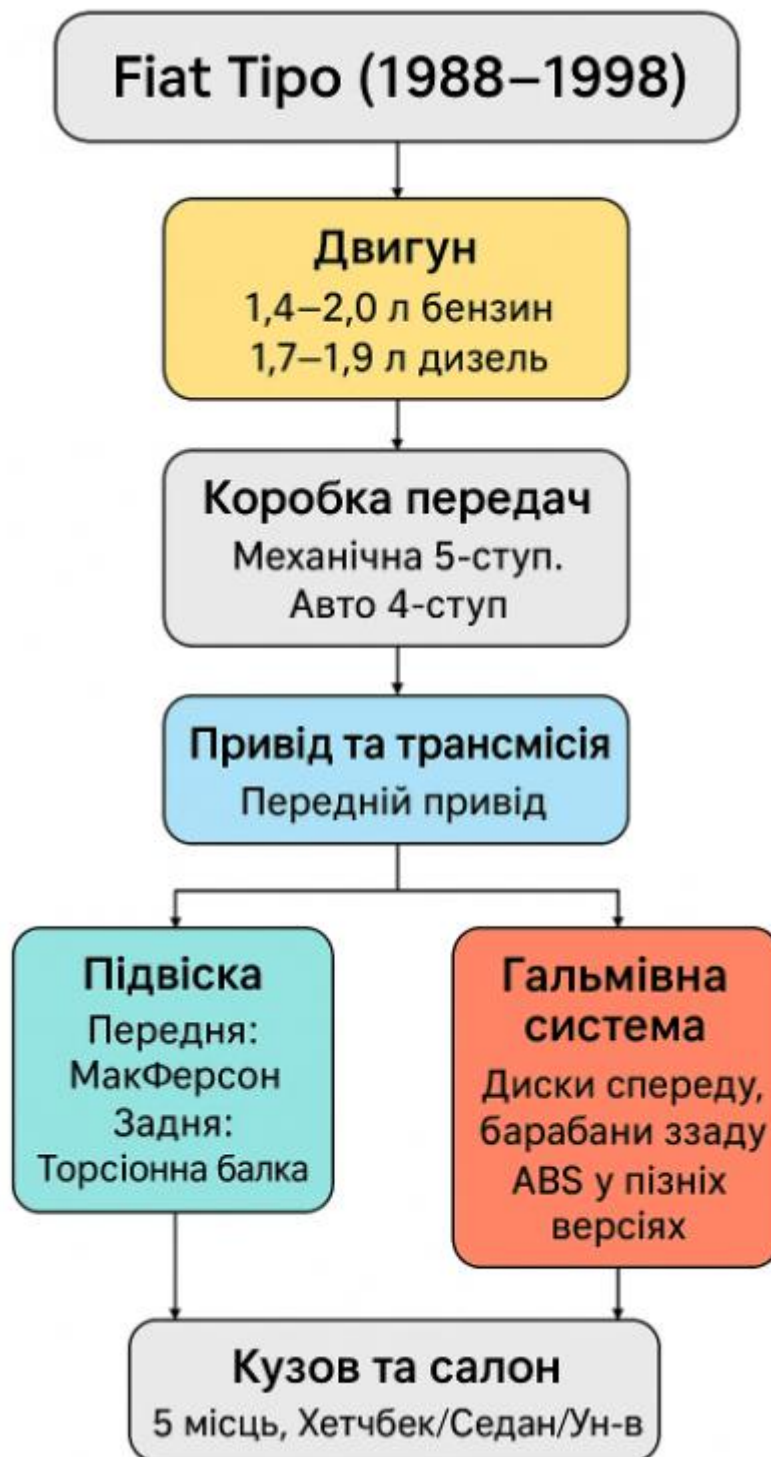


Рисунок 1.1 – Основні вузли та характеристики Fiat Tipo

1.2 ТО Fiat Tipo

Своєчасне технічне обслуговування забезпечує безпечну експлуатацію транспортного засобу, покращує його потужність і допомагає економити паливе.

З розвитком сучасних технологій необхідність у частому змащуванні окремих вузлів значно скоротилася, а для деяких деталей така процедура вже не потрібна зовсім.

Виробники визначають чіткі інтервали обслуговування, під час яких слід виконувати певні перевірки та заміни.

Приблизно кожні чотириста кілометрів пробігу або щотижня слід переконатися, що в двигуні достатній рівень моторного масла, охолоджувальної та гальмівної рідини. Також варто оглянути бачок омивача, долити рідину за потреби та перевірити, чи справно працюють фари, склоочисники й омивачі. Необхідно контролювати тиск у шинах, включно із запасним колесом, і стежити за тим, щоб на покриттях не було пошкоджень чи сильного зносу.

Раз на п'ятнадцять тисяч кілометрів або щороку потрібно замінити моторне масло й фільтр, перевірити герметичність системи мастила та відсутність витоків. Слід оцінити стан охолоджувальної системи, рівень рідини та чистоту радіатора. Повітряний фільтр оглядають і, за необхідності, очищують або замінюють. Паливну систему перевіряють на можливі витoki, а також контролюють роботу дросельної заслінки й вихлопної системи. Варто оглянути свічки запалювання, електропроводку та вакуумні шланги.

Крім того, під час щорічного обслуговування перевіряють коробку передач, приводи коліс, гальмівну систему та зчеплення. Визначають рівень гальмівної рідини, оцінюють стан колодок і ручного гальма. Оглядають шини, болти кріплення коліс і ремені приводів. Контролюють справність усіх електричних систем, акумулятора та рівень електроліту.

Через кожні двадцять тисяч кілометрів або раз на рік до вказаних робіт додають перевірку зазорів клапанів і вентиляції картера. Оглядають вентилятор охолодження, ремені генератора й водяного насоса. Заміна паливного та повітряного фільтрів, регулювання холостого ходу та складу паливно-повітряної суміші теж входять до цього переліку. У системі запалювання оновлюють свічки, очищують розподільник і високовольтні дроти. Перевіряють справність зчеплення, підвіски, кузова та фар.

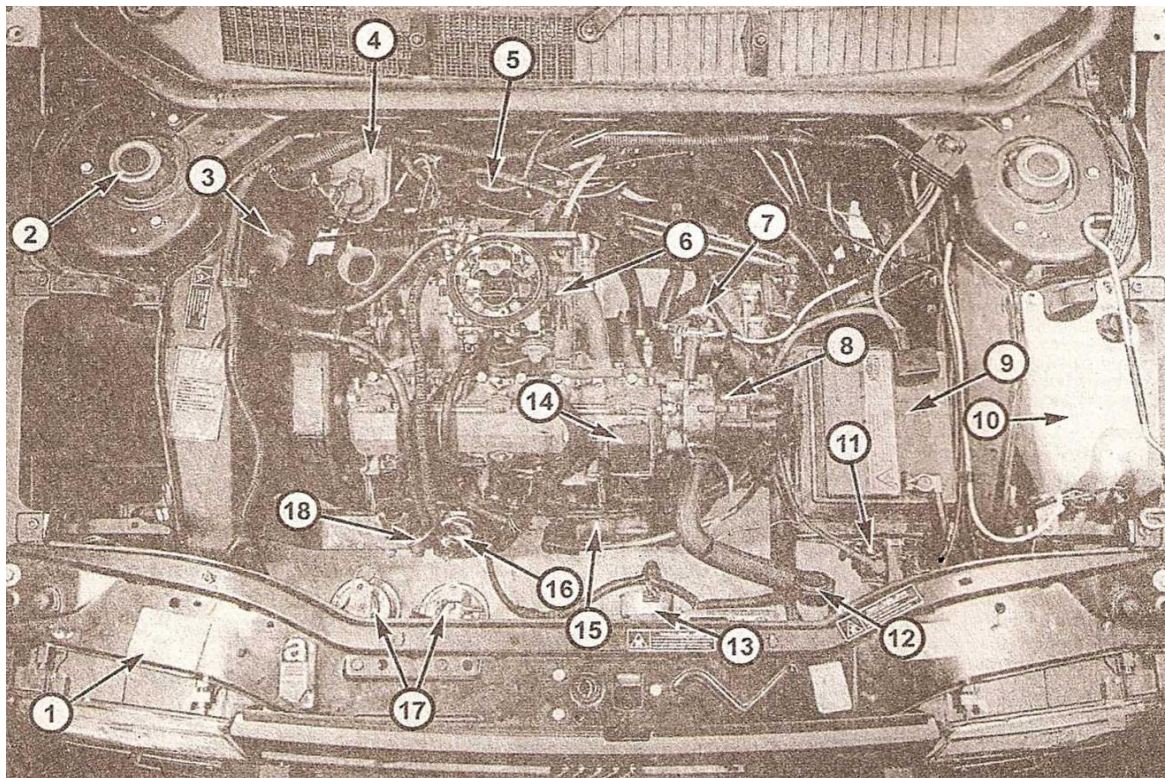


Рисунок 1.1 – Підкапотний простір 1.6 DGT SX:

1 – табличка з VIN-кодом автомобіля; 2 – верхня опора стійки підвіски; 3 – паливний фільтр; 4 – розширювальний бачок гідросистеми гальм; 5 – кришка монтажного кронштейна тросів; 6 – карбюратор; 7 – штуцер прокачування охолоджувальної рідини на шлангу обігрівача; 8 – кришка розподільника запалювання; 9 – АКБ; 10 – бачок омивальної рідини; 11 – котушка запалювання; 12 – кришка заливної горловини розширювального бачка системи охолодження; 13 – електродвигун вентилятора охолодження; 14 – пробка маслоналивного отвору; 15 – стартер; 16 – паливopідкачувальний насос; 17 – звукові сигнали (клаксони); 18 – щуп для перевірки рівня моторної оливи.

Після сорока тисяч кілометрів або кожні два роки контролюють стан і натяг зубчастого ремня приводу, чистять карбюратор і перевіряють кут випередження запалювання. Також оцінюють роботу задніх гальм і змінюють зношені колодки.

Коли автомобіль проходить близько шістдесяти тисяч кілометрів, необхідно замінити охолоджувальну рідину. Гальмівну рідину рекомендують оновлювати кожні два роки незалежно від пробігу.

Після ста тисяч кілометрів пробігу проводять повну заміну зубчастого ременя приводу двигуна та трансмісійного масла в коробці передач. Це забезпечує довговічність основних вузлів автомобіля.

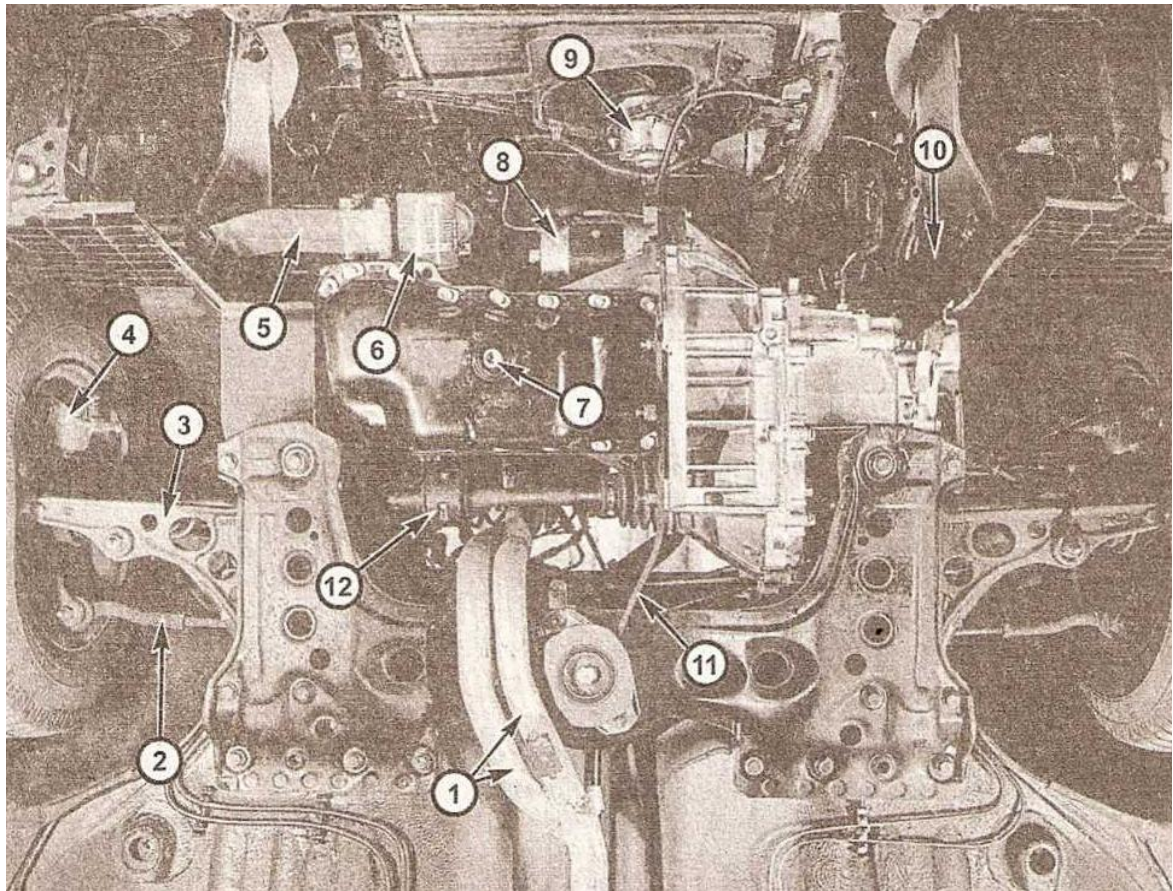


Рисунок 1.2 – Передня частина днища 1.6 DGT SX:

1 – випускні труби системи відведення відпрацьованих газів; 2 – наконечник поперечної рульової тяги; 3 – нижній важіль підвіски; 4 – гальмівний супорт переднього колеса; 5 – права опора двигуна; 6 – масляний фільтр; 7 – зливна пробка піддона картера; 8 – стартер; 9 – електродвигун вентилятора системи охолодження; 10 – ліва опора коробки передач; 11 – центральна опора двигуна / коробки передач; 12 – віброгасник приводного вала.

1.3 Аналіз АТП, що спеціалізуються на ТО легкових автомобілів

Сучасні автотранспортні підприємства (АТП), які працюють із легковими автомобілями, орієнтовані на забезпечення високого рівня технічного сервісу, мінімізацію часу простою ТЗ та впровадження технологій діагностики і ремонту. Основними тенденціями в організації діяльності таких підприємств є

автоматизація процесів, використання високоточних діагностичних комплексів, оптимізація виробничих потоків та раціональне планування робочих зон.

У структурі типового АТП, що обслуговує легковий транспорт, передбачаються такі основні підрозділи:

- зона діагностики, де проводиться первинний огляд технічного стану автомобіля, комп'ютерна діагностика електронних систем, визначення параметрів підвіски та рульового керування;
- пости технічного обслуговування (ТО), призначені для виконання регламентних робіт: заміни оливи, фільтрів, рідин, огляду вузлів та профілактичних операцій;
- пости поточного ремонту (ТР), де здійснюються роботи зі зняття та встановлення агрегатів, ремонту ходової частини, гальмівних механізмів, елементів приводу та рульового керування;
- шиномонтажна та балансувальна дільниця, необхідна для обслуговування шин, дисків, перевірки тиску, балансу коліс та параметрів їх геометрії;
- дільниця регулювання кутів установки коліс, обладнана стендами високоточної вимірювальної техніки;
- складське господарство, яке забезпечує зберігання запасних частин, мастильних матеріалів та витратних елементів.

У Тернополі робота АТП істотно залежить від місцевих дорожньо-кліматичних умов: сезонних температурних коливань, інтенсивності руху в центральних районах, наявності ділянок з нерівним покриттям. Це створює потребу у більш частому контролі стану ходової частини легкових автомобілів, що має істотне значення для надійності та безпеки експлуатації Fiat Tіro.

АТП, що обслуговують легковий рухомий склад, активно впроваджують:

- автоматизовані системи обліку технічних операцій;
- сучасні підйомні механізми;
- стенди для контролю геометрії підвіски;
- обладнання для швидкої діагностики електронних систем;
- модульні робочі місця підвищеної ергономічності.

Такі підприємства повинні забезпечувати максимально ефективний технологічний процес з коротким часом виконання робіт, що особливо важливо при обслуговуванні легкових автомобілів, які використовуються в інтенсивному міському циклі.

1.4 Вимоги до проєктування АТП для обслуговування Fiat Tіro

Проєктування автотранспортного підприємства для ТО Fiat Tіro передбачає урахування конструктивних особливостей моделі, експлуатаційних характеристик та специфіки регіону. Основними принципами проєктування є безперервність технологічного процесу, раціональне планування виробничих площ та відповідність сучасним стандартам технічного сервісу.

До ключових вимог належать такі положення:

1. Функціональне зонування АТП

Підприємство повинно включати чітко визначені виробничі зони:

- приймально-діагностична зона;
- пости ТО;
- пости поточного ремонту;
- зона обслуговування ходової частини;
- шиномонтажна ділянка;
- дільниця регулювання розвалу/сходження;
- мийна станція;
- склад запасних частин та матеріалів;
- побутові приміщення для персоналу.

Таке планування забезпечує оптимізацію руху автомобілів і виключає перехрещення виробничих потоків.

2. Відповідність особливостям конструкції Fiat Tіro

Проєктоване АТП повинно мати спеціалізоване обладнання для:

- діагностики електронних систем керування;
- контролю геометрії кузова та підвіски;
- перевірки параметрів гальмівної системи;

- роботи з легкосплавними дисками та низькопрофільними шинами;
- регулювання тиску та стану коліс, що є критично важливим при дослідженні опору кочення.

3. Високий рівень механізації

Застосування підйомників, стендів, пресів, пневмо- та електроінструменту стрімко підвищує ефективність праці та скорочує витрати часу на обслуговування автомобілів.

4. Урахування умов м. Тернополя

Під час проєктування слід враховувати:

- сезонні різкі зміни температур;
- стан міських доріг, що впливає на інтенсивність зношування підвіски;
- регулярні короткотривалі міські поїздки, характерні для Fiat Tіro.

Це передбачає потребу у підвищеній кількості постів діагностики ходової частини.

5. Безпека та екологічність

АТП повинно відповідати:

- санітарним нормам;
- вимогам охорони праці;
- нормам шумового навантаження;
- вимогам до утилізації відпрацьованих матеріалів.

2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ

2.1 Розрахунок виробничої програми технічного обслуговування і поточного ремонту

Нормативний (стандартний) пробіг до капітального ремонту позначимо $L_{кр, ст}$. З урахуванням коригувальних коефіцієнтів пробіг до КП приймаємо за формулою:

$$L_{кр} = L_{кр, ст} \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \quad (2.1)$$

Підставляючи значення, маємо:

$$L_{кр} = 150000 \cdot 0,9 \cdot 1 \cdot 0,9 = 121500 \text{ км.}$$

У подальших розрахунках пробіг до КП використовується як базовий пробіг циклу експлуатації.

Середньодобовий пробіг автомобіля Fiat Тіро в умовах м. Тернополя приймається:

$$L_{доб} = 220 \text{ км/добу.}$$

Частота щоденних обслуговувань (ЩО) дорівнює середньодобовому пробігу, тобто ЩО виконується кожної доби.

Періодичність ТО-1 та ТО-2 з урахуванням експлуатації визначається на основі стандартних значень пробігу до відповідних видів ТО:

- пробіг до ТО-1:

$$L_{ТО1, ст} = 5000 \text{ км;}$$

- пробіг до ТО-2:

$$L_{ТО2, ст} = 20000 \text{ км.}$$

Тоді фактична періодичність ТО-1:

$$L_{ТО1} = L_{ТО1, ст} \cdot K_{експл} \cdot K_{кл}. \quad (2.2)$$

$$L_{ТО1} = 5000 \cdot 0,9 \cdot 0,9 = 4050 \text{ км.}$$

Періодичність ТО-2:

$$L_{ТО2} = L_{ТО2, ст} \cdot K_{експл} \cdot K_{кл}.$$

$$L_{ТО2} = 20000 \cdot 0,9 \cdot 0,9 = 16200 \text{ км.}$$

Отже, для умов експлуатації Fiat Тіро в м. Тернополі приймаємо:

- ЩО – кожні 220 км пробігу (щоденно);
- ТО-1 – кожні 4050 км;
- ТО-2 – кожні 16200 км.

Для подальших розрахунків цикловий пробіг до КР приймаємо:

$$L_{\text{ц}} = 113960 \text{ км.}$$

Вплив кожного виду на одне авто за цикл визначаємо як відношення циклового пробігу до періодичності відповідного виду обслуговування.

Кількість ЩО за цикл.

$$N_{\text{ЩО,ц}} = \frac{L_{\text{ц}}}{L_{\text{доб}}} = \frac{113960}{220} = 518.$$

ТО-2 за цикл.

$$N_{\text{ТО2,ц}} = \frac{L_{\text{ц}}}{L_{\text{ТО2}}} - 1 = \frac{113960}{16280} - 1 \approx 6.$$

ТО-1 за цикл

Кількість ТО-1 за цикл визначається як:

$$N_{\text{ТО1,ц}} = \frac{L_{\text{ц}}}{L_{\text{ТО1}}} - (1 + N_{\text{ТО2,ц}}) = \frac{113960}{3960} - (1 + 6) \approx 21,77. \quad (2.3)$$

ЩО виконуються перед ТО-1 та ТО-2. Їх кількість приймається за формулою:

$$N_{\text{ЩОт,ц}} = 1,6 \cdot (N_{\text{ТО1,ц}} + N_{\text{ТО2,ц}}) = 1,6 \cdot (21,77 + 6) = 44,432. \quad (2.4)$$

Таким чином, за один пробіг до КР маємо орієнтовно:

$$N_{\text{ЩО,ц}} = 518;$$

$$N_{\text{ЩОт,ц}} = 44,43;$$

$$N_{\text{ТО-1,ц}} = 21,77;$$

$$N_{\text{ТО-2,ц}} = 6;$$

$$N_{\text{КР,ц}} = 1 \text{ (КП за цикл);}$$

Коефіцієнт нерівномірності використання пробігу приймається:

$$\gamma_{\text{ц}} - \rho = 0,96.$$

Тоді річний пробіг:

$$L_{\text{річ}} = \gamma_{\text{ц}} - p \cdot L_{\text{доб}} \cdot 365 = 0,96 \cdot 220 \cdot 365 = 77088 \text{ км/рік.}$$

Коефіцієнт переходу від циклу до року:

$$K_{\text{ц-р}} = \frac{L_{\text{річ}}}{L_{\text{ц}}} = \frac{77088}{113960} \approx 0,67. \quad (2.5)$$

Річну кількість обслуговувань кожного виду на один Fiat Тіро визначаємо множенням кількості за цикл на коеф. переходу від циклу до року:

Кількість ЩО:

$$N_{\text{ЩО,р}} = N_{\text{ЩО,ц}} \cdot K_{\text{ц-р}} = 518 \cdot 0,67 = 347,00.$$

Річна кількість ЩОт:

$$N_{\text{ЩОт,р}} = 44,432 \cdot 0,67 = 29,76.$$

ТО-1 за рік:

$$N_{\text{ТО1,р}} = 21,77 \cdot 0,67 \approx 14,58.$$

ТО-2 за рік:

$$N_{\text{ТО2,р}} = 6 \cdot 0,67 \approx 4,02.$$

КР за рік:

$$N_{\text{КР,р}} = 1 \cdot 0,67 \approx 0,67.$$

Нехай автотранспортне підприємство обслуговує 200 автомобілів Fiat Тіро. Тоді річна кількість впливів по парку визначається множенням річної програми на одне авто на кількість авто у парку:

$$N_{\text{ЩО,р.парк}} = 347,06 \cdot 200 = 69412,$$

$$N_{\text{ЩОт,р.парк}} = 29,76 \cdot 200 = 5952.$$

$$N_{\text{ТО1,р.парк}} = 14,58 \cdot 200 \approx 2916,$$

$$N_{\text{ТО2,р.парк}} = 4,02 \cdot 200 \approx 804,$$

$$N_{\text{КР,р.парк}} = 0,67 \cdot 200 \approx 134.$$

Таблиця 2.1 – Річна виробнича програма ТО і ремонту

Вид технічного впливу	На один автомобіль, од/рік	На парк 200 авто, од/рік
ЩО (щоденне обслуговування)	347,06	69 412
ЩОт (посилене щоденне)	29,76	5 952
ТО-1	14,58	2 916
ТО-2	4,02	804
Капітальний ремонт	0,67	134

2.2 Розрахунок річного обсягу робіт з технічного обслуговування та ПР

Нормативна трудомісткість ЩО

Розрахункова трудомісткість ЩО визначається:

$$t_{\text{ЩО}} = 0,21 \cdot 1 \cdot 1,05 \cdot 0,3 = 0,063 \text{ люд.-год.} \quad (2.6)$$

Щоб врахувати частку робіт, що не підлягає механізації, застосовують:

$$t_{\text{ЩО скор}} = \frac{0,063}{2} = 0,315 \text{ люд.-год.}$$

Скоригована трудомісткість ТО-1 та ТО-2

$$t_{\text{ТО1}} = 2,6 \cdot 1 \cdot 1,05 = 2,73 \text{ люд.-год,}$$

$$t_{\text{ТО2}} = 10,5 \cdot 1 \cdot 1,05 = 11,025 \text{ люд.-год.}$$

Питома скоригована трудомісткість ПР.

$$t_{\text{ПР питом}} = 1,8 \cdot 1,1 \cdot 1 \cdot 1,1 \cdot 1,05 \cdot 1 = 2,2869 \text{ люд. – год/1000 км.}$$

Річний обсяг робіт ЩО, ТО-1, ТО-2 та ПР

Річні обсяги робіт визначаються множенням річної програми технічних впливів (із попереднього пункту) на відповідну трудомісткість.

Річний обсяг робіт ЩО:

$$Q_{\text{ЩО}} = 69412 \cdot 0,063 = 4372,956 \text{ люд.-год.}$$

Річний обсяг робіт ЩОт:

$$Q_{\text{ЩОт}} = 5952 \cdot 0,315 = 17,388 \text{ люд.-год.}$$

Річний обсяг робіт ТО-1

$$Q_{\text{ТО1}} = 2917,18 \cdot 2,73 = 7963,9014 \text{ люд.-год.}$$

Річний обсяг робіт ТО-2

$$Q_{\text{ТО2}} = 804 \cdot 11,025 = 8864,1 \text{ люд.-год.}$$

Річний обсяг робіт ПР

$$Q_{\text{ПР}} = \frac{77088 \cdot 200 \cdot 2,2869}{1000} = 35258,50944 \text{ люд.-год.}$$

Загальна трудомісткість супутніх ПР становить 10–20% від основного обсягу робіт.

Приймаємо частку супутнього ремонту:

$$\alpha = 0,07.$$

Додаткова трудомісткість супутнього ПР:

$$t_{\text{ПТО1}} = 0,07 \cdot 7963,9014 = 557,47 \text{ люд. – год,}$$

$$t_{\text{ПТО2}} = 0,07 \cdot 8864,1 = 1506,897 \text{ люд. – год.}$$

Річний обсяг робіт з урахуванням супутнього ПР

$$Q_{\text{ТО1 заг}} = 7963,9014 + 557,47 = 8521,3714 \text{ люд.-год,}$$

$$Q_{\text{ТО2 заг}} = 8864,1 + 1506,897 = 10370,997 \text{ люд.-год,}$$

Скоригована трудомісткість ПР:

$$Q_{\text{ПР скор}} = 35258,50944 - (557,47 + 1506,897) = 33194,14244 \text{ люд. – год.}$$

2.3 Розрахунок чисельності виробничого персоналу

Організація роботи автотранспортного підприємства вимагає визначення необхідної кількості виробничих робітників, зайнятих у процесах ТО та ПР рухомого складу, а також допоміжного персоналу.

Річний фонд часу отримується за тривалістю зміни та кількістю робочих днів:

$$F_{p.m.} = 2040 \text{ год.}$$

Річний фонд часу «штатного» працівника.

Він менший за фактичний фонд роб. місця через відпустки й поважні причини:

- втрати на відпустку:

$$144 \text{ год.}$$

- втрати через хвороби і службові причини:

$$76 \text{ год.}$$

Річний фактичний фонд часу штатного працівника:

$$F_{п.р.} = 1820 \text{ год.}$$

Кількість працівників визначається:

$$P_t = \frac{T_{річ}}{F_{p.m.}}, \quad (2.7)$$

Таблиця 2.2 – Технологічно необхідна кількість робітників за видами робіт

Вид робіт	Технологічно необхідна чисельність, чол.
ЩО	2,15
ТО-1	4,1
ТО-2	5,0
Постові роботи ПР	7,9
Дільничні роботи ПР	8,29
Допоміжні роботи	7,8

Штатна чисельність розраховується з урахуванням втрат робочого часу:

$$P_{шт} = P_t \cdot \frac{F_{p.m.}}{F_{п.р.}} \quad (2.8)$$

$$\frac{2040}{1820} \approx 1,12.$$

Тобто штат більше явки приблизно на 12%.

Таблиця 2.3 – Чисельність персоналу

Вид робіт	Технологічно необхідна чисельність	Штатна чисельність
ЩО	2,15 → 2,41	2
ТО-1	4,1 → 4,6	5
ТО-2	5,0 → 5,6	6
Постові роботи ПР	7,9 → 8,9	9
Дільничні роботи ПР	8,29 → 10,5	10
Допоміжні роботи	7,8 → 8,76	9

Таблиця 2.4 – Розрахунок чисельності персоналу АТП

Вид робіт	Річна трудомісткість, люд.-год	Річний фонд робочого місця, год.	Річний фонд штатного працівника, год.	Явка, чол.	Штат, чол.
ЩО	4390,34	2040	1820	2,1	2
ТО-1	8521,37	2040	1820	4,1	5
ТО-2	10370,997	2040	1820	5	6
Постові роботи ПР	16265,11	2040	1820	7,9	9
Дільничні ПР	16929,011	2040	1820	8,29	10
Слюсарні роботи	4979,12	2040	1820	2,44	3
Електричні	3319,41	2040	1820	1,6	2
Акумуляторна	1659,71	2040	1820	0,81	1
Шиномонтаж	663,88	2040	1820	0,32	1
Ремонт електропостачання	995,82	2040	1820	0,48	1

Зварювання	331,94	2040	1820	0,16	1
Малярні роботи	663,88	2040	1820	0,32	1
Разом виробничі роботи ПР	33194,14	—	—	43	49
Допоміжні роботи	15944,96	—	—	7,8	9
Загальна чисельність персоналу	—	—	—	51	58

2.4 Розрахунок кількості водіїв, інженерів і службовців

Для забезпечення повноцінної роботи автотранспортного підприємства необхідно визначити кількість водіїв, а також інженерно-технічних працівників (ІТП) та службовців. Розрахунок виконується на основі автомобільних днів експлуатації, автомобільних годин роботи та нормативів чисельності персоналу.

Автомобільні дні характеризують загальну кількість днів, протягом яких весь парк авто підприємства перебуває в експлуатації.

$$D_{\text{авт}} = 200 \cdot 365 \cdot 0,96.$$

Підставляючи значення:

$$D_{\text{авт}} = 70080 \text{ авт. –днів/рік.}$$

Автомобільні години визначають загальний фонд часу, протягом якого автомобілі фактично працюють.

$$H_{\text{авт}} = 70080 \cdot 12.$$

$$H_{\text{авт}} = 840960 \text{ авт. –год/рік.}$$

Кількість водіїв визначається за формулою:

$$P_{\text{вод}} = \frac{H_{\text{авт}}}{F_{\text{р.м.}}}, \quad (2.9)$$

Підставляючи:

$$P_{\text{вод}} = \frac{840960}{2040} = 412,23.$$

Потрібно 412 водіїв.

2.5 Розрахунок зон, майданчиків і складів

Кількість постів визначається:

- типом впливу;
- річною виробничою програмою;
- трудомісткістю відповідних робіт;
- способом організації обслуговування і діагностики Fiat Tіro;
- режимом роботи виробничих зон.

Щоденна кількість ЩО:

$$N_{\text{ЩО доб}} = \frac{69412}{365} = 190,170.$$

Щоденна кількість ТО-1:

$$N_{\text{ТО1 доб}} = \frac{2917,18}{305} = 9,565.$$

Щоденна кількість ТО-2:

$$N_{\text{ТО2 доб}} = \frac{804}{305} = 2,636.$$

Трудомісткість визначається діленням робіт на річну програму відповідних обслуговувань.

Трудомісткість одного ЩО (з урахуванням супутнього ПР):

$$t_{\text{ЩО}} = \frac{4372,956}{69412} = 0,063 \text{ люд.-год.}$$

Трудомісткість одного ТО-1 (з урахуванням супутнього ПР):

$$t_{\text{ТО1}} = \frac{8521,3714}{2917,18} = 2,921 \text{ люд.-год.}$$

Трудомісткість одного ТО-2 (з урахуванням супутнього ПР):

$$t_{\text{ТО2}} = \frac{10370,997}{804} = 12,90 \text{ люд.-год.}$$

Щоденна трудомісткість отримується множенням добової програми ТО і ЩО на трудомісткість одного впливу.

ЩО:

$$T_{\text{ЩО доб}} = 190,170 \cdot 0,063 = 11,981 \text{ люд. – год.}$$

Добова трудомісткість ТО-1

$$T_{\text{ТО1 доб}} = 9,565 \cdot 2,921 = 27,940 \text{ люд. – год.}$$

Добова трудомісткість ТО-2

$$T_{\text{ТО2 доб}} = 2,636 \cdot 12,9 = 34,005 \text{ люд. – год.}$$

Таблиця 2.4 – Добова трудомісткість робі

Вид робіт	Добова трудомісткість, люд.-год
ЩО	11,981
ТО-1	27,940
ТО-2	34,005

2.6 Розрахунок кількості постів і ліній

Початковим параметром розрахунку є тактовий час лінії – часовий інтервал між послідовним обслуговуванням двох автомобілів на потоковій лінії.

Тактовий час визначається:

$$t_{\text{такт}} = \frac{60 \cdot t}{p}, \quad (2.10)$$

Тактовий час лінії:

ЩО:

$$t_{\text{такт ЩО}} = 60 \cdot 0,063 = 3,78 \text{ хв.}$$

ТО-1:

$$t_{\text{такт ТО1}} = 60 \cdot 2,9212 = 87,63 \text{ хв.}$$

ТО-2:

$$t_{\text{такт ТО2}} = 60 \cdot 12,902 = 387 \text{ хв.}$$

Ритмічність визначається співвідношенням тривалості зміни до добової програми:

$$r = \frac{60 \cdot T_{\text{зм}} \cdot 1}{N_{\text{доб}}}, \quad (2.11)$$

Ритмічність виробництва:

ЩО:

$$r_{\text{ЩО}} = \frac{60 \cdot 8 \cdot 1}{190,170} = 2,524 \text{ хв.}$$

ТО-1:

$$r_{\text{ТО1}} = \frac{60 \cdot 8}{9,565} = 50,183 \text{ хв.}$$

ТО-2:

$$r_{\text{ТО2}} = \frac{60 \cdot 8}{2,636} = 182,094 \text{ хв.}$$

Кількість ліній визначається за формулою:

$$n = \frac{t_{\text{такт}}}{r}. \quad (2.12)$$

Лінії для ЩО:

$$n_{\text{ЩО}} = \frac{3,78}{2,524} = 1,498$$

Лінії для ТО-1:

$$n_{\text{ТО1}} = \frac{87,63}{50,183} = 1,747$$

Лінії для ТО-2:

$$n_{\text{ТО2}} = \frac{387}{182,094} = 2,324$$

Отримані значення:

Вид обслуговування	Тактовий час, хв	Ритмічність, хв	Кількість ліній
ЩО	3,78	2,524	1 лінія
ТО-1	87,63	50,183	2 лінії
ТО-2	387	182,094	3 лінії

2.7 Кількість постів (ліній) діагностики та ПР зони

Кількість діагностичних впливів на рік визначається з урахуванням повної та вибіркової діагностики.

Річна кількість Д-1:

$$N_{Д-1} = 1,1 \cdot 2917,18 + 804.$$

$$N_{Д-1} = 4012,898.$$

Кількість Д-2:

$$N_{Д-2} = 1,2 \cdot 804 = 964,7.$$

Обсягу робіт з діагностики визначається множенням кількості впливів на трудомісткість одного впливу.

Трудомісткість одного діагностування:

$$t_{Д-1} = \frac{1610,148}{4012,898} = 0,402 \text{ люд.-год.}$$

$$t_{Д-2} = \frac{1576,461}{964,8} = 1,634 \text{ люд.-год.}$$

Діагностичні пости:

$$n = \frac{T_{річ}}{D \cdot T_{зм} \cdot k \cdot r}, \quad (2.13)$$

Пости Д-1:

$$n_{Д-1} = \frac{1610,148}{305 \cdot 8 \cdot 0,8 \cdot 1}.$$

$$n_{Д-2} = \frac{1576,461}{1952} = 0,807$$

Пости Д-2:

$$n_{Д-2} = \frac{1576,461}{305 \cdot 8 \cdot 0,8}.$$

$$n_{Д-2} = \frac{1576,461}{1952} = 0,807$$

2.8 Кількість постів

Прибуття автомобілів на пости ПР відбувається нерівномірно, з великими коливаннями у часі та складності робіт. Для врахування цих коливань застосовується:

$$k_H = 1,2.$$

На пості ПР:

$$n_{\text{роб. пост}} = 1,5 \text{ особи.}$$

Коеф часу поста:

$$k_{\text{вик}} = 0,85.$$

Постове ПР:

$$N = k_H \cdot \frac{T_{\text{річ}}}{D \cdot T_{\text{зм}} \cdot k_{\text{вик}} \cdot n_{\text{роб}}}. \quad (2.14)$$

Обсяг постових робіт ПР:

$$T_{\text{пост ПР}} = 16265,12 \text{ люд. – год.}$$

Тоді кількість постів:

$$N_{\text{ПР пост}} = 1,2 \cdot \frac{16265,12}{305 \cdot 8 \cdot 0,85 \cdot 1,5}.$$

$$N_{\text{ПР пост}} = \frac{19518,144}{3102} = 6,29$$

Спеціалізовані пости.

- зварювальні роботи:

$$T_{\text{звар}} = 1991,64 \text{ люд.-год.}$$

$$N_{\text{звар}} = 1,2 \cdot \frac{1991,64}{305 \cdot 8 \cdot 1 \cdot 0,85 \cdot 1,5} = 0,89$$

- малярні роботи:

$$T_{\text{маляр}} = 2655,53 \text{ люд.-год.}$$

$$N_{\text{маляр}} = 1,2 \cdot \frac{2655,53}{305 \cdot 8 \cdot 1 \cdot 0,85 \cdot 1,5} = 1,19$$

2.9 Розрахунок площ

Розрахунок площ проводиться за формулою:

$$F = f_{\text{авт}} \cdot n \cdot k_{\text{щ}}. \quad (2.15)$$

Зона ЩО:

$$F_{\text{ЩО}} = 6,631 \cdot 3 \cdot 4,5 = 89,5185 \text{ м}^2.$$

Зона ТО-1 :

$$F_{\text{ТО1}} = 6,631 \cdot 2 \cdot 6 = 79,572 \text{ м}^2.$$

Зона ТО-2:

$$F_{\text{ТО2}} = 6,631 \cdot 2 \cdot 6 = 79,572 \text{ м}^2.$$

Зона ПР:

$$F_{\text{ПР}} = 6,631 \cdot 2 \cdot 6 = 159,144 \text{ м}^2.$$

ЗонаД-1:

$$F_{\text{Д1}} = 6,631 \cdot 1 \cdot 6 = 39,786 \text{ м}^2.$$

Зона Д-2:

$$F_{\text{Д2}} = 6,631 \cdot 1 \cdot 6 = 39,786 \text{ м}^2.$$

Виробнича ділянка:

$$F = F_1 + F_i \cdot (n - 1). \quad (2.16)$$

Загальна площа виробничих ділянок:

$$F_{\text{вир. діл}} = 218 \text{ м}^2.$$

Площа складів:

$$F = f_{\text{норм}} \cdot K_{\text{пк}} \cdot 20.$$

Складські приміщення:

$$F_{\text{скл}} = 207,2140 \text{ м}^2.$$

Дані розрахунку:

Зона / діляниця	Площа, м ²	Зона / діляниця	Площа, м ²
ЩО	89,5185	Д-1	39,786
ТО-1	79,572	Д-2	39,786
ТО-2	79,572	Вир. діляниці	218
ПР	159,144	Склади	207,2144

Пости очікування.

Перед зоною ЩО:

$$N_{\text{оч.ЩО}} = 0,20 \cdot \frac{190,170}{8} = 4,75$$

Перед зоною ТО-1:

$$N_{\text{оч.ТО1}} = 0,20 \cdot \frac{9,565}{8} = 0,03$$

Перед зоною ТО-2:

$$N_{\text{оч.ТО2}} = 0,20 \cdot \frac{2,636}{8} = 0,06$$

Площа стоянки:

$$F_{\text{збер}} = 6,631 \cdot 2,5 \cdot 200 = 3315,5 \text{ м}^2.$$

Допоміжні приміщення:

$$F = \alpha \cdot R \cdot S_{\text{н}}. \quad (2.16)$$

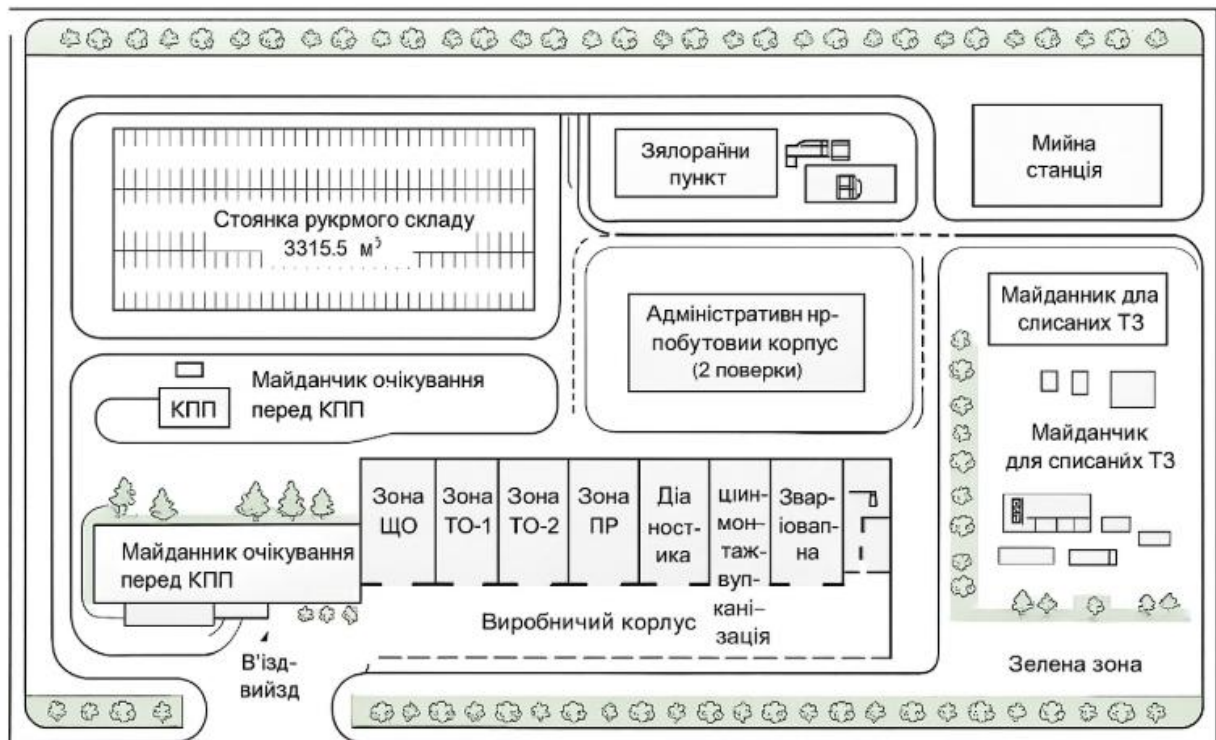
Площа допоміжних приміщень:

$$F_{\text{доп}} = 1194,983 \text{ м}^2.$$

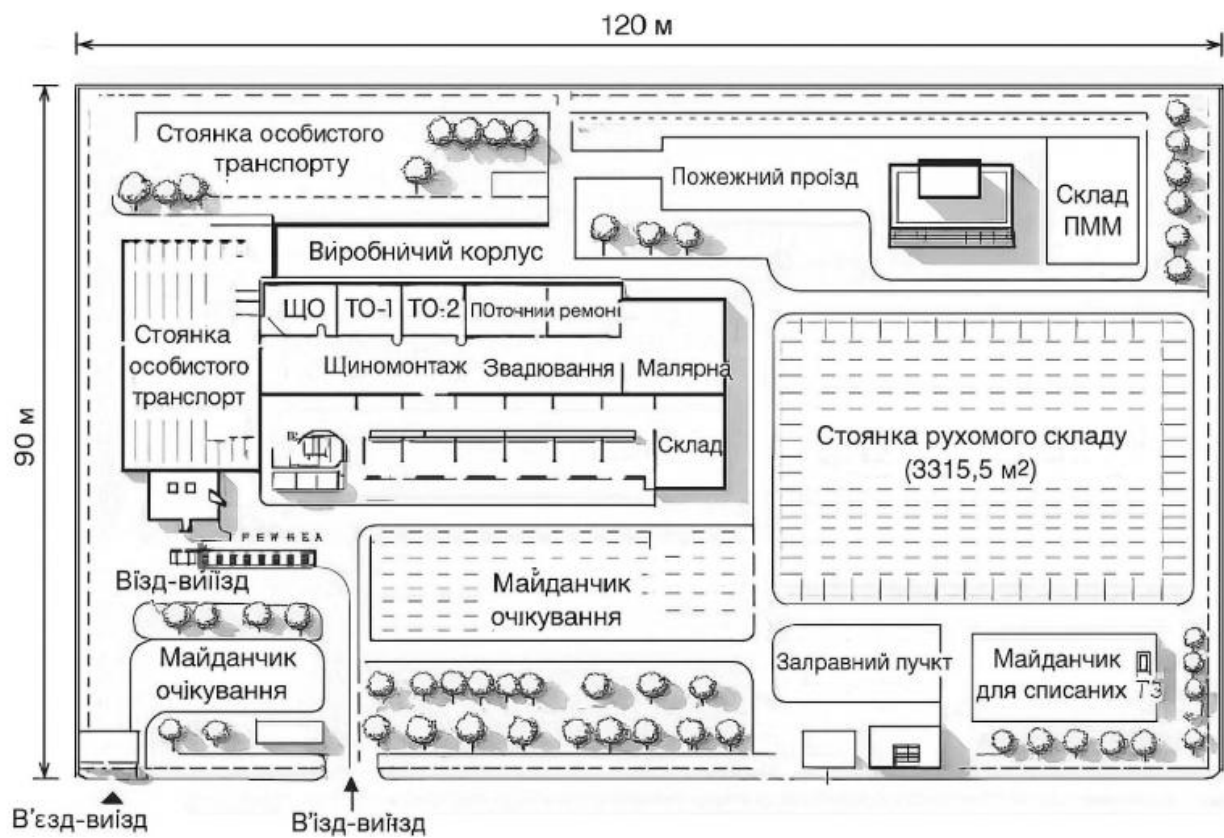
Таблиця 2.5 – Допоміжні приміщення

Назва приміщення	Категорія персоналу	% одночасного користування	R, осіб	Норма, м ²	К-сть обладнання / місць	Площа, м ²
Вестибюль	Усі категорії	100	34	4	1	136
Кімната переговорів	Усі категорії	30	144	0,9	1	129,6
Диспетчерська + кімната для водіїв	Водії	30	124	1,5	1	186
Сервант / буфет	Усі категорії	100	479	1	3	159,6
Умивальники (водії)	Водії	30	124	0,8	15	6,613
Умивальники (всі)	Усі категорії	100	34	0,8	20	1,36
Душові (водії)	Водії	30	124	2	15	16,5
Душові (всі)	Усі категорії	100	34	2	5	13,6
Туалети	Усі категорії	100	479	2,5	20	59,87
Клас підвищення кваліфікації	Усі	100	412	0,07	1	28,84
Медпункт	Усі	100	479	0,09	1	431,1
Шафові кімнати	Усі	100	479	1	1	47,9

2.10 Генеральний план



а)



б)

Рисунок 2.1 – Варіанти генерального плану

2.11 Найбільш розповсюджені несправності Fiat Tipo

Якщо двигун не обертається під час запуску, найчастіше причиною є розряджений або несправний акумулятор, слабкі або забруднені дроти живлення, несправне тягове реле, стартер чи від'єднаний провід заземлення. Коли двигун прокручується, але не запускається, можливі проблеми із системою запалювання – окислені контакти, пошкоджені дроти, несправна котушка, замок запалювання або нестача пального. Також трапляється засмічення паливних фільтрів, карбюратора чи паливопроводу.

Якщо мотор заводиться, але швидко глухне, зазвичай це пов'язано з нестачею пального, забрудненим карбюратором або потраплянням води до паливної системи. Нерівномірна робота двигуна та пропуски запалювання часто виникають через забруднені свічки, погане заземлення, ослаблені дроти, невідповідний кут запалювання чи підсмоктування повітря у впускному тракті.

Зменшення потужності двигуна або низька компресія свідчать про зношення клапанів, поршневих кілець, прокладки головки блоку чи стінок циліндрів. До втрати потужності також призводить неправильне регулювання запалювання, клапанів або складу паливно-повітряної суміші.

Надмірна витрата мастила зазвичай вказує на знос поршнів, кілець або напрямних втулок клапанів, а також на пошкодження ущільнень і прокладок. Якщо двигун після вимкнення запалювання продовжує працювати, ймовірна несправність клапана відсічення пального чи нагар у камері згоряння.

Коли спостерігається перегрів, необхідно перевірити рівень охолоджувальної рідини, натяг ременя приводу насоса, стан радіатора й термостата. Причиною може бути також пробита прокладка головки блока або забруднений радіатор. У разі протікання рідини слід оглянути шланги, з'єднання та корпуси помпи.

Надмірне споживання пального не завжди означає несправність карбюратора. Причиною може бути неправильне регулювання запалювання, засмічений повітряний фільтр, негерметичність паливної системи або неправильна робота дросельної заслінки.

У разі вібрацій і шумів під час руху слід перевірити стан зчеплення, приводних валів і шарнірів рівних кутових швидкостей. Зношені підшипники чи пошкоджені вали викликають характерний стукіт або тряску під час прискорення.

У коробці передач поява шуму може бути наслідком зносу підшипників або шестерень, низького рівня мастила чи його невідповідної в'язкості. Важке перемикання передач часто свідчить про несправність механізму зчеплення або синхронізаторів.

Якщо педаль гальма має надто великий хід, можлива наявність повітря у системі чи витік рідини. Жорстка педаль, навпаки, вказує на проблеми з вакуумним підсилювачем або заклинювання поршнів у супортах. Вібрації під час гальмування часто спричиняють зношені диски або слабе кріплення супортів.

При нерівномірному зносі шин або відведенні автомобіля вбік потрібно перевірити тиск у шинах, стан підвіски, кульових опор та амортизаторів.

У разі поганої роботи підсилювача керма варто перевірити рівень рідини, натяг ремня насоса, а також герметичність системи. Шум під час роботи свідчить про наявність повітря або знос насоса.

У системі електроживлення головними причинами несправностей стартера є розряджений акумулятор, погані контакти, зношені щітки чи поломка реле. Якщо стартер працює, але двигун не обертається, можливо, пошкоджені зубці маховика. Слабке заряджання акумулятора або його швидка розрядка свідчать про проблеми з генератором, ремнем приводу чи регулятором напруги.

Несправності в електричному обладнанні можуть проявлятися у вигляді непрацюючого звукового сигналу, ламп чи склоочисників. Найчастіше причини криються у перегорілих запобіжниках, роз'єднаних проводах або зношених контактах. Повільна робота електродвигунів склопідйомників чи двірників зазвичай спричинена зносом щіток або забрудненням механізмів.

Якщо центральний замок не реагує, ймовірно, перегорів запобіжник, пошкоджений дрiт або вийшов з ладу блок керування. Показники приладiв можуть бути неправильними через обриви проводки або несправнi датчики.

Таким чином, бiльшiсть несправностей автомобiля пов'язана з порушенням електричних контактiв, витокami рiдин, зносом деталей або неправильним регулюванням систем. Регулярне обслуговування й своєчасна дiагностика допомагають запобiгти бiльшостi поломок i продовжують термiн служби транспортного засобу.

2.12 ТО системи охолодження

Складається з радіатора, розширювального бачка, водяного насоса, вентилятора та термостата. Радіатор розташований у передній частині автомобіля. Його серцевина має осередки з ребрами, які відводять тепло. Верхній і нижній бачки, а також розширювальний бачок виготовлені з міцного пластику.

Водяний насос закріплений на передній частині блока циліндрів і приводиться в дію ремнем генератора. У моделях із гідروпідсилювачем керма додатковий ремінь передає обертання від шківа насоса охолодження до насоса підсилювача.

Вентилятор подає прохолодне повітря через радіатор, посилюючи охолодження, коли автомобіль рухається повільно або коли температура навколишнього середовища висока. Він працює лише за потреби, оскільки вмикається автоматично через датчик температури в радіаторі. Такий електричний вентилятор економніший і тихіший за вентилятори з механічним приводом.

Термостат встановлений у корпусі, прикріпленому до задньої частини головки блока. Його завдання — допомагати швидше прогрівати холодний двигун і підтримувати стабільну робочу температуру, контролюючи циркуляцію рідини.

Охолоджувальна рідина з нижньої частини радіатора надходить через шланг до насоса, який подає її в блок і головку циліндрів, а також у впускний

колектор. Залежно від положення регулювальної заслінки частина рідини може потрапляти в обігрівач салону. Після відведення тепла від циліндрів і клапанів рідина надходить до термостата. Поки двигун холодний, термостат закритий, і рідина циркулює по малому колу. Коли температура зростає, термостат відкривається, і гаряча рідина прямує до верхньої частини радіатора. Там вона охолоджується повітряним потоком, після чого знову повертається до насоса. Цей цикл повторюється постійно.

Заслінка керування обігрівачем регулює, скільки охолоджувальної рідини проходить через теплообмінник, змінюючи температуру повітря, що подається в салон.

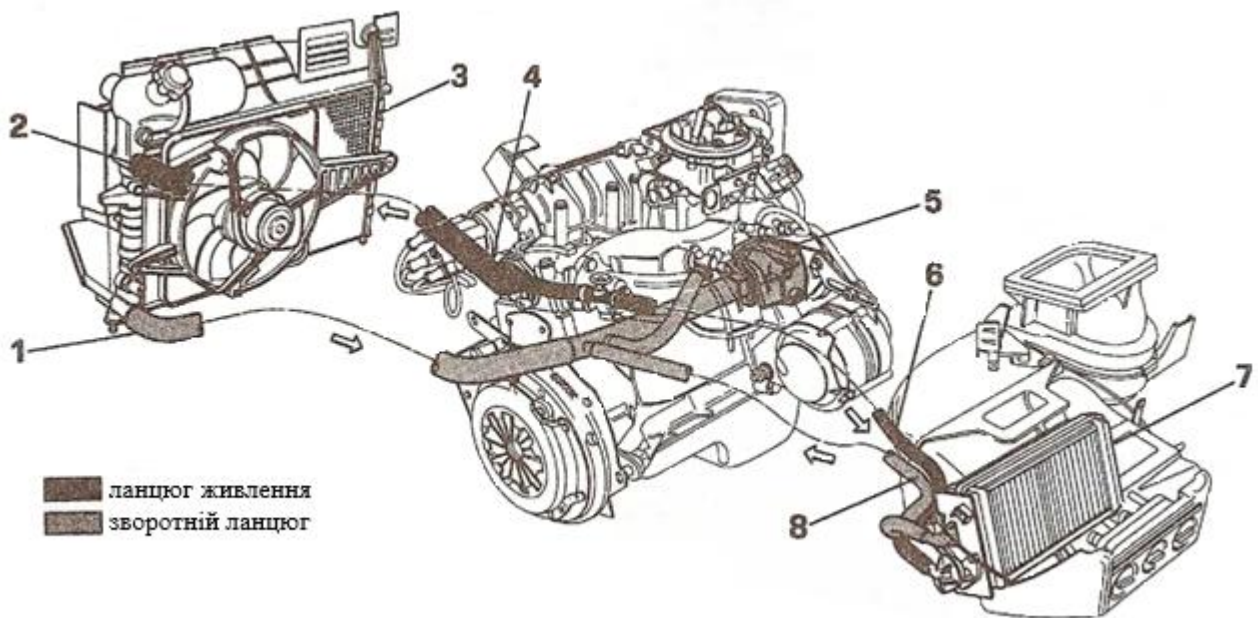


Рисунок 2.2 – Система охолодження двигуна:

1 – шланг з’єднання радіатора з водяним насосом (нижній шланг); 2 – шланг з’єднання радіатора з кришкою термостата (верхній шланг); 3 – радіатор; 4 – кришка термостата; 5 – водяний насос; 6 – шланг з’єднання корпусу термостата з обігрівачем салону; 7 – радіатор обігрівача (теплообмінник обігрівача салону); 8 – шланг з’єднання обігрівача з водяним насосом.

Періодично потрібно проводити перевірку системи охолодження двигуна, щоб підтримувати її справність. Перед початком робіт двигун має бути

холодним. Спочатку перевіряють рівень охолоджувальної рідини, який видно через прозору стінку розширювального бачка. Рідина повинна знаходитись трохи вище контрольної позначки.

Якщо рівень знизився, необхідно акуратно відкрити кришку бачка і долити охолоджувальну рідину, рекомендовану виробником. У разі відсутності антифризу тимчасово допускається використання звичайної води, однак це знижує ефективність охолодження і концентрацію захисних добавок. Не можна доливати холодну рідину в гарячий двигун, щоб уникнути пошкодження деталей. Після доливання кришку бачка щільно закручують і перевіряють, чи немає підтікань. Якщо рівень падає занадто часто, система, ймовірно, має негерметичність.

Під час обслуговування також варто оглянути ремінь, що приводить у дію генератор і насос охолодження. Стан ремня має бути задовільним, без тріщин та ознак зносу. При потребі натяг регулюють або замінюють деталь.

Не менш важливо впевнитися, що вентилятор системи працює справно. Для цього запускають двигун і спостерігають, чи вмикається вентилятор при підвищенні температури. Якщо він не реагує, перевіряють електричні контакти. Якщо після замикання контактів вентилятор починає працювати, несправність полягає у датчику температури, який потрібно замінити.

Через певний час охолоджувальну рідину необхідно повністю замінити, одночасно перевіривши стан шлангів і хомутів. Якщо є навіть незначні тріщини або ознаки старіння гуми, деталі слід одразу оновити.

Крім того, варто періодично очищати радіатор від пилу, комах і бруду. Для цього використовують стиснене повітря або м'яку щітку. Така профілактика допомагає зберегти ефективність охолодження та продовжує строк служби системи.

Промивання системи

З часом у системі можуть утворюватися відкладення, які зменшують її ефективність. Утворення накипу або іржі в радіаторі та каналах блоку циліндрів призводить до того, що охолоджувальна рідина темніє та набуває іржавого відтінку. У такому разі систему потрібно промити. Спочатку повністю зливають стару рідину з охолоджувальної системи.

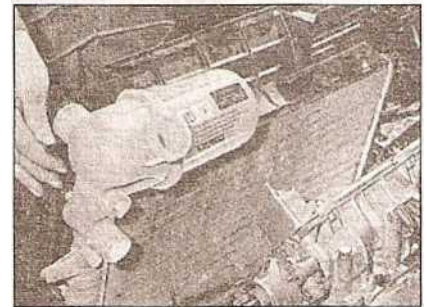
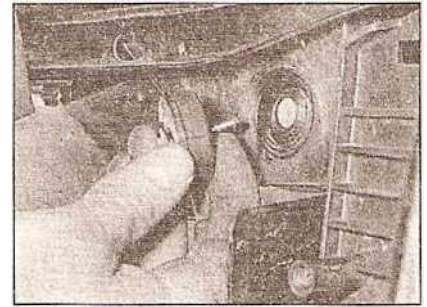
Радіатор промивають окремо від двигуна, щоб бруд не потрапив у систему. Для цього знімають верхній шланг, вставляють садовий шланг у вхідний отвір і подають воду доти, доки вона не почне витікати чистою. Нижній шланг при цьому має бути від'єднаний. Якщо вода залишається каламутною, використовують спеціальний засіб для очищення радіатора. У випадку сильного забруднення воду подають у зворотному напрямку – через нижній патрубок. Такий спосіб дозволяє видалити накип, який не змився звичайним потоком. Очищення каналів охолодження двигуна проводять окремо. Для цього знімають корпус термостата, від'єднують нижній шланг радіатора і вставляють у нього шланг з водою. Потік пропускають через систему, доки з отвору під термостатом не почне витікати чиста вода. Щоб уникнути потрапляння рідини на інші деталі, під корпус термостата підставляють пластиковий щиток або захисну пластину. Після завершення промивання термостат і його корпус встановлюють на місце, усі шланги приєднують назад і знімають тимчасовий захист. Така процедура відновлює нормальну циркуляцію рідини й допомагає уникнути перегрівання двигуна в подальшому.

Знімання і встановлення радіатора

Перед зняттям радіатора потрібно від'єднати мінусову клему акумулятора, щоб уникнути замикання. Потім зливають охолоджувальну рідину, однак рідину з блоку циліндрів можна не видаляти. Далі від'єднують електричні роз'єми вентилятора та датчика температури, який розташований у нижній частині радіатора. Провідний джгут звільняють із кріплень на корпусі

вентилятора. Також роз'єднують проводку звукового сигналу, відкручують гайку його кріплення й знімають разом із кронштейном.

Якщо потрібно отримати більше місця, вентилятор разом із кожухом можна зняти окремо. Після цього демонтують передню решітку радіатора, відкручують гвинти кріплення та обережно відсувають сам радіатор у напрямку до двигуна. Потім його виймають із гумових ущільнювачів, розташованих у нижній частині кузова. Під час встановлення всі дії виконують у зворотному порядку. Після монтажу необхідно залити нову охолоджувальну рідину, видалити повітря з системи та перевірити герметичність з'єднань.



Огляд та очищення радіатора

Якщо радіатор зняли через підозру на засмічення, його слід промити у зворотному напрямку потоку води, щоб видалити осад і накип. Поверхню радіатора потрібно очистити від пилу, бруду та залишків комах, використовуючи стиснене повітря або струмінь води з м'якою щіткою. Під час очищення варто діяти обережно, щоб не пошкодити тонкі пластини охолодження й не поранити пальці.

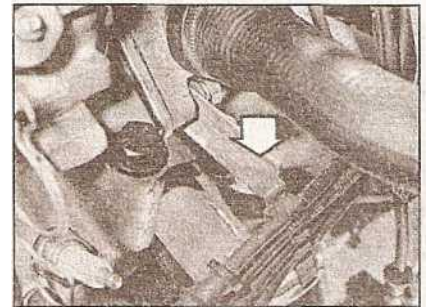
Для точнішої оцінки стану радіатора майстер із ремонту може виконати перевірку потоком, яка дозволяє визначити, чи є внутрішнє забруднення каналів. Якщо ж виявлено протікання, необхідно звернутися до фахівця. Самостійні спроби паяння або зварювання радіатора можуть призвести до знищення пластикових частин і повної втрати герметичності.

У випадку незначних підтікань допускається тимчасове використання спеціальних герметизувальних засобів типу Holts Radweld, однак це лише тимчасовий захід до професійного ремонту або заміни радіатора.

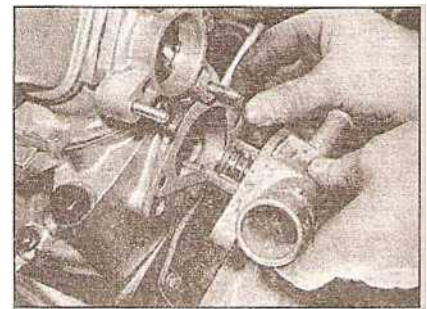
Термостат

Перед початком робіт необхідно від'єднати мінусову клему, далі з системи охолодження обережно зливають рідину, проте видаляти її з блоку циліндрів немає потреби. Потім від'єднують шланги, під'єднані до кришки термостата, яка розташована з боку головки блока циліндрів біля коробки передач.

Після цього відкручують два болти, що утримують кришку термостата. Лівий болт також фіксує кронштейн високовольтних проводів. Знявши кришку разом із термостатом, потрібно прибрати стару прокладку. Якщо сам термостат несправний, його замінюють у зборі з корпусом.



Перед установкою нового елемента слід очистити поверхні, які прилягають одна до одної – кришку та головку блока. Під час монтажу використовують нову прокладку, щоб забезпечити герметичність з'єднання. Після завершення робіт систему знову заповнюють охолоджувальною рідиною відповідно до встановленої процедури.



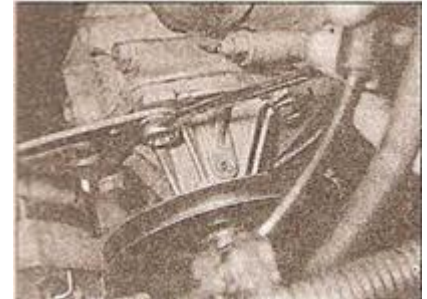
Помпа

Під час встановлення водяного насоса обов'язково використовують нову прокладку, щоб забезпечити герметичність з'єднання. Якщо насос вийшов із ладу, його потрібно замінити повністю, оскільки розбирання та ремонт цієї деталі не передбачені виробником.

Перед початком робіт від'єднують мінусову клему акумулятора та зливають охолоджувальну рідину із системи. Далі демонтують приводний ремінь генератора, який одночасно забезпечує обертання водяного насоса. На автомобілях, обладнаних гідропідсилювачем керма, додатково знімають і ремінь насоса підсилювача.

Після виконання необхідних дій новий насос встановлюють на місце старого, уважно суміщаючи поверхні з корпусом і ставлячи нову прокладку. Потім встановлюють приводні ремені – спочатку ремінь насоса гідропідсилювача, якщо він є, а потім ремінь генератора з водяним насосом. Усі ремені потрібно натягнути до рекомендованого рівня.

На завершення в систему заливають охолоджувальну рідину, видаляють повітряні пробки та перевіряють роботу насоса. Правильна установка гарантує стабільну циркуляцію рідини та ефективне охолодження двигуна.



Привідний ремінь

Згідно з ТО, натяг приводного ремня необхідно періодично перевіряти та регулювати. Передусім уважно оглядають ремінь по всій довжині, перевіряючи його на наявність тріщин, потертостей тощо. Якщо ремінь має ознаки зношення або пошкоджень, його необхідно замінити.



Для цього послаблюють болти та гайки, що утримують генератор, і зміщують його ближче до блока циліндрів. На моделях із гідропідсилювачем керма варто враховувати, що проміжний шків фіксується окремим монтажним болтом. Після цього ремінь знімають зі шківів генератора, водяного насоса та колінвала, а також із проміжного шківів, якщо він є. Новий ремінь встановлюють у зворотному порядку. Регулювання натягу виконують лише на холодному двигуні, щоб уникнути спотворення результатів через розширення матеріалів при нагріванні.



Вентилятор

Від'єднується роз'єм вентилятора та звільнюється джгут дротів із тримачів, закріплених на кожусі. Після цього відкручують болти і знімають вузол вентилятора разом із кожухом.



Щоб демонтувати електродвигун вентилятора, спочатку знімають крильчатку. Для цього відпускають стопорне кільце, розташоване на кінці вала двигуна, після чого обережно стягують крильчатку. Потім відкручують три гайки, що утримують мотор на кожусі, і знімають його разом із шайбами.

Під час встановлення всі дії виконують у зворотній послідовності, дотримуючись акуратності, щоб не пошкодити дроти чи лопаті вентилятора.

Татчик температури

Розташований на передній стороні блока. Спочатку необхідно від'єднати негативний провід від акумулятора. Бажано злити охолоджувальну рідину, як описано раніше, хоча це не обов'язково, якщо підготовано заглушку для отвору після демонтажу датчика. Далі від'єднують роз'єм електропроводки від датчика, викручують його з блока, а отвір тимчасово закривають пробкою, щоб запобігти витіканню рідини.



Під час зворотного встановлення різьбу датчика покривають герметиком, після чого систему заповнюють охолоджувальною рідиною до потрібного рівня. Потім запускають двигун, перевіряють роботу показчика температури та переконуються у відсутності протікань у системі.

3 КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ

3.1 Призначення та область застосування траверси

Розроблена траверса призначена для утримання та страхування силового агрегату автомобіля (двигун у зборі з коробкою передач або без неї). Вона застосовується при:

демонтажі та монтажі опор ДВЗ і коробки передач;
знятті агрегатів, розташованих у підкапотному просторі;
роботах зчленування силового агрегату з трансмісією;
виконанні операцій, коли необхідно зняти нижні опори, а двигун має залишатися зафіксованим у штатному положенні.

Траверса встановлюється над моторним відсіком і спирається на верхні кромки лонжеронів або крила кузова. Навантаження від маси силового агрегату передається через ланцюговий підвіс і регульовані опори на елементи кузова автомобіля. Конструкція забезпечує вантажопідіймальність до 0,5 т із необхідним запасом міцності, що відповідає масі силового агрегату легкового автомобіля класу Fiat Tіro.

3.2 Конструкція траверси

Конструкція траверси виконана балочною, з можливістю регулювання довжини та положення точки підвіски. Основними складальними одиницями є:

1. Основна балка (поз. 1).
2. Кінцеві опорні вузли з гвинтовими домкратами (поз. 2, 3).
3. Підвіс силового агрегату з ланцюгами та гаком (поз. 4).

Балка має прямокутний або спеціальний замкнутий профіль, який забезпечує високу жорсткість при відносно невеликій масі. У центральній зоні балки передбачено пересувний візок/скобу підвіски, який може зміщуватися вздовж балки та фіксуватися у вибраному положенні за допомогою притискного гвинта. Це дає можливість точно сумістити точку прикладання вантажу з центром мас силового агрегату.

По краях балки встановлені регульовані опорні башмаки з гвинтовими домкратами. Вони спираються на верхні полиці лонжеронів або підсилені ділянки кузова та дозволяють:

- виставити траверсу по висоті;
- компенсувати різницю у геометрії кузова;
- забезпечити надійну передачу навантаження без пошкодження лакофарбового покриття (через гумові або полімерні прокладки).

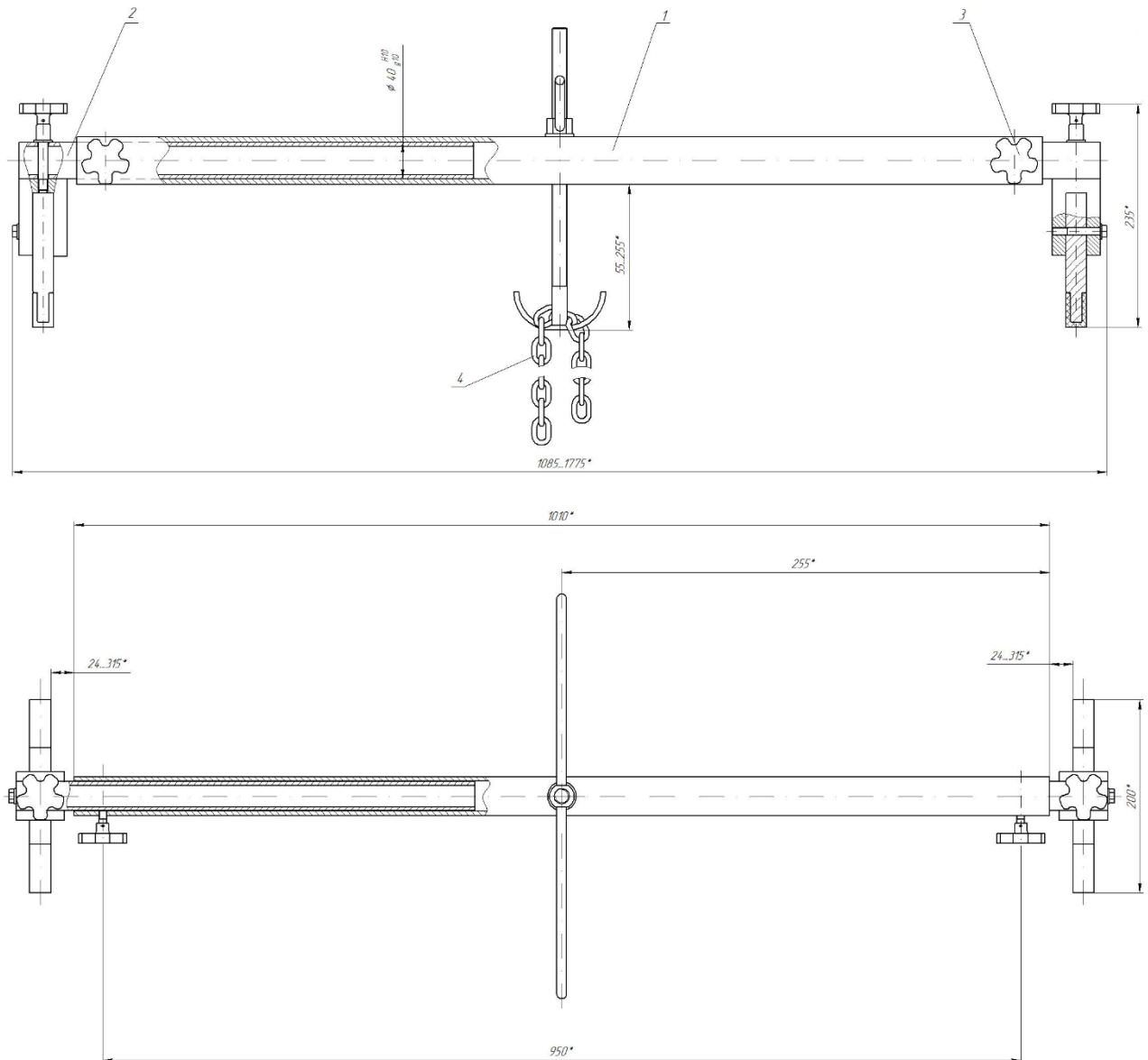


Рисунок 3.1 – Траверса

Підвіс виконаний у вигляді Г-подібної скоби або траверси меншого перерізу з набором ланцюгів і гаків, що дає змогу фіксуватися за вушка двигуна або за спеціальні монтажні петлі. Підвіс приєднано до середньої частини балки

через шарнірний елемент, що зменшує додаткові згинальні моменти при неідеальному розподілі навантаження.

3.3 Розрахункова схема та міцність основної балки

При роботі траверси основна балка сприймає згинальний момент від навантаження від силового агрегату, прикладеного в певній точці між опорами. У спрощеному вигляді балку можна розглядати як двопрогонову або однопрогонову балку на двох опорах з центрально або ексцентрично прикладеною силою Q .

Розрахункове навантаження приймаємо з урахуванням вантажопідіймальності:

$$Q = 0,5 \text{ т} \approx 5 \text{ кН}. \quad (3.1)$$

З урахуванням коефіцієнта запасу міцності $n = 1,5 - 2$ розрахункове навантаження:

$$Q_{\text{розр}} = n \cdot Q. \quad (3.2)$$

$$Q_{\text{розр}} = 1,5 \cdot 5 = 7,5 \text{ кН} = 7500 \text{ Н}.$$

Максимальний згинальний момент для балки з рівновіддаленою навантаженою точкою:

$$M_{\text{max}} = \frac{Q_{\text{розр}} \cdot L}{4}, \quad (3.3)$$

$$M_{\text{max}} = \frac{2,81 \cdot 10^6}{9,13 \cdot 10^3} = 3,08 \cdot 10^2 \text{ МПа}.$$

Умова міцності за напруженнями:

$$\sigma_{\text{max}} = \frac{M_{\text{max}}}{W} \leq [\sigma] \quad (3.4)$$

$$\sigma_{\text{max}} = 160 \text{ МПа}.$$

Таким чином, вибір перерізу основної балки (розміри прямокутної труби або спеціального профілю, показаного на кресленні) забезпечує виконання нерівності:

$$\frac{Q_{\text{розр}} \cdot L}{4W} \leq [\sigma]. \quad (3.5)$$

Цей підхід дозволяє перевірити доцільність прийнятого перерізу за кресленням і, при необхідності, коригувати його.

3.4 Перевірка гвинтових опор та підвіски

Гвинтові опори та ланцюговий підвіс працюють на статичне стискання/розтяг та згин, а також на зминання в різьбовій парі.

Для підвіски використано вантажопідіймальний ланцюг діаметром 6 мм. Площа поперечного перерізу перетинки ланки:

$$A_{\text{ланц}} = \frac{\pi d^2}{4} = \frac{\pi \cdot 6^2}{4} \approx 28,3 \text{ мм}^2. \quad (3.6)$$

Припустимо, що навантаження сприймається двома вітками ланцюга, тоді на одну вітку діє та ж розрахункова сила, що й на опору:

$$R_{\text{ланц}} = R_{\text{розр}} = 3,75 \text{ кН} = 3750 \text{ Н.}$$

Напруження розтягу в одній вітці:

$$\sigma_{\text{ланц}} = \frac{R_{\text{ланц}}}{A_{\text{ланц}}} = \frac{3750}{28,3} \approx 133 \text{ МПа.} \quad (3.7)$$

Для вантажопідіймального ланцюга зі спеціальної легованої сталі допустимі напруження розтягу можуть досягати $[\sigma_{\text{ланц}}] \approx 150 \text{ МПа}$, тому:

$$\sigma_{\text{ланц}} \approx 133 \text{ МПа} \leq [\sigma_{\text{ланц}}].$$

Ланцюговий підвіс працює з припустимим запасом міцності.

4 НАУКОВО-ДОСЛІДНИЙ РОЗДІЛ

4.1. Дослідження опору кочення керованих коліс ТЗ

Відомо, що на сучасних автомобілях керовані колеса встановлюються під певними кутами розвалу та сходження. Від їхніх значень залежать витрати пального, довговічність шин та загальна безпека транспортного засобу. Аналіз впливу цих кутів на ходові властивості є однією з вагомих задач теорії руху, конструювання та проектування автомобільної техніки. Розв'язання цієї задачі дозволяє встановити кількісну залежність опору руху автомобіля від кутів установки коліс.

Попередні дослідження, проведені вітчизняними та закордонними науковцями, переважно базувалися на експериментальних випробуваннях і враховували лише конкретні типорозміри шин, що обмежувало можливість узагальнення результатів. У наукових працях підкреслювалася необхідність подальших досліджень з урахуванням сучасних конструкцій підвіски та вимог до енергоефективності і безпеки автомобілів.

Практичне значення правильного регулювання кутів розвалу та сходження визначається впливом на експлуатаційні характеристики транспортного засобу. Невірно встановлені кути призводять до нерівномірного зносу шин, підвищеної витрати пального, погіршення керованості та стабільності автомобіля. Наприклад, надмірний негативний розвал викликає інтенсивний знос внутрішньої частини протектора, а неправильне сходження спричиняє підвищений опір коченню і нерівномірний знос шин.

Коректне регулювання кутів забезпечує:

- зменшення витрат пального через зниження опору руху;
- рівномірний знос шин та збільшення їхнього ресурсу;
- покращення курсової стійкості та маневровості автомобіля;
- підвищення рівня безпеки руху, особливо при високих швидкостях та екстрених маневрах;

- зниження навантаження на елементи підвіски та рульового керування, що продовжує їхній термін.

Дослідження впливу кутів розвалу та сходження має як теоретичне, так і практичне значення, оскільки безпосередньо впливає на економічність, надійність та безпеку експлуатації автомобіля.

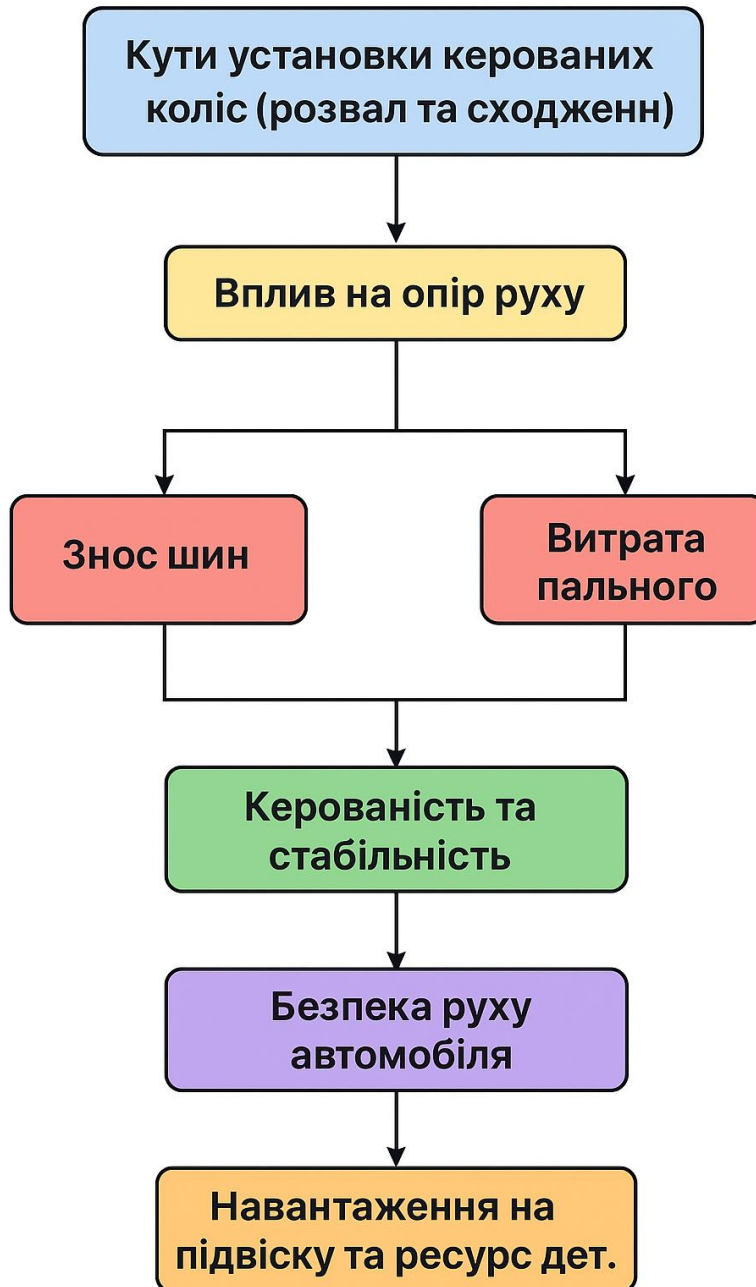


Рисунок 4.1 – Схема взаємозв'язку кутів розвалу і сходження з характеристиками ТЗ

Розглянемо котіння колеса з певним нахилом його площини щодо поверхні дороги та виділимо з цього випадку, коли котіння відбувається по прямолінійній траєкторії. Такий випадок зазвичай вважають котінням колеса з розвалом, якщо розглядати цей процес для двох коліс однієї осі.

Розвал вважається позитивним, якщо відстань між обраними точками на лівому та правому колесах у верхньому положенні більша, ніж відстань між тими самими точками у нижньому положенні. І навпаки, розвал вважається негативним, якщо зазначена відстань у верхньому положенні менша, ніж у нижньому.

Відомо, що позитивний розвал коліс вперше застосували на возах кінно-гужового транспорту на початку минулого століття, а згодом він широко використовувався на військових возах під час Першої світової війни. Завдяки розвалу коліс створювались умови для надійного закріплення колеса на осі завдяки появі бокової сили, яка притискала колесо до внутрішньої стінки цапфи, що дозволяло застосовувати колеса з більш жорсткими конічними спицями.

Пізніше розвал коліс почали застосовувати на автомобілях, і він використовується й сьогодні. Проте відсутність точних даних про кількісну залежність між величиною розвалу та опором руху створює невизначеність при виборі цього ключового параметра.

Перейшовши від коліс на вузьких металевих або суцільних гумових шинах до автомобіля, який обладнано пневматичними еластичними шинами з розвиненою шириною протектора, розвал коліс приніс із собою проблему інтенсивного нерівномірного зносу шин, а також підвищеного опору котінню, чого раніше на вузьких жорстких шинах не спостерігалось.

З'явилася ідея про можливість частково нейтралізувати шкідливий вплив розвалу шляхом застосування сходження коліс, яке визначається різницею відстаней між зазначеними точками на ободах у передньому та задньому положеннях у площині, що проходить через осі коліс.

Відсутність кількісної залежності між опором руху мобільної машини та кутами встановлення коліс наочно демонструє розкид значень кутів розвалу та

сходження, що застосовуються на автомобілях різних вітчизняних і зарубіжних виробників. Це залишає проблему у сфері чисто інтуїтивного та традиційного підходу, що базується на досвіді та волевому рішенні.

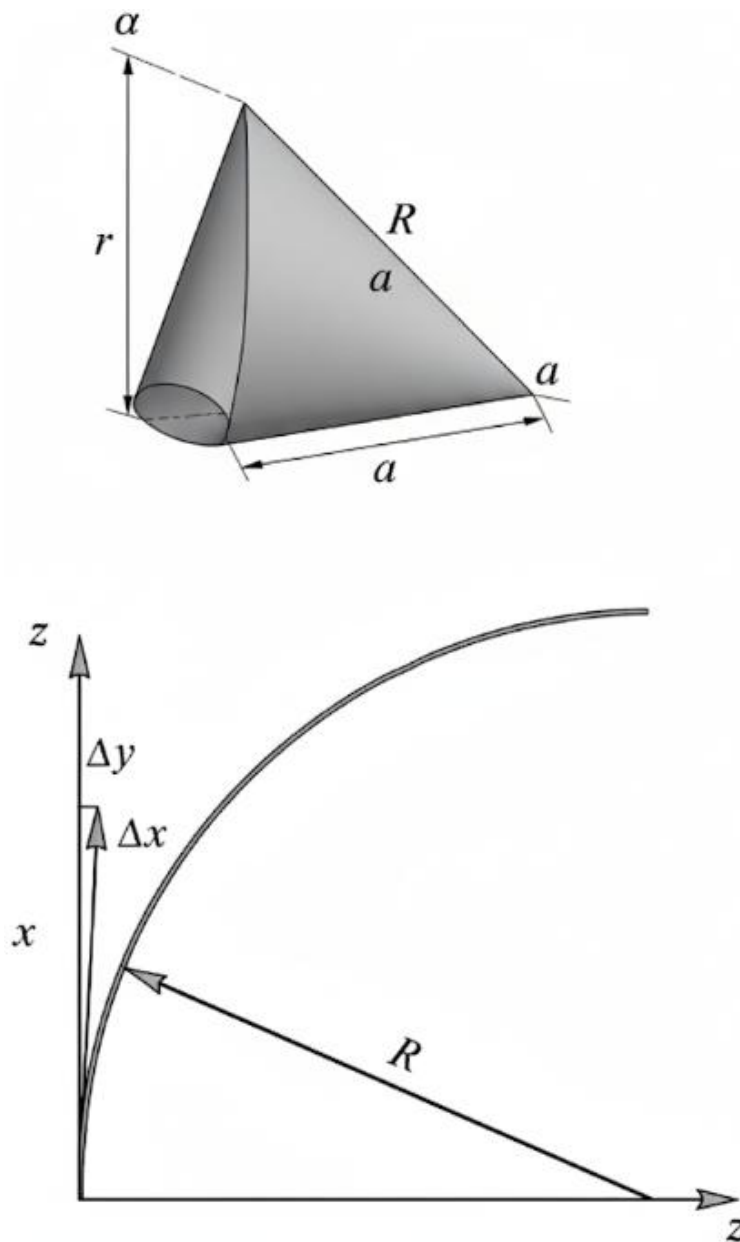


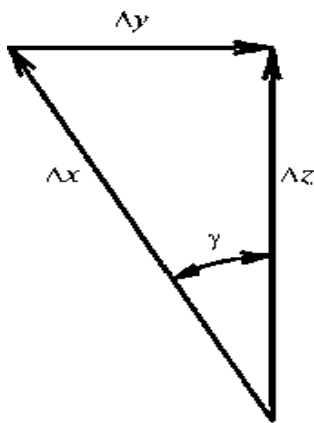
Рисунок 4.2 – Котіння жорсткого колеса, нахиленого до опорної поверхні під кутом α

Нижче наведено теоретичний аналіз процесу котіння колеса з розвалом і сходженням із послідовним розв'язанням задачі для цих кутів, застосовно до жорсткого та еластичного колеса за критерієм опору руху мобільної машини у

статичній постановці. Такий підхід дозволяє визначити основні фактори впливу, що складають основу всього процесу, включаючи як статику, так і динаміку руху.

Аналізуючи процес котіння жорсткого колеса, нахиленого до опорної поверхні під кутом α , виходимо з положення, що якщо колесу надати свободу котіння, воно буде рухатися по круговій траєкторії. Радіус цієї траєкторії R визначається радіусом колеса та кутом його нахилу α , що виражається (рис. 4.2):

$$R = r/\sin\alpha \quad (4.1)$$



Враховуючи, що колеса позбавлені свободи переміщення в осьовому напрямку, процес котіння в кожний момент часу складається з руху по площині колеса на відстань Δx та осьового переміщення Δy при прямолінійному русі мобільної машини на відстань Δg .

Рисунок 4.3 – Рух точки контакту колеса з жорсткою вузькою шиною по траєкторії

Розглянемо рух точки контакту колеса з жорсткою вузькою шиною по траєкторії кола радіуса R у площині zOy зі зміщеним центром кола в початку координат (рис. 4.3). Тоді аналітичний вираз траєкторії точки контакту колеса з опорною поверхнею визначається:

$$(R - y)^2 + z^2 = R^2 + y^2 - 2Ry + z^2 = R^2 \quad (4.2)$$

Після видозміни:

$$z^2 = 2Ry - y^2 \quad (4.3)$$

Враховуючи, що при котінні колеса з розвалом у кожний момент точка його контакту з опорою рухається по колу радіуса R та одночасно переміщується в осьовому напрямку вздовж осі y , розглянемо функцію, вважаючи переміщення по осі y рівним Δy , а по осі g – Δg . При цьому Δy і Δg є дуже малими

величинами порівняно з R але відмінними від нуля. Тоді вираз (4.3) набуває вигляду:

$$(\Delta z)^2 = 2R(\Delta y) - (\Delta y)^2 \quad (4.4)$$

У разі малих значень Δy квадрат цього значення $(\Delta y)^2$ можна знехтувати як величиною більш високого порядку малості порівняно з іншим членом у виразі (4.4), що дозволяє спростити його до вигляду:

$$(\Delta z)^2 = 2R(\Delta y) \quad (4.5)$$

Звідси отримуємо:

$$\Delta y = \frac{(\Delta z)^2}{2R} \quad (4.6)$$

Представляючи Δg у долях від R та враховуючи, що при малому переміщенні Δg , що становить лише частину траєкторії радіуса R , переміщення Δy набуде незначного значення від Δz , причому зі зменшенням Δz значення Δy стає ще меншим, а $\Delta z = \Delta x$. Тобто кожній малій величині Δz відповідає ще більш високого порядку мала величина Δy . Чим ближче точка траєкторії кола радіуса R до початку координат, тим більші відмінності Δy від Δz , що обґрунтовує правомірність припущення про відсутність тенденції поперечного переміщення точки контакту жорсткого колеса з вузькою шиною при наявності розвалу, принаймні для кутів розвалу в межах $\alpha = 8 - 10^\circ$.

Що стосується $2R$ його вплив підтверджує зроблений висновок, причому в більшій мірі зі збільшенням радіуса колеса r , який функціонально пов'язаний із траєкторією кола R за залежністю $r = R \cdot \sin \alpha$.

Іншими словами, при котінні коліс з розвалом опір руху колеса вздовж осі z визначається виключно опором котіння. Складова ваги G_{bosa} при малих кутах практично не відрізняється від загальної ваги G , а складова G_{sinez} , будучи малою величиною та позбавленою можливості переміщення в поперечному напрямку, не створює додаткових енергетичних витрат. Тобто, рух жорсткого колеса з розвалом практично не обтяжується іншими витратами енергії і може бути визначений:

$$F = Gf \quad (4.7)$$

Цей результат дає надійне теоретичне обґрунтування, чому в минулому на візках застосовувався розвал коліс до $8 - 10^\circ$. Такий розвал практично не впливав на силу опору руху, водночас забезпечуючи ряд позитивних властивостей, таких як покращене самовирівнювання коліс та зменшення поперечних навантажень, що підвищувало стабільність руху.

У випадку еластичної пневматичної шини, яка контактує з опорою не точкою, а площиною, процес стає більш складним через пружну деформацію шини. Під дією зовнішніх сил шина змінює форму свого профілю, перерозподіляючи навантаження між центральною частиною протектора та периферійними зонами, при цьому навантаження на крайніх ділянках збільшується. Така деформація супроводжується підвищеними гістерезисними втратами, що вимагає додаткових енергетичних витрат, які трохи збільшують опір котінню. У таких випадках до формули опору котіння вводиться поправка $\Delta = A_{ya}$, що враховує додаткові втрати енергії через деформацію шини. Відповідно, сила опору руху колеса F_p визначається:

$$F_p = G(f + k_f \alpha) \quad (4.8).$$

Таким чином, аналіз показує, що для жорстких коліс розвал майже не впливає на опір руху, тоді як для пневматичних шин необхідно враховувати пружні властивості шини та гістерезисні втрати, що дозволяє більш точно прогнозувати енергетичні витрати при русі автомобіля.

Однією з версій появи сходження керованих коліс є використання його на автомобілі як засобу компенсації негативного впливу розвалу коліс. Проте його чутливість до опору котінню та зносу шин значно перевищує вплив розвалу, що обумовлює підвищену увагу як до вибору його значення при проєктуванні, так і до стабільності збереження встановленого значення в процесі експлуатації. Незважаючи на це, досі відсутнє аналітичне розв'язання задачі впливу сходження коліс на опір руху, що змушує встановлювати його значення подібно до розвалу коліс, спираючись на світову статистику та усталені традиції.

Водночас задача котіння колеса з відхиленням кута його площини від обраного напрямку руху представляє не менший інтерес, ніж у практичній експлуатації, так і в лабораторно-дослідницькій практиці при вивченні характеристик уводу шин. Це дозволяє оцінити його вплив на процес зносу шин, керованість автомобіля та цілу низку інших питань, пов'язаних із динамікою руху.

Припускаючи, що кут між площиною колеса та напрямком руху дорівнює γ . У цьому випадку в контакті колеса з опорою виникає рух у напрямку, орієнтованому площиною котіння, який позначимо Δx , а також поперечне переміщення точки контакту, яке позначимо Δy . Переміщення точки контакту колеса в напрямку руху мобільної машини отримає позначення Δz , утворюючи векторну схему переміщення контакту колеса по опорній поверхні.

$$\Delta z = \Delta x \cos \gamma \quad (4.9)$$

$$\Delta y = \Delta x \sin \gamma \quad (4.10)$$

Виходячи миттєвих переміщень точки контакту колеса з опорою, енергетичний баланс сил, що діють у контакті колеса з опорною поверхнею, виражається співвідношенням:

$$Z \Delta z = X \Delta x + Y \Delta y, \quad (4.11)$$

З урахуванням співвідношень переміщень:

$$Z \Delta x \cos \gamma = X \Delta z + Y \Delta x \sin \gamma \quad (4.12)$$

Після скорочення:

$$Z \cos \gamma = X + Y \sin \gamma \quad (4.13)$$

Тоді сила опору руху $F_{cx} = Z$ визначається:

$$F_{cx} = \frac{X}{\cos \gamma} + Y \operatorname{tg} \gamma \quad (4.14)$$

$$Y = k \delta \quad (4.15)$$

Якщо врахувати, що $X = Gf$, а $Y = k\delta$, та прийняти, що кут уводу $\delta = \gamma$.

Сила опору визначається:

$$F_{cx} = \frac{Gf}{\cos\gamma} + k_{\gamma}\operatorname{tg}\gamma \quad (4.16).$$

Таким чином, наведена методика дозволяє кількісно оцінювати вплив кутів розвалу, бічного опору та поперечної деформації шин на силу опору руху, що має практичне значення для оптимізації параметрів ходової та підвищення енергоефективності автомобіля.

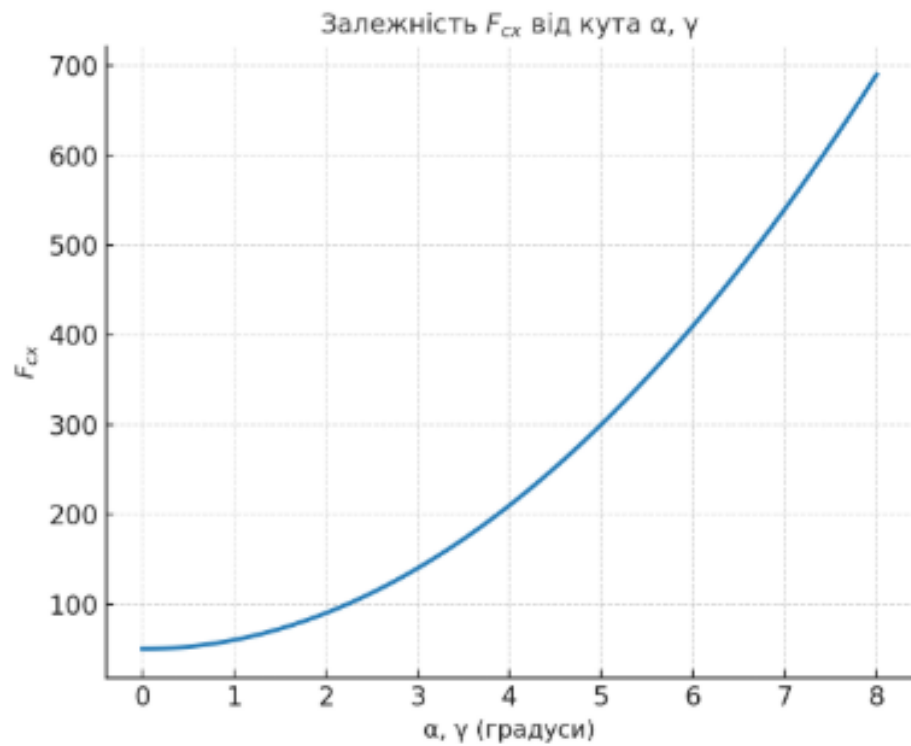
На рис. 4.4, криві залежності опору руху від розвалу та сходження мають якісну різницю. Крива F_{cx} - опір від сходження - інтенсивно зростає зі збільшенням кута сходження, тоді як крива F - характеризується дуже слабкою залежністю від кута розвалу. Вплив розвалу проявляється лише через деформацію шини, що змінює її профіль під дією осьової складової навантаження $G\sin\alpha$, збільшуючи гістерезисні втрати. Однак це збільшення є незначним і якісно відрізняється від кривої залежності F_{cx} , яка лише на початковому етапі - приблизно до 2° сходження та розвалу - має близькі значення ординат.

Таким чином, аналіз графіків демонструє, що сходження керованих коліс має значно більший вплив на силу опору руху, ніж розвал, а ефект розвалу виявляється лише при невеликих кутових значеннях та пов'язаний із деформацією шини. Це підкреслює необхідність особливої уваги до налаштування та стабільності сходження в процесі експлуатації автомобіля.

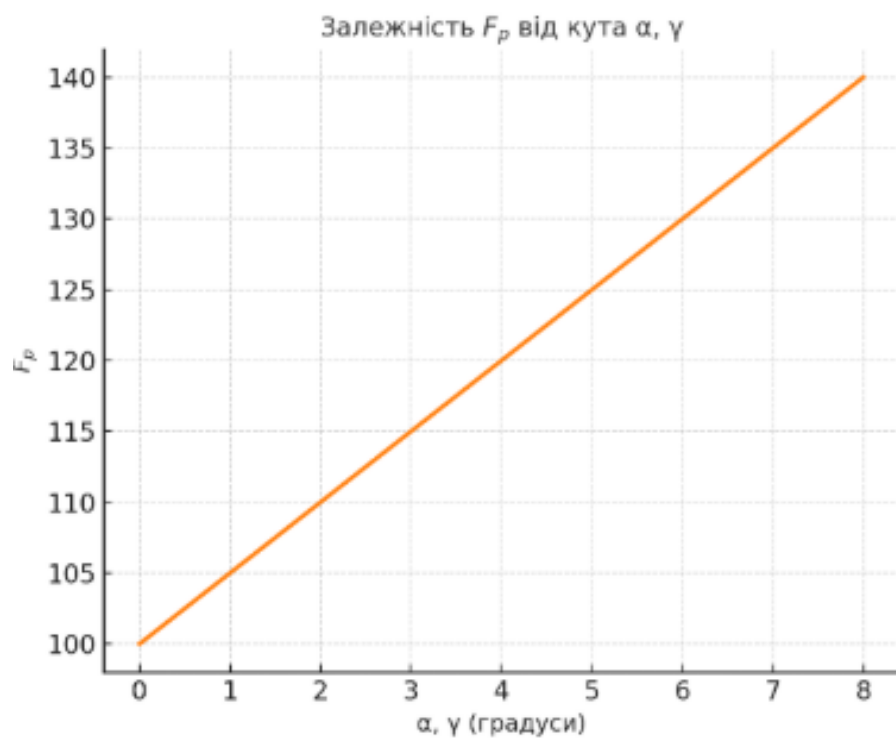
При всіх більших кутах розвалу та сходження криві опору руху чітко розходяться. Це показує, що не існує жодної взаємної компенсації між впливом розвалу та сходження на опір котінню, як іноді зазначається у літературі. У межах кутів до $1,5^\circ$ криві майже збігаються, що свідчить про сумарний ефект опору без будь-якої компенсації.

Після $1,5^\circ$ кутів розвалу та сходження розходження кривих зростає. Це підкреслює, що процеси впливу розвалу та сходження на опір руху мають різну природу. Для жорстких коліс розвал до 10° практично не впливає на опір, а для еластичних шин його вплив є дуже малим. Натомість сходження коліс навіть

невеликих величин суттєво збільшує опір руху. Тому говорити про взаємне компенсування цих параметрів не можна.



а) – F_{cx} від α



б) – F_p від α

Рисунок 4.4 – Залежності опору руху від розвалу та сходження
($G = 3625$ кг, $f = 0,017$, $k = 540$ кг, $k_{\text{поп}} = 0,001$)

Оскільки і розвал, і сходження коліс підвищують опір руху автомобіля, логічно було б використовувати нульові кути для керованих коліс, щоб мінімізувати енергетичні витрати. Проте на практиці встановлення коліс з невеликим розвалом є допустимим і навіть корисним для підвищення стійкості автомобіля при русі на високих швидкостях. Такий розвал не створює суттєвого додаткового опору руху, але допомагає покращити керованість та безпеку.

Таким чином, правильний вибір кутів розвалу та сходження має важливе значення: мінімізація сходження зменшує енергетичні витрати, а невеликий розвал може бути використаний для підвищення стійкості та безпеки при переміщенні.

5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

5.1 Основні види аварій, характерні для дільниці обслуговування керованих коліс Fiat Tіro

1. Аварії через руйнування колісних вузлів

Під час діагностики опору кочення можливі:

- руйнування підшипників;
- розрив шини при перевищенні тиску;
- випадіння колеса зі станда.

Причинами виникнення є зношеність елементів ходової частини або неправильне встановлення автомобіля.

2. Аварії при роботі з підйомниками.

Найпоширеніші НС:

- падіння автомобіля з підйомника через неправильну установку опорних лап;
- відмова гідросистеми;
- розрив троса чи виламування опори.

У посібнику наголошується, що НС, пов'язані з підйомними механізмами, належать до пріоритетних ризиків виробничих об'єктів транспортного профілю

3. Пожежі та займання в зоні технічного обслуговування.

Можливі джерела:

- нагрів гальмівних механізмів;
- витік мастил і їх контакт із розпеченими деталями;
- коротке замикання в переносному освітленні.

4. Механічні травмування персоналу.

Виникають при:

- демонтажі коліс;
- роботі з пневмоінструментом;
- обслуговуванні рульових тяг.

5.2 Організаційні основи аварійно-відновлювальних робіт на АТП

1. Структура аварійної групи.

До аварійної групи входять:

- керівник робіт (інженер або майстер);
- фахівець з охорони праці;
- механік дільниці ходової частини;
- електрик;
- водій-евакуатор.

2. Завдання аварійної групи.

- оцінити масштаб і характер аварії;
- локалізувати небезпечний фактор;
- забезпечити безпеку персоналу;
- здійснити первинне відновлення роботи обладнання;
- визначити можливість продовження роботи дільниці.

3. Документація, що регламентує АВР.

- ПЛАС (план локалізації та ліквідації аварійних ситуацій);
- Інструкція з безпечного виконання робіт;
- Журнал реєстрації аварійних подій.

5.3 Порядок проведення аварійно-відновлювальних робіт

1. Аварія підйомника з автомобілем Fiat Tіro.

Послідовність дій:

1. Негайне припинення підйому/опускання.
2. Відключення електроживлення.
3. Розвантаження опорних лап за допомогою аварійного гідроприводу.
4. Установка автомобіля на механічні підставки.
5. Огляд підйомника та визначення пошкоджених елементів.

2. Аварія шини або руйнування колеса

Причини:

- перевищення тиску на стенді;

- дефект каркаса шини.

Дії:

- огороження аварійної зони;
- механічне блокування стенда;
- зниження тиску до нуля;
- демонтаж пошкодженого колеса;
- технічний аналіз післяінцидентного стану.

3. Аварія на стенді вимірювання опору кочення.

Можливі наслідки:

- перегрів барабанів стенда;
- тріщини або деформація поверхні роликів;
- виходу з ладу електродатчиків.

Дії персоналу:

1. Вимкнути стенд.
2. Дочекатися охолодження вузлів.
3. Провести діагностику електросистеми.
4. Замінити пошкоджені елементи або повністю демонтувати стенд для ремонту.

5.4 Відновлення роботи дільниці після аварійної події

1. Первинні заходи.

- прибирання уламків та забруднень;
- інженерна перевірка стану підлоги, підйомника, вентиляції;
- відновлення електроживлення.

2. Оцінка безпечності робочого місця.

Оглядаються:

- наявність деформацій стійок підйомника;
- стан пневмомереж;
- справність стенду вимірювання опору кочення;
- освітлення та заземлення.

3. Завершальні заходи.

- складання акту про аварію;
- внесення змін до ПЛАС;
- позаплановий інструктаж персоналу;
- запуск ділянки в роботу.

У посібнику зазначено: відновлення є завершальним етапом АВР і має супроводжуватися документуванням та аналізом причин аварії

5.5 Розрахунок захисного заземлення

Мета розрахунку заземлення – визначити кількість електродів заземлювача і заземлювальних провідників, їхніх розмірів і схеми розміщення в землі.

Вихідні дані: напруга мережі - 220В; виконання мережі - з глухо заземленою нейтраллю; тип заземлювального пристрою - вертикальний; розміри вертикальних заземлювачів: довжина в - 3,2 м; діаметр d - 0,025м.; ґрунт – супісок, склад однорідний, вологість нормальна, агресивність нормальна; кліматична зона – II.

Визначаємо: R_d - допустиме значення опору розтіканню струму в заземлювальному пристрої $R_d < 4 \text{ Ом.}$; $K_{с.в.}$ – приблизне значення питомого опору ґрунту, що рекомендується приймаємо – 300 Ом•м; $K_{с.в.}$ - коефіцієнт сезонності для вертикальних заземлювачів, для даної кліматичної зони II. Приймаємо $K_{с.в.} = 1,5$ [6] табл.7.4.; $K_{с.г.}$ - коефіцієнт сезонності для горизонтального заземлювача згідно з кліматичною зоною. Приймаємо $K_{с.г.} = 3,5$.

Розрахунковий питомий опір ґрунту для вертикальних заземлювачів:

$$\rho_{розр.в.} = \rho_{табл.} \cdot K_{с.в.}; \quad (5.4)$$

де $\rho_{табл.}$ – приблизне значення питомого опору, $K_{с.в.}$ – коефіцієнт сезонності для вертикальних заземлювачів.

$$\rho_{розр.в.} = 300 \cdot 1,5 = 450 \text{ (Ом.)}$$

Розрахунковий питомий опір ґрунту для горизонтальних заземлювачів:

$$\rho_{розр.г.} = \rho_{розр.} \cdot K_{с.г.}; \quad (5.5)$$

де $\rho_{\text{розр.г.}}$ – приблизне значення питомого опору; $K_{\text{с.г.}}$ – коефіцієнт сезонності для горизонтального заземлювача.

$$\rho_{\text{розр.г.}} = 450 \cdot 3,5 = 1575 \text{ (Ом.)}$$

Опір розтікання струму в одному вертикальному заземлювачі:

$$R_B = \frac{\rho_{\text{п.в.}}}{\pi l_B} \left(\ln \frac{2l_B}{d} + \frac{1}{2} \ln \frac{4t + l_B}{4t - l_B} \right); \quad (5.6)$$

$$R_B = \frac{450}{3,14 \cdot 3,2} \left(\ln \frac{2 \cdot 3,2}{0,025} + \frac{1}{2} \ln \frac{4 \cdot 0,5 + 3,2}{4 \cdot 0,5 - 3,2} \right) = 370 \text{ (Ом.)}$$

Теоретична кількість вертикальних заземлювачів без врахування коефіцієнта використання:

$$n_{\text{т.в.}} = \frac{R_B}{R_d \cdot \eta_{\text{в.в.}}}; \quad (5.7)$$

де R_B – опір розтікання струму в вертикальних заземлювачах;

R_d – допустиме значення опору розтікання струму в заземлювальному пристрої.

$$n_{\text{т.в.}} = \frac{370}{4 \cdot 1} = 93 \text{ (шт.)}$$

Коефіцієнт використання вертикальних заземлювачів при розташуванні їх згідно вихідних даних або за чотирикутним контуром при числі заземлювачів $n_{\text{т.в.}} = 137$ та при відсутності $L_B/l_B = 1$ приймаємо $\eta_{\text{т.в.}} = 0,41$.

Необхідна кількість штук вертикальних однакових заземлювачів з врахуванням коефіцієнта використання:

$$n_{\text{н.в.}} = \frac{R_B}{R_d \cdot \eta_{\text{т.в.}}} \quad (5.8)$$

$$n_{\text{н.в.}} = \frac{370}{4 \cdot 0,41} = 213 \text{ (шт.)}$$

Розрахунковий опір розтікання струму у вертикальних заземлювачах при $n_{\text{н.в.}} = 193$ (шт) без врахування з'єднувальної стрічки:

$$R_{\text{розр.в.}} = \frac{R_B}{n_{\text{н.в.}} \cdot \eta_{\text{т.в.}}}; \quad (5.9)$$

де $n_{\text{н.в.}}$ – коефіцієнт використання вертикальних заземлювачів;

R_B – опір розтікання струму в вертикальних заземлювачах.

$$R_{\text{розр.в.}} = \frac{370}{213 \cdot 0.41} = 4 \text{ (Ом)}$$

Відстань між вертикальними заземлювачами за відношенням $L_{\text{в.}}/\ell_{\text{в}} = 1$, звідси:

$$L_{\text{в.}} = 1 \cdot \ell_{\text{в}}; \quad (5.10)$$

де $\ell_{\text{в}}$ – довжина вертикального електрода;

$$L_{\text{в.}} = 1 \cdot 3,2 = 3,2 \text{ (м)}$$

Довжина з'єднувальної стрічки горизонтального заземлення:

$$L_{\text{з.с.}} = 1,05 \cdot L_{\text{в.}}(n_{\text{н.в.}} - 1); \quad (5.11)$$

де $n_{\text{н.в.}}$ – необхідна кількість штук вертикальних заземлювачів; $L_{\text{в.}}$ – відстань між вертикальними заземлювачами.

$$L_{\text{з.с.}} = 1,05 \cdot 3,2(213 - 1) = 712 \text{ (м)}$$

Опір розтікання струму в горизонтальному заземлювачі:

$$R_{\Gamma} = \frac{\rho_{\text{р.г.}}}{2\pi L_{\text{з.с.}}} \ln \frac{2L_{\text{з.с.}}^2}{d \cdot t}; \quad (5.12)$$

$$R_{\Gamma} = \frac{1575}{2 \cdot 3,14 \cdot 712} \ln \frac{2 \cdot 506944}{0.025 \cdot 0.5} = 7 \text{ (Ом)}$$

Коефіцієнт використання горизонтальних заземлювачів при розташуванні вертикальних заземлювачів згідно з вихідними значеннями або за чотирикутним контуром при відношенні $L_{\text{в.}}/\ell_{\text{в}} = 1$ та необхідної кількості вертикальних заземлювачів $n_{\text{н.в.}}=93$ приймаємо $\eta_{\text{в.г.}} = 0,22$. При паралельно включених горизонтальних заземлювачах $\eta_{\text{в.г.}}$ визначають з.

Розрахунковий опір розтікання струму в горизонтальних заземлювачах:

$$R_{\text{розр.г.}} = \frac{R_{\text{г.з.с.}}}{N_{\text{г.}} \cdot \eta_{\text{в.г.}}}; \quad (5.13)$$

де $R_{\text{г.з.с.}}$ – опір розтікання струму в горизонтальному заземлювачі;

$\eta_{\text{в.г.}}$ – коефіцієнт використання горизонтальних заземлювачів;

$$R_{\text{розр.г.}} = \frac{7}{1 \cdot 0,22} = 32 \text{ (Ом)}$$

Розрахунковий теоретичний опір розтікання струму у вертикальних та горизонтальних заземлювачах:

$$R_{\text{розр.в.г.}} = \frac{R_{\text{розр.в.}} \cdot R_{\text{розр.г.}}}{R_{\text{розр.в.}} + R_{\text{розр.г.}}} ; \quad (5.14)$$

де $R_{\text{розр.в.}}$ – розрахунковий опір розтікання струму у вертикальних заземлювачах;

$$R_{\text{розр.в.г.}} = \frac{4 \cdot 32}{4 + 32} = 4 \text{ (Ом)}.$$

Вибираємо матеріал та поперечний перетин з'єднувальних провідників вибираємо алюмінієві $S_{\text{м.}} = 6 \text{ мм}^2$ провідники; матеріал для поперечного січення магістральної шини приймаємо сталеву шину товщиною $\delta_s = 4 \text{ мм}$ і перетином не менше $\sigma = 100 \text{ мм}^2$.

Схема з'єднання обладнання з магістральною шиною та з'єднання магістральної шини з заземлювальним пристроєм (з'єднувальною стрічкою) наведена на рис. 5.1.

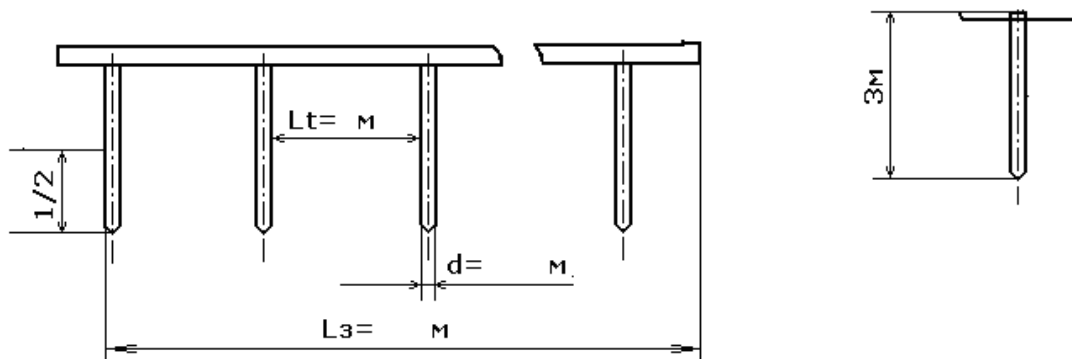


Рисунок 5.1 - План розміщення захисного заземлення.

ВИСНОВКИ

У кваліфікаційній роботі виконано комплексне техніко-технологічне обґрунтування створення АТП, призначеного для надання послуг з ТО та ремонту Fiat Tіro. Робота охоплює аналітичний, технологічний, конструкторський та науково-дослідний етапи й забезпечує повний цикл формування проєкту АТП для умов м. Тернопіль.

У першому розділі проведено аналіз конструктивних особливостей та технічних характеристик автомобіля Fiat Tіro, досліджено вимоги до сервісного обслуговування та типові несправності. На основі огляду діяльності існуючих автотранспортних підприємств сформовано перелік вимог до проєктованого АТП, включаючи функціональні, планувальні та експлуатаційні параметри.

У технологічному розділі визначено виробничу програму АТП, виконано розрахунок річних обсягів ТО та ПР, встановлено трудомісткість робіт і чисельність виробничого персоналу. Розраховано кількість постів, діагностичних ліній, допоміжних зон, складських приміщень і площ виробничого комплексу. Сформовано генеральний план підприємства з урахуванням санітарних, протипожежних та ергономічних вимог. Результати підтверджують можливість ефективної роботи АТП з пропускнуою здатністю, що відповідає потребам регіону.

У конструкторському розділі розроблено конструкцію універсальної вантажопідіймальної траверси для демонтажу силових агрегатів легкових автомобілів. Виконано розрахунок міцності основної балки, гвинтових опор та ланцюгового підвісу. Силовий аналіз показав, що базовий профіль $60 \times 40 \times 3$ мм не забезпечує необхідного запасу міцності при навантаженні 0,5 т, що стало підставою для подальшої оптимізації конструкції. Гвинтові опори та елементи підвіски підтвердили відповідність вимогам міцності та експлуатаційної надійності. Розроблена траверса може бути інтегрована у виробничий процес АТП для прискорення демонтажно-монтажних операцій та підвищення безпеки персоналу.

У науково-дослідному розділі проведено огляд складових, що впливають на опір кочення керованих коліс. Встановлено залежність коефіцієнта опору кочення від тиску в шинах, кута сходження, шорсткості дорожнього покриття та навантаження на вісь. Дослідження підтвердило, що коректне регулювання параметрів керованих коліс є важливим чинником зрощання паливної економічності та зниження зносу шин.

Загалом виконана кваліфікаційна робота підтверджує технічну, економічну та експлуатаційну доцільність створення АТП для обслуговування Fiat Tіro. Проєктоване АТП забезпечує раціональне планування площ, оптимальне навантаження персоналу, відповідність нормативним вимогам та можливість впровадження сучасного діагностичного й підйомно-транспортного обладнання.

БІБЛІОГРАФІЯ

1. Bosch Automotive Handbook. 10th Edition. Robert Bosch GmbH, 2018. – 1550 p.
2. Fiat Tipo 2015–2023 Workshop Manual / Fiat Chrysler Automobiles. – FCA Official Documentation.
3. Official Fiat Service Schedule – Fiat Tipo. Fiat Technical Information Portal, 2020.
4. Modeling rolling resistance of vehicle tires / SAE International Technical Paper 2019-01-1508.
5. Абрамчук Ф.І., Гутаревич Ю.Ф., Долганов К.Є., Тимченко І.І. Автомобільні двигуни: підручник. – К.: Арістей, 2005. – 476 с.
6. Андрусенко С. І. Технологічне проектування автотранспортних підприємств: навч. посіб. / Андрусенко С. І., Білецький В. О., Бортницький П. І.; за ред. проф. С. І. Андрусенка. – К. : Каравела, 2009. – 368 с.
7. Канарчук В.Є. та ін. Організація виробничих процесів на транспорті в ринкових умовах - К.: Логос, 1996. - 348 с.
8. Канарчук В.Є. та ін. Основи технічного обслуговування і ремонту автомобілів. У 3-х кн. Кн.2. Організація, планування й управління: Підручник / В.Є. Канарчук, О.А. Лудченко, А.Д. Чигринець, - К.: Вища шк., 1994. – 383 с.
9. Кисляков В.Ф., Лущик В.В. Будова і експлуатація автомобілів: Підручник. – К.: Либідь. 2006. – 400 с.
10. Кіркач Н.Ф. Розрахунок і проектування деталей машин. – м. Харків, 1991р.-274с.
11. Конспект лекцій з дисципліни «Надійність транспортних засобів» для здобувачів освітнього ступеня магістр за спеціальністю 274 «Автомобільний транспорт» / Укладачі: Ткаченко І.Г., Левкович М.Г. – Тернопіль: ТНТУ імені Івана Пулюя, 2024. – 118 с .
12. Лудченко О.А. Технічне обслуговування і ремонт автомобілів. – К.: Знання-Прес, 2003. – 511 с.

13. Мигаль, В. Д. Методи технічної діагностики автомобілів: навч. посібник / В.Д. Мигаль, В. П. Мигаль. - М.: ФОРУМ: ИНФРА-М, 2014
14. О.Л. Ляшук, Ю.І. Пиндус, М.Г. Левкович, Гупка А.Б., Хорошун Р.В. Методичні вказівки до виконання кваліфікаційної роботи бакалавра за освітнім рівнем «бакалавр галузі знань 27 «Транспорт» спеціальність 274 «Автомобільний транспорт» – Тернопіль: Видавництво ТНТУ, 2022. – 61 с.
15. Основи технології виробництва та ремонту автомобілів / Уклад. Гевко І.Б., Рогатинський Р.М., Ляшук О.Л., Левкович М.Г., Гудь В.З., Сташків М.Я., Сіправська М.Д. – Тернопіль: Видавництво ТНТУ імені Івана Пулюя, 2021. – 550 с.
16. Пилипець М. І. Правила заповнення основних форм технологічних документів : навч.-метод. посіб. / Уклад. Пилипець М. І., Ткаченко І. Г., Левкович М. Г., Васильків В. В., Радик Д. Л. Тернопіль : ТДТУ, 2009. 108
17. Практикум з охорони праці. Навчальний посібник / За ред.. В.Ц. Жидецького. – Львів: Афіша, 2000. – 352 с.
18. Сахно В. П., Григоращенко О. В., Вакуліч А. В. Автомобілі. Всеколісне керування. К.: Національний транспортний університет, 2013. 200 с.
19. Стручок В.С. Методичний посібник для здобувачів освітнього ступеня «магістр» всіх спеціальностей денної та заочної (дистанційної) форм навчання «БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ» / Тернопіль: ФОП Паляниця В. А., –156 с.
20. Техніко-економічне обґрунтування інженерних рішень на СТО та АТП : Навчальний посібник / Укладачі: Гевко І.Б., Ляшук О.Л., Луциків І.В., Плекан У.М., Клендій В.М. - Тернопіль : Вид-во ТНТУ імені Івана Пулюя, 2021. 276 с.
21. Ткаченко І. Г., Левкович М. Г. Конспект лекцій з дисципліни «Надійність транспортних засобів». Тернопіль : ТНТУ, 2024. 118 с.
22. Форнальчик Є. Ю., Качмар Р. Я. Основи технічного сервісу транспортних засобів - Львівська політехніка 2017 – 324 с.

ДОДАТКИ

ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ

2.1 Розрахунок виробничої програми технічного обслуговування і поточного ремонту

$L_{кр,ст}=150000$ км – стандартний пробіг до капітального ремонту;

$K_1=0,9$ – коефіцієнт, що враховує умови експлуатації;

$K_2=1$ – коефіцієнт модифікації рухомого складу;

$K_3=0,9$ – коефіцієнт природно-кліматичних умов;

$K_{експл}=0,9$ – коригувальний коефіцієнт періодичності залежно від умов експлуатації;

$K_{кл}=0,9$ – коригувальний коефіцієнт періодичності залежно від природно-кліматичних умов.

2.2 Розрахунок річного обсягу робіт з технічного обслуговування та ПР

0,21 – нормативна трудомісткість ЩО, люд.-год;

1 – коефіцієнт, що враховує модифікацію рухомого складу;

1,05 – коригувальний коефіцієнт залежно від кількості обслуговуваних ТЗ;

0,3 – коефіцієнт, що враховує механізацію робіт ($M = 70\%$, тобто $1 - 70/100 = 0,3$);

2,6 та 10,5 – нормативні трудомісткості ТО-1 і ТО-2;

1 – коефіцієнт модифікації ТЗ;

1,05 – коригування за кількістю однорідних груп ТЗ;

1,8 – нормативна трудомісткість ТР на 1000 км;

коефіцієнти 1,1 – категорії експлуатації;

1,1 – природно-кліматичний фактор;

1,05 – коефіцієнт зношування (залежно від пробігу);

Тріч – річний обсяг робіт, люд.-год;

Фр.м.– річний фонд робочого місця (2040 год).

2.4 Розрахунок кількості водіїв, інженерів і службовців

200 – кількість автомобілів у парку;

365 – календарні дні року;

0,96 – коефіцієнт випуску автомобілів на лінію;

70080 – автомобільні дні;

12 год – середній час роботи автомобіля за добу;

Навт=840960 авт.-год/рік;

Фр.м.=2040 год/рік – річний фонд робочого часу одного водія.

2.6 Розрахунок кількості постів і ліній

t – трудомісткість одного виду обслуговування, люд.-год,

p – загальна кількість технологічно необхідних робітників (на всіх постах відповідного виду).

Тзм = 8 год – тривалість зміни,

Ндоб – добова програма відповідного виду ТО.

2.7 Кількість постів (ліній) діагностики та ПР зони;

1,2 – коефіцієнт, що враховує 20 % діагностики після ПР;

Тріч – річний обсяг робіт, люд.-год;

D=305D = 305D=305 – кількість робочих днів діагностики;

Тзм=8 год – тривалість робочої зміни;

k=0,8 – коефіцієнт використання робочого часу поста;

r=1 – кількість діагностів, що одночасно працюють на посту;

Тріч – річна трудомісткість робіт відповідного виду, люд.-год.

2.9 Розрахунок площ

fавт=6,631 м² – площа, яку займає автомобіль у плані;

n – кількість постів у зоні;

kщ – коефіцієнт щільності поста (4,5–6), що враховує обладнання, проходи, місця маневрування;

F1=22 м² – норма площі на першого працівника;

Fі=14–18 м² – площа на кожного наступного працівника;

n – кількість працівників у зміну;

$k_1=1;$

$k_2=1,1;$

$k_3=0,7;$

$k_4=1,6;$

$k_5=1,05;$

α – коефіцієнт одночасного користування приміщенням;

R – кількість працівників, що користуються приміщенням;

S_n – нормативна площа на 1 працівника (або одна одиниця обладнання).

3.3 Розрахункова схема та міцність основної балки

L – відстань між опорами;

W – момент опору перерізу балки;

$[\sigma]$ – допустиме напруження для обраної марки сталі (з урахуванням умов роботи);

3.4 Перевірка гвинтових опор та підвіски

Аланц – ефективна площа перерізу ланки.

4.1. Дослідження опору кочення керованих коліс ТЗ

r – радіус колеса;

α – кут розвалу керованих коліс;

F – сила опору руху;

$G = mg$ – вага ТЗ;

f – коефіцієнт опору котінню;

k_f – поправка на коеф. опору котінню;

γ – кут сходження;

Z, X, Y — сили в напрямках відповідних переміщень точки контакту колеса;

δ – кут уводу;

k – коефіцієнт опору уводу шин;

F – сила опору від розвалу;