

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня

Бакалавр

(назва освітнього ступеня)

на тему: Розроблення технологічного процесу технічного обслуговування та ремонту передньої підвіски автомобіля Nissan Qashqai J10.

Виконав: студент 4 курсу, групи МА-42
спеціальності 274

«Автомобільний транспорт»

(шифр і назва спеціальності)

Богдан ПАСТЕРНАК
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник Роман ХОРОШУН
(підпис) (прізвище та ініціали)

Нормоконтроль Тетяна ПИНДУС
(підпис) (прізвище та ініціали)

Зав. кафедри Олег ЦЬОНЬ
(підпис) (прізвище та ініціали)

Рецензент
(підпис) (прізвище та ініціали)

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)

(прізвище та ініціали)

«21» січня 2026 р.

ЗАВДАННЯ

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

на здобуття освітнього ступеня бакалавр
(назва освітнього ступеня)

за спеціальністю 274 «Автомобільний транспорт»
(шифр і назва спеціальності)

студенту Пастернаку Богдану Івановичу
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Розроблення технологічного процесу технічного обслуговування та ремонту передньої підвіски автомобіля Nissan Qashqai J10.

Керівник роботи Хорошун Роман Васильович доктор філософії
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Затверджені наказом ректора від «21» січня 2026 року № 4/9-44

2. Термін подання студентом завершеної роботи 11 червня 2026

3. Вихідні дані до роботи Базовий технологічний процес технічного обслуговування та ремонту передньої підвіски автомобіля Nissan Qashqai J10.

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

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

4 Безпека життєдіяльності, основи охорони праці.

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

Основні навантаження що діють на передню підвіску автомобіля – А1;

Алгоритм діагностування передньої підвіски автомобіля – А1;

Основні операції ТО передньої підвіски автомобіля – А1;

Технологічний маршрут поточного ремонту передньої підвіски автомобіля – А1;

Пристрій для знімання агрегатів – А1;

Дільниця ТО та ремонту передньої підвіски автомобіля – А1.

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Безпека життєдіяльності, основи охорони праці.	к.т.н. доц. Сенчишин В.С.		

7. Дата видачі завдання 21.січня 2026р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Загально-технічний розділ	29.01.2026	
2	Технологічний розділ	12.02.2026	
3	Конструкторський розділ	04.06.2026	
4	Безпека життєдіяльності, основи охорони праці	11.06.2026	
5	Оформлення графічної частини	11.06.2026	
6	Захист кваліфікаційної роботи бакалавра		

Студент

_____ (підпис)

Пастернак Богдан Іванович

_____ (прізвище та ініціали)

Керівник роботи

_____ (підпис)

Хорошун Роман Васильович

_____ (прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

Кваліфікаційна робота бакалавра на тему: « Розроблення технологічного процесу технічного обслуговування та ремонту передньої підвіски автомобіля Nissan Qashqai J10. ».

Робота виконана на кафедрі автотранспорту та логістики Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя. Керівник кваліфікаційної роботи бакалавра доктор філософії., старший викладач Хорошун Роман Васильович.

Пояснювальна записка складається з чотирьох розділів і 55 сторінок формату А4 та 6 аркушів формату А1 графічної частини.

Ключові слова технічне обслуговування, ремонт, технологічний процес, діагностування, експлуатаційна надійність.

ЗМІСТ

Вступ.....	7
1 ЗАГАЛЬНО-ТЕХНІЧНИЙ РОЗДІЛ.....	9
1.1 Призначення передньої підвіски автомобіля.....	9
1.2 Конструктивні особливості передньої підвіски Nissan Qashqai J10.....	9
1.3 Умови роботи передньої підвіски.....	11
1.4 Основні несправності передньої підвіски.....	12
1.5 Висновки та постановка завдання на кваліфікаційну роботу бакалавра.....	13
2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ.....	16
2.1 Технологічна послідовність діагностування передньої підвіски.....	16
2.2 Технологічний процес технічного обслуговування передньої підвіски.....	18
2.3 Технологічний процес поточного ремонту передньої підвіски.....	20
2.4 Розрахунок затрат часу та кількості працівників, залучених до ремонту.....	22
2.4.1 Розрахунок затрат часу на діагностування передньої підвіски.....	23
2.4.2 Розрахунок затрат часу на технічне обслуговування передньої підвіски.....	24
2.4.3 Розрахунок затрат часу на поточний ремонт передньої підвіски.....	25
2.6 Обладнання, інструмент та пристрої для виконання робіт.....	26
2.7 Контроль якості виконання робіт.....	28
2.8 Проектування дільниці для ТО та ремонту передньої підвіски.....	29
3 КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ.....	36
3.1 Загальна характеристика та призначення конструкцій, що застосовуються.....	36
3.2 Розрахунок елементів пристрою.....	41
4 БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ, ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ.....	45
4.1 Аналіз умов праці та небезпечних чинників під час технічного обслуговування і ремонту передньої підвіски автомобіля Nissan	

Qashqai J10.....	45
4.2 Організаційно-технічні заходи щодо забезпечення безпеки праці на дільниці ремонту передньої підвіски.....	47
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ.....	50
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ.....	53
ДОДАТКИ	

ВСТУП

Передня підвіска автомобіля працює в складних умовах, оскільки під час руху вона сприймає вертикальні, поздовжні, поперечні та ударні навантаження. На її технічний стан впливають якість дорожнього покриття, швидкісний режим, манера керування, стан шин, навантаження автомобіля, дія вологи, пилу, дорожніх реагентів і вібрацій. Унаслідок цього окремі елементи підвіски поступово втрачають свої початкові характеристики, що проявляється у появі люфтів, сторонніх шумів, погіршенні керованості, нерівномірному спрацюванні шин і зниженні стійкості автомобіля.

Автомобіль Nissan Qashqai J10 є поширеною моделлю компактного кросовера, яка активно експлуатується в міських умовах і на дорогах із різним станом покриття. Передня підвіска даного автомобіля виконана за незалежною схемою типу McPherson, що поєднує компактність конструкції, відносну простоту обслуговування та достатні експлуатаційні показники. Разом з тим така конструкція потребує своєчасного діагностування, правильного виконання демонтажних операцій, застосування відповідного інструменту та обов'язкового контролю геометрії передніх коліс після ремонту.

Актуальність теми кваліфікаційної роботи полягає в необхідності розроблення раціонального технологічного процесу технічного обслуговування та ремонту передньої підвіски автомобіля Nissan Qashqai J10. Такий процес повинен забезпечувати своєчасне виявлення несправностей, якісне виконання ремонтних операцій, скорочення простою автомобіля, підвищення безпеки праці та відновлення належних експлуатаційних характеристик ходової частини.

Найбільш характерними несправностями передньої підвіски є спрацювання амортизаторних стійок, пошкодження гвинтових пружин, руйнування сайлентблоків нижніх важелів, збільшення люфту в кульових опорах, зношування стійок і втулок стабілізатора поперечної стійкості, ослаблення кріпильних з'єднань та порушення кутів установлення коліс. Несвоєчасне усунення таких дефектів може призвести до погіршення керованості автомобіля, збільшення навантаження на суміжні вузли, прискореного спрацювання шин і зниження безпеки руху.

Метою кваліфікаційної роботи бакалавра є розроблення технологічного процесу технічного обслуговування та ремонту передньої підвіски автомобіля Nissan Qashqai J10 з урахуванням її конструктивних особливостей, характерних несправностей, вимог до якості ремонту, організації робочого місця та безпечного виконання робіт.

Об'єктом дослідження є передня підвіска автомобіля Nissan Qashqai J10.

Предметом дослідження є технологічний процес діагностування, технічного обслуговування та поточного ремонту елементів передньої підвіски автомобіля Nissan Qashqai J10.

1 ЗАГАЛЬНО-ТЕХНІЧНИЙ РОЗДІЛ

1.1 Призначення передньої підвіски автомобіля

Передня підвіска автомобіля призначена для пружного з'єднання коліс із кузовом, сприйняття навантажень від дорожнього покриття та забезпечення необхідного положення коліс під час руху. Вона повинна компенсувати нерівності дороги, зменшувати коливання кузова, підтримувати стабільність траєкторії руху та забезпечувати надійний контакт шин із поверхнею дороги.

Для автомобіля Nissan Qashqai J10 передня підвіска має особливе значення, оскільки на передні колеса припадає значна частина маси автомобіля, особливо у передньопривідних модифікаціях [10, 19, 26]. Крім того, передні колеса одночасно виконують функції керованих, а в окремих виконаннях – і ведучих. Через це елементи передньої підвіски сприймають складний комплекс навантажень: вертикальні, поздовжні, поперечні та крутні.

Основними функціями передньої підвіски є:

- забезпечення плавності ходу автомобіля;
- зменшення ударних навантажень, що передаються на кузов;
- підтримання заданої геометрії встановлення передніх коліс;
- забезпечення стійкості автомобіля під час поворотів і гальмування;
- зменшення крену кузова;
- підвищення безпеки та комфорту руху.

1.2 Конструктивні особливості передньої підвіски Nissan Qashqai J10

Передня підвіска Nissan Qashqai J10 має незалежну конструкцію типу McPherson. Її основною особливістю є поєднання амортизатора, пружини та напрямного елемента в одному вузлі – амортизаторній стійці. Верхня частина стійки кріпиться до кузова через опору, а нижня з'єднується з поворотним кулаком. Така схема забезпечує компактність конструкції та спрощує обслуговування вузла.

Нижній важіль передньої підвіски з'єднується з підрамником через гумометалеві шарніри, а з поворотним кулаком – через кульову опору. Завдяки цьому колесо має можливість переміщуватися у вертикальному напрямку, зберігаючи необхідну керованість автомобіля. Стабілізатор поперечної стійкості з'єднує ліву та праву сторони підвіски і зменшує крен кузова під час проходження поворотів.

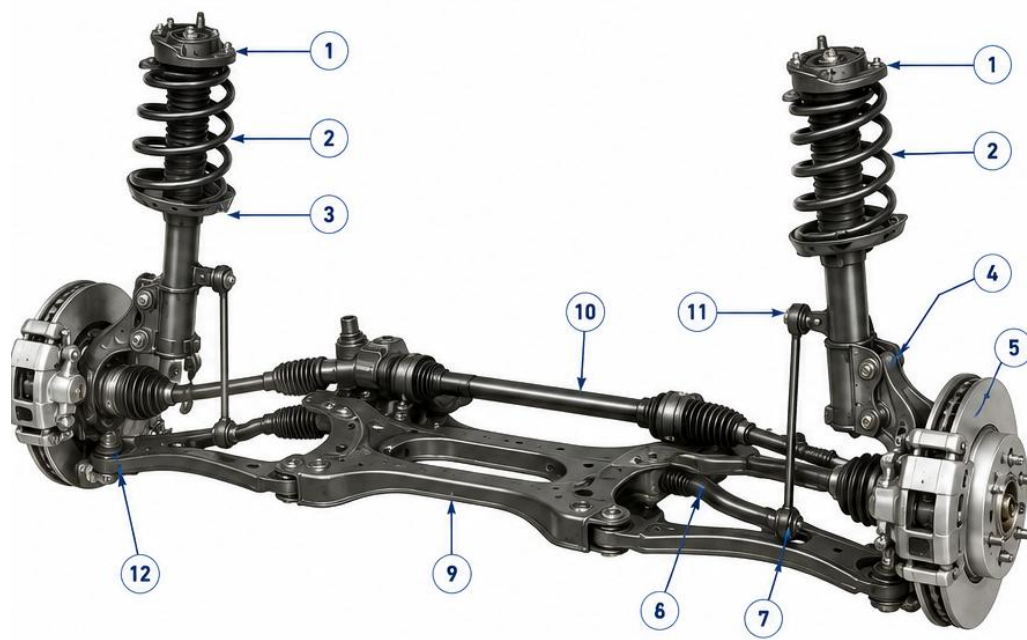


Рисунок 1.1 – Загальна схема передньої підвіски типу McPherson автомобіля Nissan Qashqai J10:

1 – Верхня опора стійки; 2 – Амортизаторна стійка; 3 – Гвинтова пружина; 4 – Поворотний кулак; 5 – Маточина колеса; 6 – Нижній важіль; 7 – Кульова опора; 8 – Сайлентблок важеля; 9 – Підрамник; 10 – Стабілізатор поперечної стійкості; 11 – Стійка стабілізатора; 12 – Рульовий наконечник.

Таблиця 1.1 – Основні елементи передньої підвіски та їх призначення.

Елемент підвіски	Призначення
Амортизаторна стійка	гасить коливання кузова і колеса, забезпечує стабільність руху
Гвинтова пружина	сприймає вертикальні навантаження та забезпечує пружність підвіски
Верхня опора стійки	передає навантаження на кузов і забезпечує поворот стійки під час керування

Поворотний кулак	з'єднує колесо з елементами підвіски та рульового керування
Нижній важіль	задає траєкторію переміщення колеса відносно кузова
Кульова опора	забезпечує рухоме з'єднання важеля з поворотним кулаком
Сайлентблоки	зменшують вібрації та забезпечують еластичне кріплення важеля
Стабілізатор поперечної стійкості	знижує крен кузова під час поворотів
Стійка стабілізатора	передає зусилля від стабілізатора до елементів підвіски
Підрамник	є несучою основою для кріплення елементів передньої підвіски

1.3 Умови роботи передньої підвіски

Під час експлуатації передня підвіска автомобіля Nissan Qashqai J10 працює в умовах змінних динамічних навантажень [1, 4, 19]. Найбільший вплив на її технічний стан мають якість дорожнього покриття, швидкісний режим, стиль керування, завантаження автомобіля, стан шин та своєчасність технічного обслуговування.

При русі по нерівностях дороги амортизаторна стійка і пружина сприймають вертикальні переміщення колеса. Нижній важіль, кульова опора та сайлентблоки працюють під дією змінних навантажень, які виникають під час розгону, гальмування, поворотів і наїзду на перешкоди. Стабілізатор поперечної стійкості навантажується переважно під час маневрування та руху автомобіля в поворотах.

Негативний вплив на довговічність елементів підвіски мають пил, вода, дорожні реагенти та механічні пошкодження захисних елементів. Особливо чутливими до таких умов є пильники кульових опор, пильники амортизаторних

стійок і гумометалеві шарніри. Пошкодження захисних деталей прискорює спрацювання рухомих з'єднань і може призвести до передчасної відмови вузла.

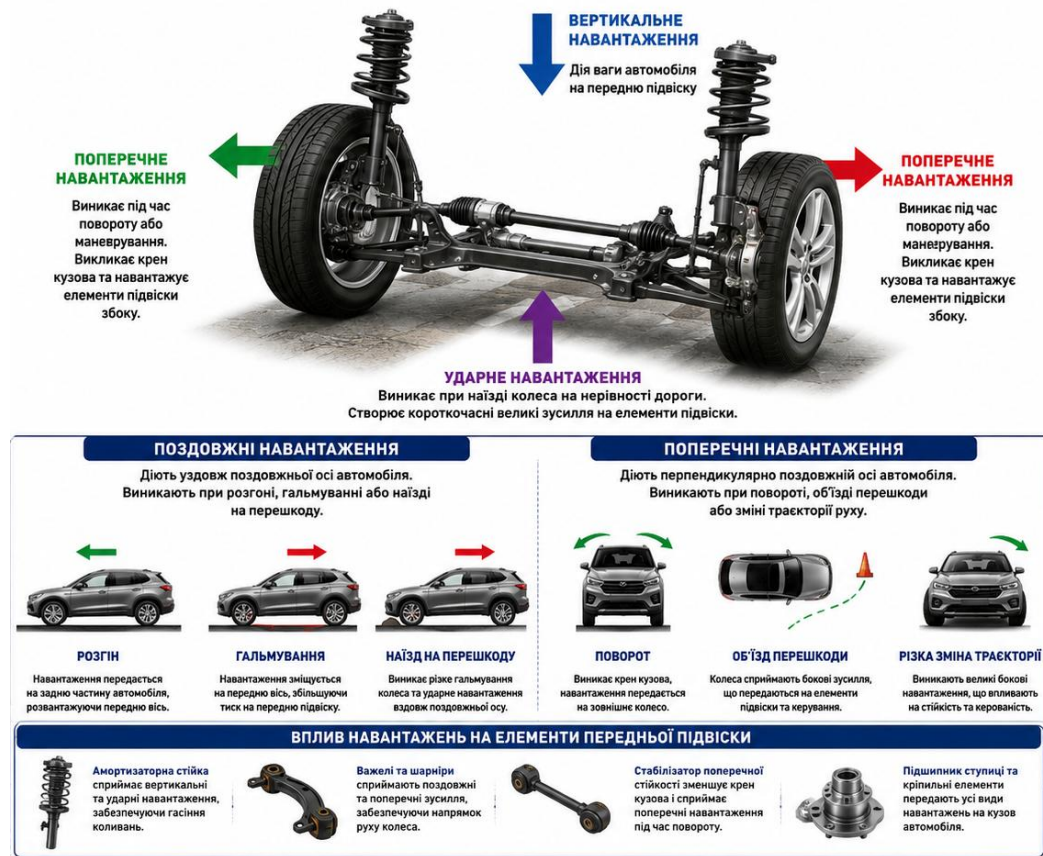


Рисунок 1.2 – Основні навантаження, що діють на передню підвіску автомобіля.

1.4 Основні несправності передньої підвіски

У процесі експлуатації автомобіля елементи передньої підвіски поступово втрачають свої початкові технічні характеристики [5, 13, 28]. Найбільш поширеними несправностями є спрацювання амортизаторних стійок, руйнування сайлентблоків, збільшення люфту в кульових опорах, пошкодження стійок стабілізатора, ослаблення кріплень і порушення кутів установлення коліс.

Ознаками несправностей передньої підвіски можуть бути сторонні стуки під час руху по нерівностях, погіршення керованості, збільшення крену кузова,

нерівномірне спрацювання шин, відведення автомобіля вбік, вібрація на рульовому колесі та зниження стійкості під час гальмування [3, 12, 13]. Виявлення таких ознак потребує проведення діагностування, оскільки подальша експлуатація автомобіля з несправною підвіскою може призвести до погіршення безпеки руху.

Таблиця 1.3 – Характерні несправності передньої підвіски Nissan Qashqai J10.

Несправність	Можливі причини	Зовнішні ознаки
Спрацювання амортизаторної стійки	втрата герметичності, зниження демпфувальних властивостей	розгойдування кузова, погіршення стійкості
Руйнування сайлентблоків важеля	старіння гуми, перевантаження, удари	стуки, зміщення важеля, порушення геометрії
Люфт кульової опори	спрацювання шарніра, пошкодження пильника	стук у передній частині, нестійкість колеса
Несправність стійки стабілізатора	зношення шарнірів або втулок	стукіт під час проїзду нерівностей
Пошкодження пружини	корозія, втомне руйнування металу	перекіс кузова, зменшення дорожнього просвіту
Порушення кутів установлення коліс	деформація елементів, спрацювання шарнірів	нерівномірне спрацювання шин, відведення автомобіля
Ослаблення кріплень	недостатній момент затягування, вібрації	сторонні шуми, нестабільність роботи вузла

1.5 Висновки та постановка завдання на кваліфікаційну роботу бакалавра

Аналіз умов експлуатації та конструктивних особливостей передньої підвіски автомобіля Nissan Qashqai J10 показав, що даний вузол є одним із

найбільш навантажених елементів ходової частини. Під час руху автомобіля передня підвіска сприймає вертикальні, поздовжні та поперечні навантаження, забезпечує контакт коліс із дорожнім покриттям, впливає на керованість, стійкість, плавність ходу та безпеку руху. Тому її справний технічний стан має важливе значення для надійної та безпечної експлуатації автомобіля.

Передня підвіска Nissan Qashqai J10 виконана за незалежною схемою типу McPherson, що передбачає використання амортизаторної стійки, гвинтової пружини, нижнього важеля, кульової опори, стабілізатора поперечної стійкості, стійок стабілізатора, поворотного кулака та гумометалевих шарнірів. У процесі експлуатації найбільш характерними несправностями є спрацювання амортизаторних стійок, пошкодження сайлентблоків, збільшення люфтів у кульових опорах і рульових наконечниках, зношування стійок та втулок стабілізатора, а також порушення кутів установлення передніх коліс.

Встановлено, що якісне технічне обслуговування передньої підвіски повинно починатися з поетапного діагностування. Доцільною є така послідовність робіт: підготовка автомобіля, зовнішній огляд елементів підвіски, перевірка шин, контроль амортизаторних стійок, визначення люфтів у шарнірних з'єднаннях, перевірка важелів і сайлентблоків, оцінка стану стабілізатора та контроль геометрії коліс. Такий підхід дає змогу своєчасно виявити дефекти, правильно визначити обсяг ремонтних робіт і зменшити ризик повторного виникнення несправностей.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити такі завдання:

Проаналізувати призначення, будову та умови роботи передньої підвіски автомобіля Nissan Qashqai J10.

Визначити основні несправності передньої підвіски, їх причини та зовнішні ознаки прояву.

Розробити технологічну послідовність діагностування передньої підвіски із зазначенням основних операцій, обладнання та інструменту.

Сформувати технологічний процес технічного обслуговування передньої підвіски, спрямований на попередження передчасного спрацювання деталей.

Розробити технологічний маршрут поточного ремонту передньої підвіски з урахуванням демонтажу, дефектації, заміни та заключного контролю деталей.

Провести розрахунок затрат часу на виконання діагностичних, обслуговувальних і ремонтних операцій, а також визначити необхідну кількість працівників.

Підібрати обладнання, інструмент і пристрої, необхідні для якісного виконання технічного обслуговування та ремонту передньої підвіски.

Розробити проект ділянки для технічного обслуговування та ремонту передньої підвіски, визначити її виробничу програму, кількість постів, площу та організацію робочих зон.

Обґрунтувати конструкцію допоміжного підйомного пристрою, який може використовуватися під час ремонтно-обслуговувальних робіт.

Розглянути вимоги безпеки життєдіяльності та охорони праці під час виконання робіт з передньою підвіскою автомобіля.

2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ

2.1 Технологічна послідовність діагностування передньої підвіски

Діагностування передньої підвіски є початковим і обов'язковим етапом технологічного процесу, оскільки саме від правильності встановлення технічного стану залежить обсяг подальших ремонтних робіт. Для Nissan Qashqai J10 діагностування доцільно виконувати поетапно: спочатку здійснюється зовнішній огляд підвіски, далі перевіряється стан шарнірних з'єднань, пружних та демпфувальних елементів, після чого контролюються геометричні параметри встановлення коліс [5, 12, 13].

На стадії зовнішнього огляду перевіряють стан амортизаторних стійок, відсутність підтікання робочої рідини, цілісність гвинтових пружин, стан верхніх опор, пильників, відбійників, стійок стабілізатора, втулок стабілізатора, сайлентблоків нижніх важелів, а також стан різьбових з'єднань. Додатково оцінюють характер спрацювання шин, оскільки нерівномірне зношування протектора є непрямою ознакою несправностей підвіски або порушення кутів установлення коліс.

Після зовнішнього огляду автомобіль вивішують, і виконують перевірку люфтів у кульових опорах, рульових наконечниках, сайлентблоках та інших рухомих з'єднаннях. Одночасно контролюють стан підшипника маточини, оскільки його спрацювання може створювати ознаки, подібні до дефектів підвіски. На завершальному етапі виконують перевірку кутів установлення передніх коліс і, за необхідності, визначають потребу в регулюванні або додатковому ремонті елементів ходової частини.



Рисунок 2.1 – Алгоритм діагностування передньої підвіски.

Таблиця 2.1 – Технологічна послідовність діагностування передньої підвіски Nissan Qashqai J10.

№ операції	Найменування операції	Зміст виконання	Обладнання та інструмент
1	Підготовка автомобіля	встановлення автомобіля на пост, фіксація, підготовка робочої зони	підіймач або оглядова канава

2	Зовнішній огляд	перевірка амортизаторів, пружин, пильників, втулок, кріплень	ліхтар, монтажний інструмент
3	Перевірка шин	оцінка характеру зношування та тиску в шинах	манометр, шаблон протектора
4	Контроль амортизаторних стійок	перевірка герметичності та працездатності	візуальний контроль, стенд за наявності
5	Перевірка шарнірів	виявлення люфтів у кульових опорах і наконечниках	монтажна лопатка, знімач
6	Контроль важелів і сайлентблоків	перевірка еластичних шарнірів на розриви і зміщення	монтажна лопатка
7	Перевірка стабілізатора	контроль стійок і втулок стабілізатора	візуальний контроль, ручна перевірка
8	Контроль геометрії	перевірка кутів установлення коліс	стенд розвалу-сходження

2.2 Технологічний процес технічного обслуговування передньої підвіски

Технічне обслуговування передньої підвіски передбачає сукупність профілактичних операцій, спрямованих на своєчасне виявлення початкових дефектів та попередження передчасного спрацювання деталей. До основних робіт належать очищення елементів підвіски від забруднень, огляд вузлів, перевірка стану захисних елементів, контроль кріплень, виявлення люфтів, оцінка технічного стану амортизаторних стійок та перевірка кутів установлення коліс.

Особливе значення має контроль стану гумометалевих шарнірів і пильників. Пошкодження захисних деталей спричиняє потрапляння пилу, вологи та абразивних частинок у шарніри, що прискорює їх спрацювання [10, 13, 28].

Тому в межах технічного обслуговування необхідно не лише виявляти явні пошкодження, а й оцінювати ступінь старіння гумових елементів, наявність тріщин, розривів та відшарувань.

Результатом технічного обслуговування має бути встановлення фактичного технічного стану підвіски та прийняття рішення щодо можливості подальшої експлуатації вузла без ремонту або необхідності поточного ремонту окремих елементів.

Таблиця 2.2 – Основні операції технічного обслуговування передньої підвіски.

№ операції	Найменування операції	Технічна суть
1	Очищення вузла	видалення бруду з елементів підвіски для забезпечення якісного огляду
2	Огляд амортизаторної стійки	контроль підтікання, пошкоджень корпусу, пильника і відбійника
3	Перевірка пружини	виявлення тріщин, просідання, корозійних ушкоджень
4	Перевірка верхньої опори	контроль цілісності опори і наявності сторонніх шумів
5	Контроль важеля і сайлентблоків	перевірка стану гумометалевих шарнірів
6	Перевірка кульової опори	визначення люфту, стану пильника і кріплення
7	Перевірка стабілізатора	оцінка стану стійок і втулок стабілізатора
8	Контроль кріплень	перевірка надійності затягування різьбових з'єднань
9	Контроль геометрії коліс	перевірка кутів установлення після виявлення дефектів

2.3 Технологічний процес поточного ремонту передньої підвіски

Поточний ремонт передньої підвіски Nissan Qashqai J10 виконується після завершення діагностування та встановлення конкретної несправності. Залежно від технічного стану вузла ремонт може передбачати заміну амортизаторної стійки в зборі або окремих її елементів, заміну пружини, верхньої опори, стійки стабілізатора, втулок стабілізатора, кульової опори, нижнього важеля чи його сайлентблоків.

Технологічний процес ремонту починається з підготовки автомобіля до виконання робіт: його встановлюють на підіймач, фіксують, знімають переднє колесо і забезпечують вільний доступ до вузлів підвіски. Після цього виконують демонтаж несправного елемента із застосуванням відповідних інструментів і пристроїв. Для демонтажу амортизаторної стійки обов'язково використовують стяжки пружин, оскільки пружний елемент перебуває у навантаженому стані. Демонтаж шарнірних з'єднань доцільно виконувати з використанням спеціальних знімачів, що зменшує ймовірність пошкодження посадкових поверхонь і різьбових частин [5, 13, 21].

Після демонтажу виконують дефектацію суміжних елементів. Якщо виявлено супутнє спрацювання кріплень, пильників, втулок чи шарнірів, їх також замінюють. Далі проводять складання вузла, встановлення деталей на автомобіль, затягування різьбових з'єднань відповідно до технологічних вимог, після чого здійснюють контрольний огляд та перевірку кутів установалення коліс.

Таблиця 2.3 – Технологічний маршрут поточного ремонту передньої підвіски.

№ опер.	Найменування операції	Зміст виконання
1	Підготовчі роботи	встановлення автомобіля на підіймач, фіксація, зняття колеса
2	Очищення вузла	очищення деталей підвіски від бруду
3	Демонтаж несправного елемента	зняття стійки, важеля, кульової опори або стійки стабілізатора
4	Дефектація деталей	оцінка стану суміжних елементів і кріплень

5	Підбір запасних частин	комплектування нових деталей для заміни
6	Монтаж нового елемента	встановлення справної деталі або вузла
7	Остаточне складання	затягування кріплень, встановлення колеса
8	Заключний контроль	перевірка підвіски та кутів установаження коліс



Рисунок 2.2 – Узагальнена схема поточного ремонту передньої підвіски.

Найбільш трудомісткою операцією є демонтаж та встановлення амортизаторної стійки. Після вивішування автомобіля та зняття колеса від'єднують стійку стабілізатора, гальмівний шланг і допоміжні кріплення,

відвертають болтові з'єднання стійки з поворотним кулаком, а потім від'єднують верхнє кріплення стійки до кузова. Далі за допомогою стяжок стискають пружину, розбирають вузол, замінюють несправні елементи та виконують складання у зворотній послідовності.

Під час ремонту нижнього важеля особливу увагу приділяють стану сайлентблоків та кульової опори. Якщо має місце значне спрацювання шарнірів, деформація важеля або руйнування посадкових місць, доцільною є заміна важеля в зборі. У разі задовільного стану корпусу важеля ремонт може зводитися до заміни окремих гумометалевих елементів, якщо це допускається конструкцією та технологією ремонту.

Ремонт елементів стабілізатора поперечної стійкості, як правило, полягає у заміні стійок стабілізатора та втулок. Ці деталі сприймають повторно-змінні навантаження і часто є джерелом сторонніх стуків у передній підвісці. Після їх заміни обов'язково виконують контроль на відсутність вільного ходу та перевіряють правильність розміщення стабілізатора відносно підрамника.

2.4 Розрахунок затрат часу та кількості працівників, залучених до ремонту

Для визначення затрат часу та кількості виконавців, необхідних для діагностування, технічного обслуговування і поточного ремонту передньої підвіски автомобіля Nissan Qashqai J10, використано поопераційний розрахунок трудомісткості [8, 9, 22]. Оскільки в поданому технологічному процесі відсутні готові норми часу, їх визначення виконано розрахунково з урахуванням змісту операцій, застосовуваного обладнання та складності робіт.

У якості розрахункового випадку для поточного ремонту приймаємо найбільш характерний і трудомісткий варіант – заміну несправного елемента передньої підвіски з демонтажем, дефектацією, монтажем нового вузла та заключним контролем. Такий підхід дає змогу отримати реалістичну оцінку трудових витрат і чисельності персоналу.

Розрахунок проводимо за такими залежностями:

оперативний час:

$$T_{\text{оп}} = \sum t_i$$

де t_i – тривалість окремої операції, хв.

додатковий час на підготовчо-завершальні роботи, обслуговування робочого місця та відпочинок:

$$T_{\text{дод}} = \alpha \cdot T_{\text{оп}}$$

де α – коефіцієнт додаткових витрат часу;

для діагностування і технічного обслуговування приймаємо $\alpha = 0,10$;

для поточного ремонту приймаємо $\alpha = 0,12$.

штучний час на виконання робіт:

$$T_{\text{шт}} = T_{\text{оп}} + T_{\text{дод}}$$

кількість виконавців визначаємо за формулою:

$$Ч = T_{\text{шт}} / T_{\text{к}}$$

де $T_{\text{к}}$ – допустима календарна тривалість виконання робіт, год.

2.4.1 Розрахунок затрат часу на діагностування передньої підвіски

Вихідні дані для розрахунку приймаємо за таблицею технологічної послідовності діагностування.

Таблиця 2.6 – Розрахунок часу на діагностування передньої підвіски.

№ операції	Найменування операції	Тривалість, хв
1	Підготовка автомобіля	6
2	Зовнішній огляд	10
3	Перевірка шин	6
4	Контроль амортизаторних стійок	8
5	Перевірка шарнірів	10
6	Контроль важелів і сайлентблоків	8
7	Перевірка стабілізатора	6
8	Контроль геометрії	12
	Разом оперативний час $T_{\text{оп}}$	66

Визначаємо додатковий час:

$$T_{\text{дод}} = 0,10 \cdot 66 = 6,6 \text{ хв}$$

Тоді штучний час на діагностування становитиме:

$$T_{шт} = 66 + 6,6 = 72,6 \text{ хв} = 1,22 \text{ люд.-год}$$

Для діагностування приймаємо допустиму календарну тривалість робіт $T_k = 1,5$ год.

Тоді кількість виконавців:

$$Ч = 1,22 / 1,5 = 0,81$$

Приймаємо 1 працівника, оскільки операції діагностування виконуються послідовно і не потребують одночасної участі двох виконавців.

2.4.2 Розрахунок затрат часу на технічне обслуговування передньої підвіски

Розрахунок трудомісткості технічного обслуговування виконуємо за основними операціями, наведеними в таблиці 2.2.

Таблиця 2.7 – Розрахунок часу на технічне обслуговування передньої підвіски.

№ операції	Найменування операції	Тривалість, хв
1	Очищення вузла	6
2	Огляд амортизаторної стійки	7
3	Перевірка пружини	6
4	Перевірка верхньої опори	5
5	Контроль важеля і сайлентблоків	8
6	Перевірка кульової опори	7
7	Перевірка стабілізатора	6
8	Контроль кріплень	5
9	Контроль геометрії коліс	12
	Разом оперативний час $T_{оп}$	62

Додатковий час становитиме:

$$T_{дод} = 0,10 \cdot 62 = 6,2 \text{ хв}$$

Штучний час на технічне обслуговування:

$$T_{шт} = 62 + 6,2 = 68,2 \text{ хв} = 1,13 \text{ люд.-год}$$

Для технічного обслуговування приймаємо допустиму календарну тривалість $T_k = 1,5$ год.

Тоді кількість виконавців:

$$Ч = 1,13 / 1,5 = 0,75$$

Приймаємо 1 працівника, що є достатнім для виконання профілактичних операцій на одному посту.

2.4.3 Розрахунок затрат часу на поточний ремонт передньої підвіски

Для поточного ремонту використовуємо технологічний маршрут, поданий у таблиці 2.3. До розрахунку приймаємо типовий ремонтний випадок із демонтажем несправного вузла, дефектацією суміжних деталей, монтажем нового елемента та заключним контролем.

Таблиця 2.8 – Розрахунок часу на поточний ремонт передньої підвіски.

№ операції	Найменування операції	Тривалість, хв
1	Підготовчі роботи	10
2	Очищення вузла	5
3	Демонтаж несправного елемента	45
4	Дефектація деталей	10
5	Підбір запасних частин	6
6	Монтаж нового елемента	42
7	Остаточне складання	12
8	Заключний контроль	24
	Разом оперативний час $T_{оп}$	154

Додатковий час визначаємо з урахуванням більшої складності ремонтних робіт:

$$T_{дод} = 0,12 \cdot 154 = 18,48 \text{ хв}$$

Штучний час на поточний ремонт:

$$T_{шт} = 154 + 18,48 = 172,48 \text{ хв} = 2,88 \text{ люд.-год}$$

Для поточного ремонту приймаємо допустиму календарну тривалість виконання робіт $T_k = 2,0$ год.

Тоді кількість виконавців:

$$Ч = 2,88 / 2,0 = 1,44$$

Отримане значення округлюємо в більшу сторону та приймаємо 2 працівники.

Прийнята чисельність є обґрунтованою, оскільки під час демонтажу і монтажу елементів передньої підвіски, особливо амортизаторної стійки, виникає потреба у суміщенні слюсарних і допоміжних операцій, а також у дотриманні підвищених вимог безпеки праці.

Таблиця 2.9 – Загальні затрати часу та кількість працівників.

Вид робіт	Оперативний час, хв	Додатковий час, хв	Штучний час, люд.-год	Кількість працівників
Діагностування	66	6,6	1,22	1
ТО	62	6,2	1,13	1
Поточний ремонт	154	18,48	2,88	2

Сумарна трудомісткість комплексу робіт становить:

$$T_{\text{заг}} = 1,22 + 1,13 + 2,88 = 5,23 \text{ люд.-год}$$

Для виконання повного комплексу робіт, що включає діагностування, технічне обслуговування та поточний ремонт передньої підвіски автомобіля Nissan Qashqai J10, загальна трудомісткість становить 5,23 люд.-год. При цьому діагностування і технічне обслуговування доцільно виконувати одним працівником, а для поточного ремонту раціонально залучати двох працівників, що забезпечує скорочення календарної тривалості ремонту, підвищення якості виконання робіт і безпечні умови праці.

2.6 Обладнання, інструмент та пристрої для виконання робіт

Якість виконання технологічного процесу багато в чому визначається правильним вибором обладнання та інструменту. Для технічного

обслуговування і ремонту передньої підвіски Nissan Qashqai J10 доцільно використовувати двостійковий автомобільний підіймач, комплект слюсарно-монтажного інструменту, домкрат, страхувальні опори, монтажну лопатку, динамометричний ключ, стяжки пружин, знімач кульових опор, знімач рульових наконечників та стенд розвалу-сходження.

Застосування динамометричного ключа є обов'язковим при остаточному затягуванні різьбових з'єднань, оскільки недостатнє або надмірне зусилля затягування негативно впливає на довговічність вузла. Використання спеціальних знімачів і стяжок пружин підвищує безпеку праці та дає змогу виконувати демонтажно-монтажні роботи без пошкодження деталей.

Таблиця 2.9 – Обладнання та інструмент для технічного обслуговування і ремонту передньої підвіски.

Найменування	Призначення
Двостійковий підіймач	піднімання автомобіля та забезпечення доступу до підвіски
Домкрат і страхувальні опори	додаткова фіксація вузлів під час ремонту
Комплект ключів і торцевих головок	розбирання та складання кріпильних з'єднань
Монтажна лопатка	перевірка люфтів та допоміжний демонтаж
Динамометричний ключ	контроль моменту затягування
Стяжки пружин	безпечний демонтаж і складання амортизаторної стійки
Знімач кульових опор	демонтаж шарнірного з'єднання без пошкодження
Знімач рульових наконечників	від'єднання наконечників від поворотного кулака
Стенд розвалу-сходження	перевірка та регулювання кутів установлення коліс
Щітка, очисник, ганчір'я	очищення деталей перед оглядом і складанням

2.7 Контроль якості виконання робіт

Контроль якості є завершальним етапом технологічного процесу технічного обслуговування та ремонту передньої підвіски. Його метою є перевірка правильності складання, відсутності люфтів, надійності кріплення деталей, відповідності геометричних параметрів нормативним вимогам та підтвердження працездатності відремонтованого вузла.

Після завершення складання проводять візуальний контроль розташування деталей, перевіряють правильність встановлення пружини у чашках стійки, положення пильників, стан гальмового шланга, кріплення стійки стабілізатора, важеля та кульової опори. Далі здійснюють контроль затягування різьбових з'єднань, перевіряють відсутність сторонніх переміщень у шарнірах та виконують перевірку кутів установаження коліс.

Таблиця 2.10 – Основні параметри контролю якості після ремонту.

Контрольований параметр	Спосіб контролю	Очікуваний результат
Надійність кріплень	перевірка затягування	ослаблення відсутнє
Наявність люфтів	ручна перевірка, монтажна лопатка	люфти відсутні
Стан амортизаторної стійки	візуальний контроль	підтікання відсутнє
Стан шарнірів	перевірка переміщення	сторонній хід відсутній
Стан стабілізатора	контроль роботи стійок і втулок	стуки відсутні
Кути установаження коліс	стенд розвалу-сходження	параметри в межах норми
Поведінка автомобіля	контрольна поїздка	рух стабільний, сторонні шуми відсутні

Остаточне підтвердження якості ремонту здійснюється під час контрольного випробування автомобіля [5, 13, 16]. При цьому оцінюють

відсутність сторонніх шумів у підвісці, збереження прямолінійності руху, стійкість автомобіля під час гальмування та маневрування, а також відсутність надмірних кренів і вібрацій.

2.8 Проектування ділянки для ТО та ремонту передньої підвіски

Ділянка технічного обслуговування та ремонту передньої підвіски призначена для виконання комплексу робіт, пов'язаних із діагностуванням, профілактичним обслуговуванням, поточним ремонтом і контролем технічного стану елементів передньої підвіски автомобіля Nissan Qashqai J10. Основним завданням ділянки є забезпечення справного стану ходової частини, відновлення працездатності зношених або пошкоджених вузлів, а також перевірка правильності геометрії встановлення передніх коліс після виконання ремонтних операцій.

З урахуванням конструкції передньої підвіски типу McPherson на ділянку передбачається виконання таких основних робіт: зовнішній огляд підвіски, перевірка стану амортизаторних стійок, пружин, верхніх опор, кульових опор, сайлентблоків, нижніх важелів, стійок і втулок стабілізатора поперечної стійкості, демонтаж несправних деталей, встановлення нових елементів, контроль затягування різьбових з'єднань та перевірка кутів установлення коліс.

Проектована ділянка повинна забезпечувати зручний доступ до елементів підвіски, безпечне виконання демонтажно-монтажних робіт, раціональне розміщення обладнання та інструменту, а також мінімальні витрати часу на переміщення працівників і деталей у межах робочої зони [6, 23, 25].

Для проектування ділянки приймаємо, що вона працює в одну зміну тривалістю 8 годин. Розрахункова продуктивність ділянки становить 2 автомобілі за зміну, що відповідає умовам спеціалізованого поста для робіт з передньою підвіскою.

Кількість робочих днів на рік приймаємо:

$$D_p = 251 \text{ день}$$

Річна кількість автомобілів, що можуть обслуговуватися на ділянці:

$$N_p = N_{зм} \cdot D_p$$

де $N_{зм}$ – кількість автомобілів, що обслуговуються за зміну.

Підставляємо значення:

$$N_p = 2 \cdot 251 = 502 \text{ автомобілі}$$

Проектована дільниця може забезпечити технічне обслуговування та поточний ремонт передньої підвіски орієнтовно для 502 автомобілів на рік.

Загальна трудомісткість комплексу робіт для одного автомобіля становить:

$$T_{заг} = 5,23 \text{ люд.-год}$$

Річна трудомісткість робіт:

$$T_p = N_p \cdot T_{заг}$$

$$T_p = 502 \cdot 5,23 = 2625,46 \text{ люд.-год}$$

Річна трудомісткість робіт на дільниці становить приблизно 2625 люд.-год.

Кількість виробничих працівників визначаємо за залежністю:

$$P = T_p / \Phi_{еф}$$

де T_p – річна трудомісткість робіт, люд.-год;

$\Phi_{еф}$ – ефективний річний фонд часу одного працівника, год.

Для розрахунку приймаємо ефективний фонд часу одного працівника:

$$\Phi_{еф} = 1840 \text{ год}$$

Тоді:

$$P = 2625,46 / 1840 = 1,43$$

Одержане значення округлюємо в більшу сторону:

$$P = 2 \text{ працівники}$$

Таким чином, для забезпечення роботи дільниці необхідно передбачити двох слюсарів з ремонту автомобілів. Така кількість працівників є раціональною, оскільки діагностичні та профілактичні операції можуть виконуватися одним виконавцем, а під час поточного ремонту амортизаторної стійки, важеля, кульової опори або стабілізатора доцільною є участь двох працівників.

Кількість постів дільниці визначаємо з урахуванням річної трудомісткості робіт, тривалості зміни, кількості робочих днів і коефіцієнта використання поста.

Річний фонд часу одного поста:

$$\Phi_{п} = D_p \cdot t_{зм} \cdot \eta_{п}$$

де D_p – кількість робочих днів на рік;

$t_{зм}$ – тривалість зміни, год;

$\eta_{\text{п}}$ – коефіцієнт використання поста.

Приймаємо:

$D_{\text{р}} = 251$ день;

$t_{\text{зм}} = 8$ год;

$\eta_{\text{п}} = 0,85$.

Тоді:

$$\Phi_{\text{п}} = 251 \cdot 8 \cdot 0,85 = 1706,8 \text{ год}$$

Кількість постів:

$$X_{\text{п}} = T_{\text{р}} / \Phi_{\text{п}}$$

$$X_{\text{п}} = 2625,46 / 1706,8 = 1,54$$

Одержане значення округлюємо в більшу сторону та приймаємо:

$$X_{\text{п}} = 2 \text{ пости}$$

Для проекрованої ділянки передбачаємо два робочі пости:

пост 1 – діагностично-контрольний пост із можливістю перевірки кутів установлення коліс;

пост 2 – ремонтний пост для демонтажу, дефектації, заміни та складання елементів передньої підвіски.

Таке планувальне рішення забезпечує розділення контрольних і ремонтних операцій, зменшує простої автомобілів та підвищує організованість технологічного процесу.

Проектована ділянка поділяється на функціональні зони, кожна з яких призначена для виконання певної групи операцій.

Таблиця 2.11 – Функціональні зони ділянки ТО та ремонту передньої підвіски.

Зона ділянки	Призначення
Діагностично-контрольна зона	перевірка технічного стану підвіски, шин, люфтів, амортизаторних стійок і кутів установлення коліс
Ремонтна зона	демонтаж і встановлення амортизаторних стійок, важелів, кульових опор, стійок стабілізатора та інших елементів
Слюсарно-підготовча зона	розбирання вузлів, очищення деталей, підготовка інструменту та запасних частин

Зона зберігання інструменту	розміщення ключів, знімачів, стяжок пружин, динамометричних ключів та допоміжного оснащення
Зона запасних частин	короткочасне зберігання деталей, що підлягають встановленню
Зона відходів	тимчасове розміщення зношених деталей, використаних пильників, кріплень і витратних матеріалів

Площу ділянки визначаємо з урахуванням площі, яку займають автомобілі на постах, площі обладнання та коефіцієнта щільності розміщення.

Розрахунок виконуємо за формулою:

$$F_d = K_{щ} \cdot (F_a \cdot X_{п} + F_{об})$$

де F_d – розрахункова площа ділянки, м²;

$K_{щ}$ – коефіцієнт щільності розміщення обладнання і проходів;

F_a – площа, яку займає автомобіль на одному посту, м²;

$X_{п}$ – кількість постів;

$F_{об}$ – сумарна площа обладнання, м².

Для розрахунку приймаємо:

$$F_a = 9,0 \text{ м}^2;$$

$$X_{п} = 2;$$

$$F_{об} = 23,1 \text{ м}^2;$$

$$K_{щ} = 2,3.$$

Тоді:

$$F_d = 2,3 \cdot (9,0 \cdot 2 + 23,1)$$

$$F_d = 2,3 \cdot 41,1 = 94,53 \text{ м}^2$$

За результатами розрахунку приймаємо площу ділянки:

$$F_d = 96 \text{ м}^2$$

Рациональними габаритами приміщення є:

$$12 \text{ м} \times 8 \text{ м} = 96 \text{ м}^2$$

Така площа забезпечує розміщення двох робочих постів, необхідного обладнання, інструментальних шаф, проходів, зони запасних частин і місця для безпечного переміщення працівників.

Планування дільниці повинно забезпечувати послідовний рух автомобіля за технологічним процесом: надходження на діагностування, виконання ремонтних робіт, заключний контроль і виїзд з дільниці [6, 23, 25]. Основні пости розміщують таким чином, щоб між ними залишався зручний прохід для працівників і переміщення інструментального візка.

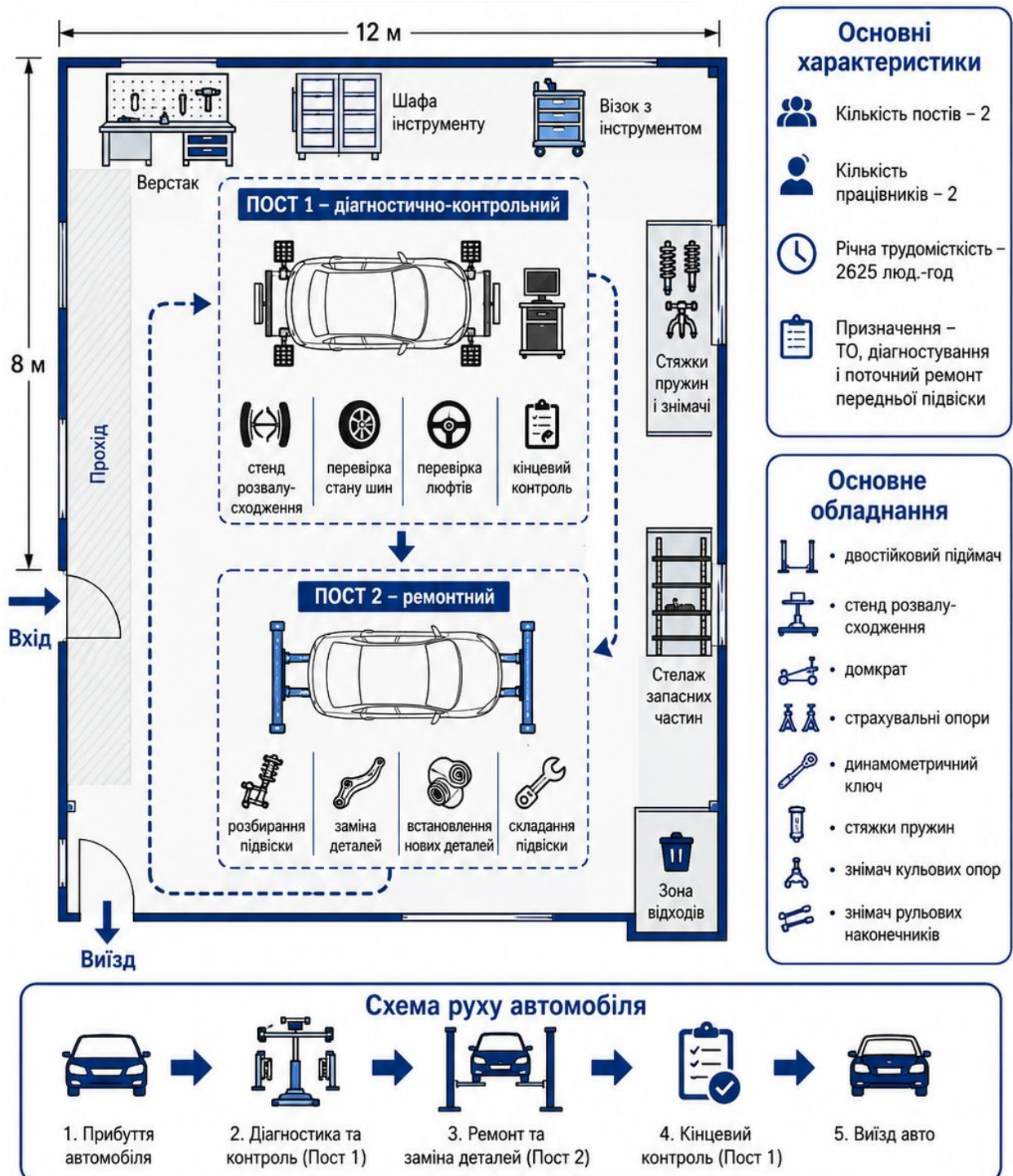


Рисунок 2.3 – Схема планування дільниці ТО та ремонту передньої підвіски.

Пост 1 доцільно обладнати стендом розвалу-сходження, оскільки перевірка кутів установалення коліс виконується як на етапі діагностування, так і після завершення ремонту. Пост 2 обладнується двостійковим підймачем, що забезпечує доступ до елементів передньої підвіски та зручність демонтажу амортизаторної стійки, нижнього важеля, кульової опори і стійки стабілізатора.

Верстак, шафи для інструменту та стелаж для запасних частин розміщують уздовж стіни поблизу ремонтного поста. Це скорочує непродуктивні переміщення працівників і дає змогу швидко отримувати необхідний інструмент під час виконання робіт.

Робота дільниці організовується за послідовною схемою. Після надходження автомобіля на дільницю виконується первинне діагностування передньої підвіски. На цьому етапі визначають наявність люфтів, стан амортизаторних стійок, пружин, кульових опор, сайлентблоків, стійок стабілізатора, шин і кріпильних з'єднань.

Після встановлення несправності автомобіль переміщують на ремонтний пост. Тут виконують демонтаж несправного елемента, очищення деталей, дефектацію суміжних вузлів, підбір і встановлення нових деталей. Якщо проводиться заміна амортизаторної стійки, обов'язково застосовують стяжки пружин, оскільки пружина перебуває у стисненому стані та становить підвищену небезпеку під час розбирання вузла.

Після завершення ремонту виконують контроль затягування різьбових з'єднань, перевіряють відсутність люфтів і сторонніх переміщень, після чого автомобіль направляють на контроль кутів установалення коліс. Заключним етапом є контрольна перевірка роботи підвіски та оцінка відсутності сторонніх шумів.

Робочі місця на дільниці повинні бути організовані з урахуванням вимог безпеки, зручності виконання операцій і скорочення непродуктивних витрат часу. Інструмент, який використовується найчастіше, розміщують у пересувному візку біля ремонтного поста. Стяжки пружин, знімачі, домкрати та страхувальні опори повинні зберігатися в окремо відведеному місці, що унеможливило їх випадкове пошкодження або втрату.

Проходи між постами повинні забезпечувати безпечне переміщення працівників, інструменту і демонтованих деталей. У зоні ремонтного поста не допускається зберігання сторонніх предметів, які можуть заважати роботі або створювати небезпеку травмування. Зношені деталі та використані витратні матеріали необхідно складати у спеціальні ємності для подальшого сортування й утилізації.

Освітлення дільниці повинно забезпечувати якісний огляд елементів підвіски, особливо в зоні колісних арок, нижніх важелів, кульових опор і кріплень амортизаторних стійок. Для локального контролю доцільно використовувати переносні світильники або акумуляторні лампи.

3 КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ

3.1 Загальна характеристика та призначення конструкцій, що застосовуються

Під час виконання операцій технічного обслуговування та поточного ремонту автомобілів на оглядових канавах або підіймачах використовують спеціальні вантажопідіймальні механізми й допоміжні пристрої. Вони призначені для полегшення демонтажу, переміщення та встановлення агрегатів, вузлів і окремих елементів автомобіля.

Одним із таких пристроїв є гідравлічний підйомник типу 434-А, який застосовується в умовах роботи на оглядових канавах. Його основне призначення полягає у механізації процесів піднімання автомобіля або його окремих частин під час проведення ремонтних і обслуговувальних робіт.

Підйомник моделі 434-А монтується на стандартній вузькій оглядовій канаві шириною 1100 мм. Конструкція пристрою дає змогу піднімати передню або задню вісь автомобіля, а також виконувати зняття та встановлення агрегатів у процесі технічного обслуговування і ремонту. Основні елементи підйомника розміщені на пересувному візку, який переміщується напрямними швелерами, закріпленими у верхній частині оглядової канави. Гідравлічний циліндр із ручним насосом подвійної дії має можливість поперечного переміщення по трубчастій рамі візка. Одна з труб рами одночасно виконує функцію резервуара для робочої гідравлічної рідини.

Основними недоліками підйомника є обмежена можливість його застосування спільно з автомобільним підіймачем, а також недостатня висота виходу штока, що ускладнює виконання окремих ремонтно-обслуговувальних операцій.

Таблиця 3.1 – Основні данні підйомника.

Параметр	Значення
Тип підйомника	Одноплунжерний, гідравлічний, з ручним насосом подвійної дії.

Вантажопідйомність, кг	4 000
Максимальний хід плунжера підйомника, мм	600
Максимальний робочий тиск в системі, кг/см ²	100
Максимальне зусилля на рукоятці насоса, кг	20
Число подвійних рухів рукояткою насоса до повного підйому штока	87
Місткість масляної системи,	9
Підйом штока на один подвійний хід насоса, мм	6,4
Вага без робочої рідини, кг	151,2

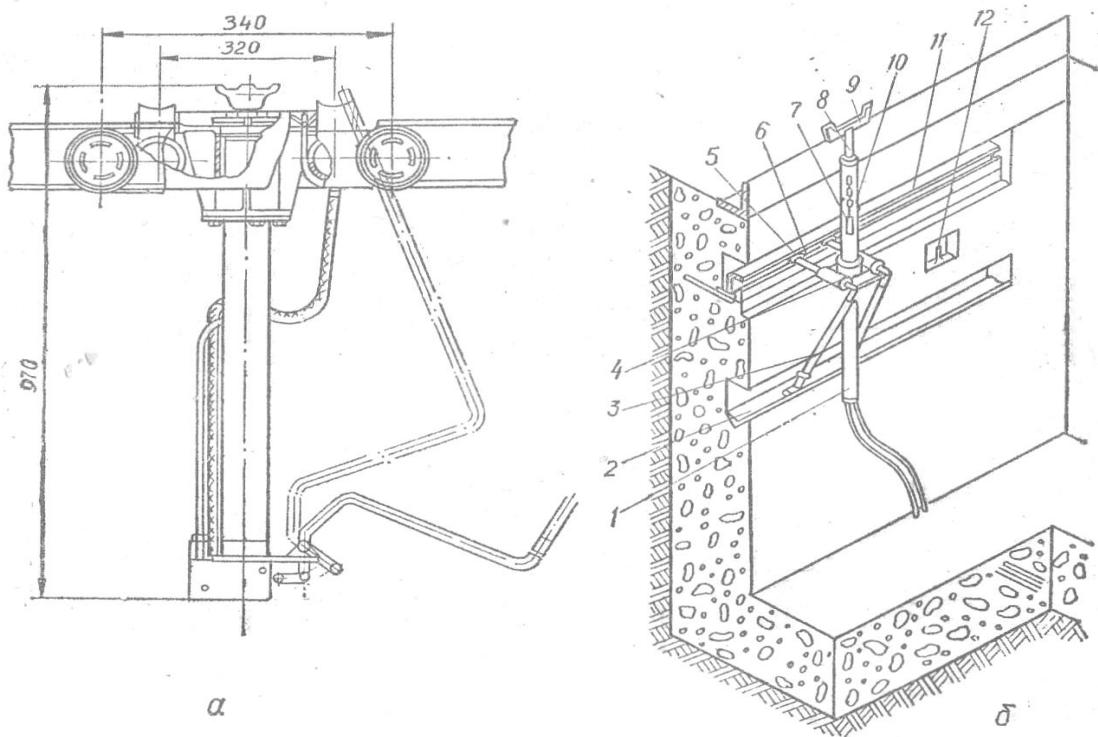


Рисунок 3.1 – Гідравлічний підйомник моделі 434-А:

а – загальний вигляд; б – встановлений в оглядовій канаві. 1 – циліндр; 2 – направляюча; 3 – упор; 4 – каретка; 5 – каток; 6 – скалка; 7 – запобіжний штир; 8 – шток; 9 – підхват; 10 – гільза; 11 – направляюча; 12 – кран.

Для механізації вантажопідіймальних операцій під час демонтажу, встановлення та ремонту автомобільних агрегатів може застосовуватися візок моделі П-908 [5, 21, 23]. Його використовують при виконанні робіт з технічного обслуговування і поточного ремонту автомобілів, розміщених на автомобільних підіймачах.

Конструктивно візок складається з несучої рами, на якій розміщено рукоятку керування та стійку для кріплення вантажопідіймального механізму. У нижній частині рами встановлено чотири колеса, два з яких є самоустановними, що забезпечує зручність переміщення пристрою в робочій зоні. На стійці змонтовано поворотний вантажопідіймальний механізм паралелограмного типу з гідравлічним циліндром, який приводиться в дію ручним насосом.

Таблиця 3.2 – Основні данні візка для заміни агрегатів типу П-908.

Параметр	Значення
Вантажопідйомність, кг	200
Максимальний хід підйому наставки, мм	850
Габаритні розміри, мм:	
довжина	2 840
ширина	850
висота	850
Власна вага, кг	143,5
Місткість масляної системи, л	9,2
Максимальний робочий тиск в системі, кг/см ²	25

До недоліків даного візка належить збільшена габаритність конструкції, що зумовлена використанням вантажопідіймального механізму паралелограмного типу та відповідним зростанням загальної довжини пристрою. Крім того, візок має обмежену вантажопідіймальність, що звужує сферу його застосування під час виконання ремонтно-обслуговувальних робіт.

З урахуванням конструктивних особливостей, переваг і недоліків розглянутих підйомних пристроїв для подальшого розроблення обираємо пересувний гідравлічний двоступінчастий підйомник із ножним насосом. Така конструкція може використовуватися як на оглядових канавах, так і спільно з автомобільними підйомачами під час технічного обслуговування та ремонту агрегатів і вузлів автомобіля (рис. 3.2).

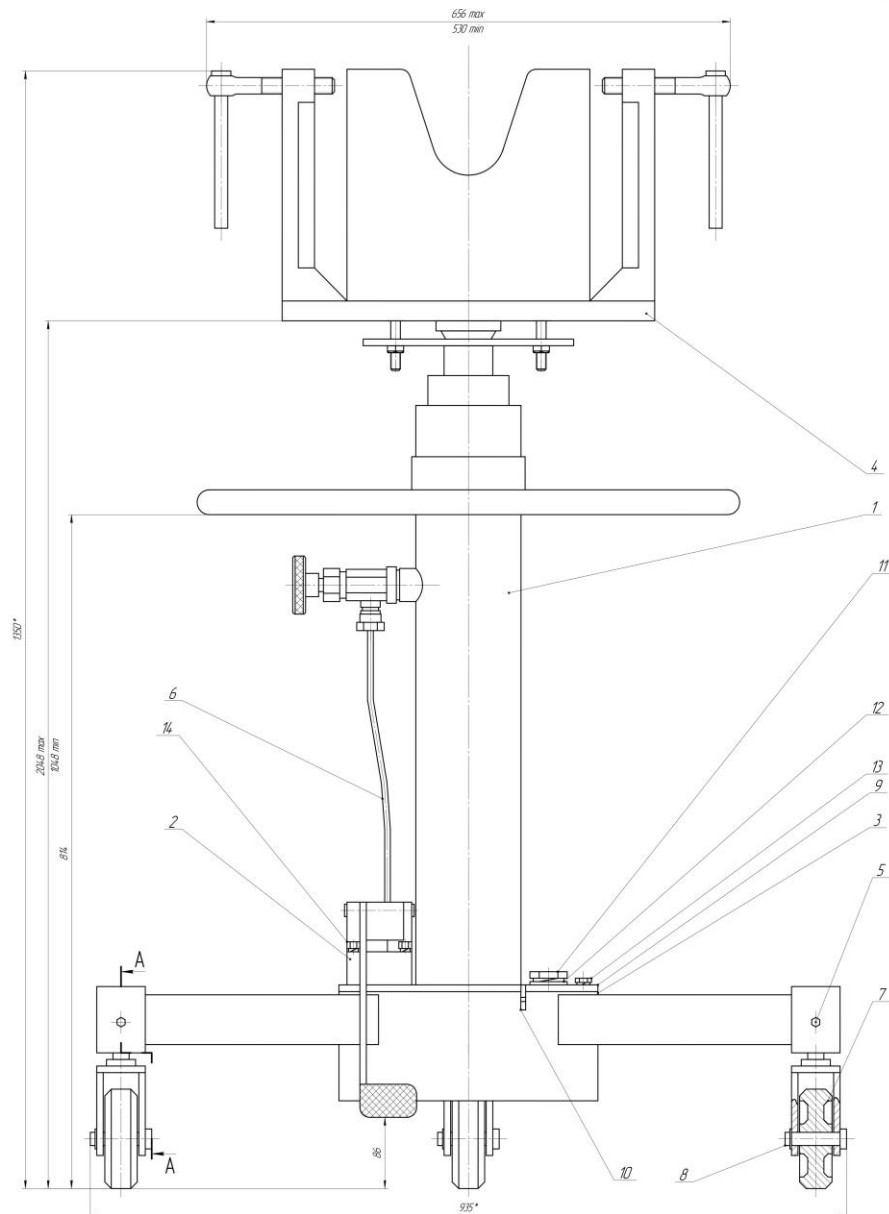


Рисунок 3.2 – Пересувний, гідравлічний, двохступінчастий підйомник.

Пристрій для заміни агрегатів використовується для механізації операцій, пов'язаних із демонтажем, переміщенням та встановленням важких вузлів і агрегатів автомобіля. Його застосування дає змогу зменшити трудомісткість робіт і підвищити зручність виконання ремонтно-обслуговувальних операцій.

Основою конструкції пристрою є рама, яка виконує функцію несучого остова. До складу пристрою також входять візок, бак для робочої рідини гідравлічної системи, запобіжний вентиль, трубопровід, ножний насос і три колеса роликів типу, що забезпечують його переміщення в межах робочої зони.

Гідроциліндр 1 виконаний телескопічним, двоступінчастим та однобічної дії. На шток другої ступені встановлюється кришка з опорною пластиною, до якої за допомогою чотирьох гвинтів кріпляться змінні надставки 4.

Для переміщення пристрою передбачена рукоять, розміщена на гідроциліндрі. Запірний вентиль використовується для фіксації висувних елементів, тобто штоків, у піднятому положенні.

Насос призначений для подавання робочої рідини під тиском у порожнину гідроциліндра. Його конструкція включає корпус, у якому розміщено плунжер, всмоктувальний, нагнітальний, перепускний і запобіжний клапани, а також педаль та дросельну гайку. У запірній частині насоса встановлений сітчастий фільтр, що запобігає потраплянню забруднень у гідравлічну систему.

Плунжер насоса приводиться в дію за допомогою педалі. У її конструкції передбачено регулювальний гвинт, який при повному та інтенсивному натисканні на педаль діє на перепускний клапан.

Принцип роботи насоса полягає в наступному. Під час натискання ногою на педаль прикладене зусилля передається на плунжер, унаслідок чого робоча рідина під тиском надходить у нижню порожнину гідроциліндра. Під дією тиску шток із поршнем переміщується вгору. Повернення плунжера у вихідне положення, а також всмоктування робочої рідини з бака в плунжерну порожнину насоса здійснюється під дією пружини, розміщеної в корпусі насоса.

Опускання штоків гідроциліндра у початкове положення виконується шляхом натискання педаллю на штовхач перепускного клапана. При цьому штовхач стискає пружину клапана, відводить кульку від сідла та відкриває канал для зливу робочої рідини з нижньої порожнини гідроциліндра до бака. Шток опускається під дією власної ваги надставки та маси агрегату, який демонтується. Швидкість опускання штоків регулюється дросельною голкою.

Змінні надставки підбираються відповідно до форми та конструктивних особливостей агрегатів, з якими виконується робота.

3.2 Розрахунок елементів пристрою

Для виконання розрахунку основних елементів пристрою приймаємо вихідні параметри:

вантажопідйомність – 2500 кг;

коефіцієнт перевантаження – 1,25;

коефіцієнт корисної дії гідроциліндра $\eta_{ц}$ – 0,93.

Згідно попередньо приймаємо конструктивні розміри штоків телескопічного гідроциліндра:

діаметр першої ступені – $d_1 = 80$ мм;

хід першої ступені – $h_1 = 500$ мм;

діаметр другої ступені – $d_2 = 63$ мм;

хід другої ступені – $h_2 = 500$ мм.

Визначаємо площі поперечного перерізу штоків першої та другої ступенів гідроциліндра:

$$S = \frac{\pi d^2}{4} ;$$

де d – діаметр штоку, мм.

$$S_1 = \frac{\pi d_1^2}{4} = \frac{3,14 \cdot 80^2}{4} = 5024 \text{ мм}^2$$

$$S_2 = \frac{\pi d_2^2}{4} = \frac{3,14 \cdot 63^2}{4} = 3115,6 \text{ мм}^2$$

Визначаємо величину робочого тиску, необхідного для забезпечення заданої вантажопідйомності гідроциліндра [11, 20, 21]:

$$P = \frac{Q \cdot g \cdot k}{S \cdot \eta_{ц}} ;$$

$Q = 2500$ кг вантажопідйомність пристрою;

$g = 9,81$ м/с² прискорення вільного падіння;

$k = 1,25$ коефіцієнт перенавантаження;

S – площа штоку.

$$P_1 = \frac{Q \cdot g \cdot k}{S_1 \cdot \eta_u} = \frac{2500 \cdot 9,81 \cdot 1,25}{5024 \cdot 0,93} = 3,15 \text{ МПа}$$

$$P_2 = \frac{Q \cdot g \cdot k}{S_2 \cdot \eta_u} = \frac{2500 \cdot 9,81 \cdot 1,25}{3115,6 \cdot 0,93} = 5,078 \text{ МПа}$$

За результатами попереднього розрахунку приймаємо максимальний робочий тиск гідравлічної системи на рівні 6,2 МПа.

Виконуємо визначення необхідної товщини стінок гільз першого і другого ступенів гідроциліндра з урахуванням прийнятого максимального робочого тиску:

$$t = \frac{10 \cdot p \cdot d}{2 \cdot [\sigma]}$$

де $p = 6,2$ МПа максимальний робочий тиск;

$[\sigma] = 200$ МПа максимально допустима напруга.

$$t_1 = \frac{10 \cdot p \cdot d_1}{2 \cdot [\sigma]} = \frac{10 \cdot 6,2 \cdot 80}{2 \cdot 200} = 12,4 \text{ мм}$$

приймаємо 12,5 мм.

$$t_2 = \frac{10 \cdot p \cdot d_2}{2 \cdot [\sigma]} = \frac{10 \cdot 6,2 \cdot 63}{2 \cdot 200} = 9,7 \text{ мм}$$

приймаємо 10 мм.

Виконуємо розрахунок товщини стінки корпусу гідроциліндра з урахуванням дії внутрішнього робочого тиску та необхідного запасу міцності конструкції:

$$t = \frac{10 \cdot p \cdot d}{2 \cdot [\sigma]}$$

де $d_{ц} = 100$ мм діаметр корпусу.

$$t = \frac{10 \cdot p \cdot d_{ц}}{2 \cdot [\sigma]} = \frac{10 \cdot 6,2 \cdot 100}{2 \cdot 200} = 15,5 \text{ мм}$$

приймаємо 15,5 мм

Визначаємо об'єм робочої рідини, необхідний для повного висування

штоків телескопічного гідроциліндра:

$$V = S_1 h_1 + S_2 h_2$$

де S_1 ; S_2 – площа першого та другого ступенів.

h_1 ; h_2 – довжина ходу першого та другого ступенів.

$$V = 5024 \cdot 500 + 3115,6 \cdot 500 = 4069800 \text{ мм}^3$$

$$4069800 \text{ мм}^3 = 4,06 \text{ л}$$

Приймаємо 4 л

Загальний об'єм робочої рідини в гідросистемі приймають у межах 2...2,5 об'єму масла, необхідного для подачі в гідроциліндр під час повного висування штоків:

$$V_6 = (2 \dots 2,5)V = (2 \dots 2,5) 4 = 8 \dots 10 \text{ л}$$

Приймаємо об'єм бака $V_6 = 9 \text{ л}$.

Розрахунок насоса. Для виконання розрахунку насоса приймаємо такі вихідні дані:

попередньо прийнятий діаметр плунжера – $d_n = 30 \text{ мм}$;

довжина педалі – $L = 400 \text{ мм}$;

хід педалі – $h_n = 220 \text{ мм}$;

допустиме нормативне зусилля на педалі – $P_n \leq 400 \text{ Н}$.

На першому етапі розрахунку визначаємо площу поперечного перерізу плунжера насоса.

Визначаємо площу поперечного перерізу плунжера, від якої залежить об'єм робочої рідини, що подається насосом за один робочий хід:

$$S_n = \frac{\pi d_n^2}{4} = \frac{3,14 \cdot 30^2}{4} = 700 \text{ мм}^2$$

Визначаємо зусилля, яке діє на плунжер насоса під час створення робочого тиску в гідравлічній системі:

$$F = \frac{\pi d_n^2}{4} \cdot p = S_n \cdot p = 700 \cdot 6,2 = 4340 \text{ Н}$$

Визначаємо плече прикладання зусилля відносно осі обертання педалі, через яке зусилля передається на плунжер насоса:

$$b = \frac{P_h \cdot L}{F} = \frac{400 \cdot 400}{4340} = 36,86 \text{ мм}$$

Приймаємо 36 мм.

Визначаємо величину робочого ходу плунжера, яка залежить від переміщення педалі та співвідношення плечей важільного механізму насоса:

$$h_{nl} = \frac{b \cdot h_n}{L} = \frac{36 \cdot 220}{400} = 19,8 \text{ мм}$$

Визначаємо подачу насоса за один повний хід педалі, а також кількість робочих ходів, необхідних для повного висування штоків гідроциліндра:

$$V_H = S_n \cdot h_{nl} = 700 \cdot 20 = 1400 \text{ мм}^3 = 0,014 \text{ л}$$

$$n = \frac{V}{V_n} = \frac{4}{0,014} = 285$$

Таблиця 3.3 – Основні данні підйомника.

Параметр	Значення
Тип підйомника	Пересувний, двоплунжерний, гідравлічний, з ножним насосом.
Вантажопідйомність, кг	2500
Максимальний хід плунжера підйомника, мм	1000
Максимальний робочий тиск в системі, кг/см ²	62
Число рухів педаллю насоса до повного підйому штока	285
Місткість масляної системи,	9
Габаритні розміри, мм:	
довжина	830
ширина	770
висота	955
Вага без робочої рідини, кг	95

4 БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ, ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ

4.1 Аналіз умов праці та небезпечних чинників під час технічного обслуговування і ремонту передньої підвіски автомобіля Nissan Qashqai J10

Технічне обслуговування та поточний ремонт передньої підвіски автомобіля Nissan Qashqai J10 виконуються на спеціалізованій дільниці, обладнаній автомобільним підіймачем, слюсарним інструментом, діагностичними засобами, стяжками пружин, знімачами шарнірів і стендом для перевірки кутів установлення коліс. Роботи з передньою підвіскою належать до таких, що потребують підвищеної уваги до безпеки, оскільки пов'язані з підніманням автомобіля, демонтажем навантажених вузлів, використанням інструменту та контролем елементів, які безпосередньо впливають на безпеку руху [7, 17, 27].

Основними операціями під час обслуговування передньої підвіски є зовнішній огляд, перевірка амортизаторних стійок, гвинтових пружин, кульових опор, сайлентблоків, стійок стабілізатора, кріпильних з'єднань і геометрії передніх коліс. Під час поточного ремонту виконують демонтаж колеса, від'єднання стійки стабілізатора, зняття амортизаторної стійки, розбирання вузла зі стисканням пружини, заміну несправних деталей, монтаж нового елемента та заключний контроль. Кожна з цих операцій має свої потенційні ризики, тому перед початком робіт необхідно оцінити стан робочого місця, справність обладнання та готовність працівника до виконання технологічного процесу.

Найбільш небезпечним чинником є робота з автомобілем, установленим на підіймачі або домкраті. У разі неправильного встановлення опор підіймача, недостатньої фіксації автомобіля або несправності підіймального обладнання може виникнути ризик зміщення транспортного засобу, падіння вузлів або травмування працівника. Тому автомобіль необхідно встановлювати тільки у визначених виробником точках підхоплення, а перед початком робіт перевіряти його стійкість.

Окрему небезпеку становить амортизаторна стійка з гвинтовою пружиною. Пружина перебуває у стисненому стані та накопичує значну потенційну енергію. Порушення послідовності розбирання стійки або використання несправних стяжок може призвести до раптового вивільнення пружини. Це може спричинити тяжкі травми, пошкодження деталей підвіски або руйнування інструменту. Тому розбирання амортизаторної стійки без спеціальних стяжок категорично не допускається.

До механічних небезпек також належать удари, защемлення пальців і кистей, порізи гострими кромками, падіння інструменту, зривання ключа з кріплення, руйнування корозійно пошкоджених болтів і неконтрольоване переміщення важелів підвіски. Особливо уважно потрібно працювати з кульовими опорами, рульовими наконечниками та сайлентблоками, оскільки ці елементи можуть мати значні зусилля посадки і потребують застосування спеціальних знімачів.

Шкідливими чинниками на ділянці можуть бути пил, залишки дорожнього бруду, мастильні матеріали, технічні рідини, аерозольні очисники, шум від електричного або пневматичного інструменту, а також підвищене фізичне навантаження. Під час роботи працівник часто перебуває у вимушеній позі, нахиляється, працює з піднятими руками або виконує операції в обмеженому просторі колісної арки. Це може призводити до втоми, зниження уважності та підвищення ризику помилки.

Важливе значення має освітлення робочої зони. Недостатня освітленість у місцях кріплення амортизаторної стійки, нижнього важеля, кульової опори та стабілізатора ускладнює виявлення тріщин, люфтів, пошкодження пильників і слідів підтікання. Тому на ділянці потрібно передбачати як загальне освітлення, так і місцеве освітлення з використанням переносних або акумуляторних світильників.

Основні небезпечні та шкідливі чинники під час виконання робіт наведено в таблиці 4.1.

Таблиця 4.1 – Небезпечні та шкідливі чинники під час ТО і ремонту передньої підвіски.

Чинник	Можливі наслідки	Заходи попередження
Піднятий автомобіль	падіння або зміщення автомобіля	правильне встановлення на підйомач, контроль стійкості
Стиснена пружина амортизаторної стійки	травмування при раптовому вивільненні	використання справних стяжок пружин
Зношені або заокислі кріплення	зрив ключа, пошкодження різьби	застосування якісного інструменту та проникаючих рідин
Демонтаж шарнірів	ударні травми, пошкодження деталей	застосування знімачів кульових опор і наконечників
Мастила, бруд, очисники	подразнення шкіри, ковзання	використання рукавиць, прибирання робочої зони
Недостатнє освітлення	помилки при огляді та складанні	застосування місцевого освітлення
Фізичне перевантаження	втома, травмування м'язів і суглобів	застосування допоміжних пристроїв і робота у парі

4.2 Організаційно-технічні заходи щодо забезпечення безпеки праці на дільниці ремонту передньої підвіски

Організація безпечної праці на дільниці починається з правильного планування робочого місця. Робоча зона повинна бути достатньою для вільного переміщення працівників, розміщення інструментального візка, демонтованих деталей і допоміжного обладнання. Проходи не повинні захаращуватися колесами, елементами підвіски, тарою або використаними матеріалами.

Інструмент після застосування необхідно повертати на визначене місце, що зменшує ризик спотикання, втрати інструменту та випадкового пошкодження деталей.

До роботи з технічного обслуговування та ремонту передньої підвіски допускаються працівники, які пройшли інструктаж з охорони праці, ознайомлені з будовою підвіски типу McPherson і правилами безпечного використання підйимального обладнання. Перед початком роботи працівник повинен перевірити справність підйімача, домкрата, страхувальних опор, стяжок пружин, знімачів, динамометричного ключа, комплекту головок і монтажного інструменту. Несправний або пошкоджений інструмент до роботи не допускається.

Перед підніманням автомобіля необхідно переконатися, що він правильно встановлений на посту, трансмісія переведена у положення стоянки або ввімкнена передача, стоянкове гальмо задіяне, а колеса за потреби зафіксовані упорами. Опори підйімача повинні контактувати зі штатними силовими точками кузова. Після піднімання автомобіля на невелику висоту потрібно зупинити підйімач і перевірити стійкість автомобіля. Лише після цього допускається піднімання на робочу висоту.

Під час демонтажу колеса необхідно застосовувати справні головки відповідного розміру. Забороняється використовувати пошкоджені ключі або подовжувачі, які не передбачені для даного інструменту. Демонтоване колесо не можна залишати в проході або під автомобілем без потреби. Його слід розміщувати в безпечному місці, щоб воно не перешкоджало роботі.

Демонтаж амортизаторної стійки потребує особливої обережності. Перед від'єднанням стійки необхідно зняти навантаження з вузла, від'єднати стійку стабілізатора, кріплення гальмівного шланга та інші допоміжні елементи. Після зняття стійки її розбирання виконують тільки на рівній поверхні або верстаку із застосуванням стяжок пружин. Стяжки потрібно встановлювати симетрично, поступово стискаючи пружину з обох боків. Працівник не повинен перебувати на осі можливого вильоту пружини.

Під час роботи з кульовими опорами, рульовими наконечниками та іншими шарнірами необхідно використовувати спеціальні знімачі. Ударний

демонтаж допускається лише у виняткових випадках і не повинен призводити до пошкодження поворотного кулака, різьбових частин або посадкових поверхонь. При складанні вузла всі кріплення потрібно очищати від забруднень, перевіряти стан різьби та затягувати із застосуванням динамометричного ключа.

Після завершення ремонту виконується контроль якості. Перевіряють правильність встановлення деталей, відсутність люфтів, надійність кріпильних з'єднань, стан пильників і розташування гальмівного шланга. Обов'язковим є контроль кутів установаження коліс, оскільки втручання в передню підвіску може змінити геометрію ходової частини. Неправильне регулювання або відсутність заключного контролю може спричинити погіршення керованості автомобіля та нерівномірне спрацювання шин [7, 14, 17].

При використанні очисників або аерозольних засобів необхідно уникати потрапляння речовин на шкіру та в очі, а роботу виконувати в добре провітрюваній зоні. У разі потрапляння технічної рідини або хімічної речовини на шкіру її необхідно негайно змити водою і звернутися за медичною допомогою при появі подразнення.

Для зменшення фізичного навантаження при поточному ремонті доцільно залучати двох працівників, особливо під час зняття та встановлення амортизаторної стійки, нижнього важеля або інших масивних деталей. Робота у парі підвищує безпеку, полегшує позиціонування вузлів і зменшує ризик випадкового падіння деталей.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

У процесі виконання роботи встановлено, що передня підвіска є одним із найбільш відповідальних вузлів ходової частини, оскільки вона безпосередньо впливає на керованість автомобіля, стійкість під час руху, плавність ходу, рівномірність спрацювання шин і загальний рівень безпеки експлуатації транспортного засобу.

У загально-технічному розділі проаналізовано призначення, будову та умови роботи передньої підвіски автомобіля Nissan Qashqai J10. Визначено, що підвіска має незалежну конструкцію типу McPherson, основними елементами якої є амортизаторна стійка, гвинтова пружина, нижній важіль, кульова опора, поворотний кулак, стабілізатор поперечної стійкості, стійка стабілізатора та гумометалеві шарніри. Така конструкція забезпечує компактність, достатню надійність і зручність обслуговування, однак під час експлуатації працює в умовах значних змінних навантажень.

Проведений аналіз характерних несправностей показав, що найбільш поширеними дефектами передньої підвіски є спрацювання амортизаторних стійок, руйнування сайлентблоків, збільшення люфтів у кульових опорах і рульових наконечниках, зношування стійок та втулок стабілізатора, ослаблення кріпильних з'єднань і порушення кутів установлення передніх коліс. Встановлено, що несвоєчасне усунення таких несправностей призводить до погіршення керованості, зниження стійкості автомобіля, появи сторонніх шумів, нерівномірного спрацювання шин і підвищення ризику аварійних ситуацій.

У технологічному розділі розроблено послідовність діагностування передньої підвіски Nissan Qashqai J10. Вона включає підготовку автомобіля, зовнішній огляд підвіски, перевірку шин, контроль амортизаторних стійок, перевірку шарнірних з'єднань, оцінку стану важелів і сайлентблоків, контроль стабілізатора поперечної стійкості та перевірку кутів установлення коліс. Запропонована послідовність дає змогу системно оцінити технічний стан вузла і правильно визначити обсяг подальших ремонтно-обслуговувальних робіт.

Розроблено технологічний процес технічного обслуговування передньої підвіски, який передбачає очищення вузлів, огляд амортизаторної стійки,

перевірку пружини, верхньої опори, нижнього важеля, сайлентблоків, кульової опори, стабілізатора та кріпильних з'єднань. Такий підхід спрямований на своєчасне виявлення початкових дефектів, попередження передчасного спрацювання деталей і підтримання справного стану ходової частини автомобіля.

Сформовано технологічний маршрут поточного ремонту передньої підвіски. Він включає підготовчі роботи, очищення вузла, демонтаж несправного елемента, дефектацію деталей, підбір запасних частин, монтаж нового або справного елемента, остаточне складання та заключний контроль. Особливу увагу приділено демонтажу й встановленню амортизаторної стійки, оскільки ця операція є найбільш трудомісткою та потребує застосування стяжок пружин і дотримання підвищених вимог безпеки.

Виконано розрахунок затрат часу на проведення діагностування, технічного обслуговування та поточного ремонту передньої підвіски. Встановлено, що трудомісткість діагностування становить 1,22 люд.-год, технічного обслуговування – 1,13 люд.-год, а поточного ремонту – 2,88 люд.-год. Загальна трудомісткість комплексу робіт становить 5,23 люд.-год. Для діагностування і технічного обслуговування достатньо одного працівника, а для виконання поточного ремонту доцільно залучати двох працівників, що забезпечує кращу організацію робіт, скорочення тривалості ремонту та підвищення безпеки праці.

Підібрано основне обладнання, інструмент і пристрої, необхідні для виконання робіт з передньою підвіскою. До них належать двостійковий автомобільний підіймач, домкрат, страхувальні опори, комплект ключів і торцевих головок, монтажна лопатка, динамометричний ключ, стяжки пружин, знімач кульових опор, знімач рульових наконечників і стенд розвалу-сходження. Використання такого оснащення забезпечує якісне виконання демонтажно-монтажних операцій, зменшує ймовірність пошкодження деталей і дає змогу контролювати якість ремонту.

У роботі розроблено проект ділянки для технічного обслуговування та ремонту передньої підвіски. Для ділянки прийнято два робочі пости: діагностично-контрольний та ремонтний. Розрахункова річна програма

становить 502 автомобілі, річна трудомісткість робіт – 2625,46 люд.-год. Для забезпечення роботи дільниці прийнято двох виробничих працівників. Розрахункова площа дільниці становить 94,53 м², тому для практичного компонування прийнято приміщення площею 96 м² з орієнтовними габаритами 12 × 8 м. Таке планування забезпечує послідовність виконання робіт, зручний доступ до автомобіля та раціональне розміщення обладнання. –

У конструкторському розділі розглянуто існуючі вантажопідіймальні пристрої та обґрунтовано вибір пересувного гідравлічного двоступінчастого підйомника з ножним насосом. Запропонована конструкція призначена для механізації операцій демонтажу, переміщення та встановлення важких вузлів і агрегатів автомобіля. За результатами розрахунків прийнято вантажопідйомність пристрою 2500 кг, максимальний хід плунжера 1000 мм, робочий тиск 6,2 МПа, місткість масляної системи 9 л. Застосування такого пристрою дає змогу зменшити фізичне навантаження на працівників і підвищити зручність виконання ремонтно-обслуговувальних робіт.

У розділі з безпеки життєдіяльності та охорони праці визначено основні небезпечні й шкідливі виробничі чинники, що виникають під час технічного обслуговування та ремонту передньої підвіски. До них належать робота з піднятим автомобілем, використання підйомального обладнання, демонтаж стисненої пружини амортизаторної стійки, можливість зриву інструменту, контакт із мастильними матеріалами, запиленість, шум і підвищене фізичне навантаження. Для зменшення ризиків запропоновано організаційно-технічні заходи, пов'язані з правильним встановленням автомобіля на підйомач, використанням справного інструменту, застосуванням стяжок пружин, знімачів шарнірів, засобів індивідуального захисту та підтриманням належного стану робочого місця.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Methodology of Force Parameters Justification of the Controlled Steering Wheel Suspension. B. Sokil, O. Lyashuk, M. Sokil, Y. Vovk, I. Lebid, I. Hevko, M. Levkovych, R. Khoroshun, A. Matviyishyn. – Communications, 2022. – Vol. 24, № 3. – P. 247–258.
2. Liashuk O., Hevko I., Hud V., Khoroshun R., Hevko B., Matviishyn A., Sipravska M. Stands for car suspension research. Bulletin of Lviv National Environmental University. Agroengineering Research. – 2022. – № 26. – С. 93–103.
3. Міронов Д.В., Ляшук О.Л., Гевко І.Б., Гупка А.Б., Слободян Л.М., Гевко Б.Р., Хорошун Р.В. Розробка моделі узагальненого діагностичного показника технічного стану ходової частини автомобіля з використанням математичних методів теорії планування експерименту // Сучасні технології в машинобудуванні та транспорті. – Луцьк, 2023. – № 2 (21). – С. 135–144.
4. Ляшук О.Л., Рогатинський Р.М., Гевко Ів.Б., Хорошун Р.В., Кашканова Г.Г., Антонюк О.П. Модель проходження повороту автомобілем // Вісник машинобудування та транспорту. – Вінниця, 2023. – Вип. № 2 (18). – С. 87–93.
5. Основи технології виробництва та ремонту автомобілів : навчальний посібник / уклад.: Гевко І.Б., Рогатинський Р.М., Ляшук О.Л., Левкович М.Г., Гудь В.З., Сташків М.Я., Сіправська М.Д. – Тернопіль : Вид-во ТНТУ імені Івана Пулюя, 2021. – 544 с.
6. Техніко-економічне обґрунтування інженерних рішень на СТО та АТП : підручник / І.Б. Гевко, О.Л. Ляшук, І.В. Луциків, У.М. Плекан, В.М. Клендій. – Тернопіль : ТНТУ ім. І. Пулюя, 2021. – 264 с.
7. Закон України «Про охорону праці». – Харків : Вид-во «ФОРТ», 2003. – 32 с.
8. Канарчук В.Є. та ін. Організація виробничих процесів на транспорті в ринкових умовах. – К. : Логос, 1996. – 348 с.
9. Канарчук В.Є., Лудченко О.А., Чигринець А.Д. Основи технічного обслуговування і ремонту автомобілів. У 3-х кн. Кн. 2. Організація, планування й управління : підручник. – К. : Вища школа, 1994. – 383 с.

10. Кисляков В.Ф., Лущик В.В. Будова і експлуатація автомобілів : підручник. – К. : Либідь, 2006. – 400 с.
11. Кіркач Н.Ф. Розрахунок і проектування деталей машин. – Харків, 1991. – 274 с.
12. Конспект лекцій з курсу «Комп'ютерна діагностика» для студентів спеціальності «Автомобільний транспорт» денної і заочної форми навчання / уклад.: Босюк П.В., Левкович М.Г., Тесля В.О. – Тернопіль : ТНТУ ім. І. Пулюя, 2016. – 236 с.
13. Лудченко О.А. Технічне обслуговування і ремонт автомобілів. – К. : Знання-Прес, 2003. – 511 с.
14. НАОП 60.2-3.06-98 «Типові норми видачі спеціального одягу, спеціального взуття та інших засобів індивідуального захисту працівникам автомобільного транспорту».
15. Ляшук О.Л., Пиндус Ю.І., Левкович М.Г., Гупка А.Б., Хорошун Р.В. Методичні вказівки до виконання кваліфікаційної роботи бакалавра за освітнім рівнем «бакалавр» галузі знань 27 «Транспорт» спеціальності 274 «Автомобільний транспорт». – Тернопіль : Вид-во ТНТУ, 2022. – 61 с.
16. Положення про технічне обслуговування та ремонт дорожніх транспортних засобів. – К. : ГОСАВТОТРАНСДНІПРОЕКТ, 2001. – 129 с.
17. Практикум з охорони праці : навчальний посібник / за ред. В.Ц. Жидецького. – Львів : Афіша, 2000. – 352 с.
18. Форнальчик Є.Ю., Качмар Р.Я. Основи технічного сервісу транспортних засобів. – Львів : Львівська політехніка, 2017. – 324 с.
19. Masato Abe. Vehicle handling dynamics, theory and application. – Waltham : Butterworth-Heinemann, 2015. – 305 p.
20. Ansel C. Ugural. Mechanical design of machine components. – Boca Raton : CRC Press, 2015. – 1008 p.
21. Коробочка О.М., Скорняков Е.С., Сасов О.О. Основи розрахунків, проектування і експлуатації технологічного обладнання для автомобільного транспорту : навчальний посібник. – Дніпродзержинськ : ДДТУ, 2007. – 252 с.

22. Кукурудзяк Ю.Ю., Біліченко В.В. Технічна експлуатація автомобілів. Організація технологічних процесів ТО і ПР : навчальний посібник. – Вінниця : ВНТУ, 2010. – 198 с.
23. Андрусенко С.І., Білецький В.О., Бортницький П.І. Технологічне проектування автотранспортних підприємств : навчальний посібник / за ред. проф. С.І. Андрусенка. – К. : Каравела, 2009. – 368 с.
24. Канарчук В.Є., Лудченко О.А., Чигиринець А.Д. Основи технічного обслуговування і ремонту автомобілів. Книга 1. Теоретичні основи. Технологія : підручник. – К. : Вища школа, 1994. – 342 с.
25. Курніков І.П., Корольов М.К., Токаренко В.М. Технологічне проектування підприємств автомобільного транспорту : навчальний посібник. – К. : Вища школа, 1993. – 191 с.
26. Автомобілі. Теорія : навчальний посібник / В.П. Сахно, В.І. Сирота, В.М. Поляков, В.Г. Головань, О.В. Лисий. – Одеса : Військова академія, 2017. – 412 с.
27. Войналович О.В., Марчинишин Є.І., Кофто Д.Г. Охорона праці в галузі (автомобільний транспорт) : навчальний посібник. – Харків : ХНАДУ, 2020. – 695 с.
28. Ткаченко І.Г., Левкович М.Г. Конспект лекцій з дисципліни «Надійність транспортних засобів». – Тернопіль : ТНТУ, 2024. – 118 с.