

## КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня

Бакалавр

(назва освітнього ступеня)

на тему: Розроблення технологічного процесу антикорозійної обробки  
кузова автомобіля Nissan Qashqai

Виконав: студент 4 курсу, групи МАС-41  
спеціальності 274

«Автомобільний транспорт»

(шифр і назва спеціальності)

Валерій  
НАВРОЦЬКИЙ

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Керівник

Віктор ГУДЬ

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Нормоконтроль

Роман ХОРОШУН

(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 автотранспорту та логістики  
(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 Навроцькому Валерію Андрійовичу  
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Розроблення технологічного процесу антикорозійної обробки кузова автомобіля Nissan Qashqai

Керівник роботи Гудь Віктор Зіновійович д.т.н., доцент  
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Затверджені наказом ректора від «21» січня 2026 року № 4/9-39

2. Термін подання студентом завершеної роботи 11 червня 2026

3. Вихідні дані до роботи Базовий технологічний процес антикорозійної обробки кузова автомобіля Nissan Qashqai

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)

Причини виникнення та попередження появи дефектів при нанесенні ЛФП – А1;

Класифікація лакофарбових покриттів – А1;

Перекидач – А1;

Підйомна каретка – А1;

Дільниця антикорозійної обробки – А1;

Дільниця для сушіння – 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	28.01.2026	
2	Технологічний розділ	11.02.2026	
3	Конструкторський розділ	03.06.2026	
4	Безпека життєдіяльності, основи охорони праці	10.06.2026	
5	Оформлення графічної частини	10.06.2026	
6	Захист кваліфікаційної роботи бакалавра		

Студент

\_\_\_\_\_

(підпис)

Навроцький Валерій Андрійович

\_\_\_\_\_ (прізвище та ініціали)

Керівник роботи

\_\_\_\_\_

(підпис)

Гудь Віктор Зіновійович

\_\_\_\_\_ (прізвище та ініціали)

## РЕФЕРАТ

Кваліфікаційна робота бакалавра на тему: « Розроблення технологічного процесу антикорозійної обробки кузова автомобіля Nissan Qashqai ».

Робота виконана на кафедрі автотранспорту та логістики Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя. Керівник кваліфікаційної роботи бакалавра д.т.н., доцент Гудь Віктор Зіновійович.

Пояснювальна записка складається з чотирьох розділів і 56 сторінок формату А4 та 6 аркушів формату А1 графічної частини сторінок додатків.

Ключові слова корозійне руйнування, захисні покриття, підготовка поверхні, автомобільні матеріали, герметизація швів.

## ЗМІСТ

Вступ.....	6
<b>1 ЗАГАЛЬНО-ТЕХНІЧНИЙ РОЗДІЛ.....</b>	<b>8</b>
1.1 Причини корозійного руйнування кузова автомобіля.....	8
1.2 Висновки та постановка завдання на кваліфікаційну роботу бакалавра....	11
<b>2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ.....</b>	<b>13</b>
2.1 Підготовка та антикорозійна обробка прихованих порожнин кузова.....	13
2.2 Відновлення антикорозійного та протишумового покриття днища кузова і колісних арок.....	15
2.3 Розрахунок витрати часу та матеріалів на виконання антикорозійної обробки кузова автомобіля Nissan Qashqai.....	19
<b>3 КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ.....</b>	<b>26</b>
3.1 Огляд існуючих конструкцій автомобільних перекидачів.....	26
3.1.1 Перекидач на основі домкрата.....	27
3.1.2 Перекидач T08050.....	29
3.1.3 Електромеханічний перекидач для легкових автомобілів.....	30
3.1.4 Перекидач пересувний універсальний.....	32
3.1.5 Перекидач пересувний стаціонарний.....	34
3.2 Конструкція пропонованого перекидача автомобіля.....	36
3.3 Розрахунок пропонованого перекидача автомобіля.....	38
3.3.1 Розрахунок передачі типу «гвинт–гайка».....	39
3.3.2 Розрахунок упорних підшипників.....	45
<b>4 БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ, ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ.....</b>	<b>48</b>
4.1 Аналіз небезпечних і шкідливих виробничих факторів під час виконання антикорозійної обробки кузова автомобіля Nissan Qashqai.....	48
4.2 Заходи з охорони праці, пожежної безпеки та безпечної організації робочого місця під час нанесення антикорозійних матеріалів.....	50
<b>ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ.....</b>	<b>53</b>
<b>ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ.....</b>	<b>55</b>
<b>ДОДАТКИ</b>	

## ВСТУП

Автомобільний транспорт є однією з найважливіших складових сучасної транспортної системи, що забезпечує мобільність населення, перевезення вантажів та функціонування різних галузей господарства. Надійність, безпека та довговічність автомобіля значною мірою залежать не лише від технічного стану двигуна, трансмісії чи ходової частини, а й від стану кузова, який виконує несучу, захисну та естетичну функції [3, 4, 6]. Саме кузов сприймає значну частину експлуатаційних навантажень, забезпечує просторову жорсткість конструкції та захищає водія і пасажирів від зовнішніх впливів.

Однією з основних причин передчасного зниження ресурсу кузова автомобіля є корозія металевих елементів [2, 4, 7]. Корозійні процеси виникають унаслідок електрохімічної взаємодії металу з навколишнім середовищем, зокрема вологою, киснем, дорожніми солями та іншими агресивними речовинами. Найбільш уразливими є ділянки кузова, які безпосередньо контактують із водою, брудом і реагентами: днище, пороги, колісні арки, нижні частини дверей, зварні шви, місця з'єднання панелей та приховані порожнини [2, 6, 7]. За відсутності своєчасного захисту навіть незначне пошкодження лакофарбового шару може стати причиною розвитку локальної корозії, яка з часом поширюється на більшу площу металу.

Актуальність теми кваліфікаційної роботи бакалавра зумовлена необхідністю підвищення довговічності кузова автомобіля Nissan Qashqai шляхом розроблення обґрунтованого технологічного процесу його антикорозійної обробки. В умовах експлуатації автомобілів на дорогах із використанням протижеледних реагентів, значною кількістю вологи, пилу та механічних забруднень питання ефективного захисту кузовних елементів набуває особливого значення. Своєчасна та якісно виконана антикорозійна обробка дозволяє зменшити інтенсивність руйнування металу, зберегти міцність кузовної конструкції, покращити зовнішній стан автомобіля та знизити витрати на подальший ремонт [2, 3, 4].

Автомобіль Nissan Qashqai є поширеним представником класу компактних кросоверів, що експлуатується в різних дорожньо-кліматичних умовах.

Конструкція його кузова містить значну кількість з'єднань, прихованих порожнин і зон, які потребують додаткового захисту від корозії. Особливої уваги потребують нижня частина кузова, арки коліс, пороги, днище, місця кріплення пластикових накладок, зони зварних швів та стики кузовних панелей. Недостатній рівень захисту цих ділянок може спричинити появу осередків іржі, погіршення зовнішнього вигляду автомобіля, зниження залишкової вартості транспортного засобу та ускладнення виконання ремонтних робіт.

Метою кваліфікаційної роботи є розроблення технологічного процесу антикорозійної обробки кузова автомобіля Nissan Qashqai з урахуванням особливостей його конструкції, умов експлуатації, вибору захисних матеріалів, обладнання та послідовності виконання робіт.

Об'єктом дослідження є кузов автомобіля Nissan Qashqai як конструктивний елемент транспортного засобу, що піддається впливу корозійного середовища під час експлуатації.

Предметом дослідження є технологічний процес антикорозійної обробки кузова, включаючи підготовчі операції, вибір захисних матеріалів, способи їх нанесення та контроль якості виконаних робіт.

Практичне значення кваліфікаційної роботи полягає в тому, що запропонований технологічний процес може бути використаний на станціях технічного обслуговування, у ремонтних майстернях або під час індивідуального обслуговування автомобіля. Його впровадження дозволяє підвищити корозійну стійкість кузова Nissan Qashqai, продовжити термін його експлуатації, знизити витрати на кузовний ремонт і забезпечити належний технічний стан транспортного засобу [3, 4, 8].

# 1 ЗАГАЛЬНО-ТЕХНІЧНИЙ РОЗДІЛ

## 1.1 Причини корозійного руйнування кузова автомобіля

Конструктивні особливості кузова як чинник розвитку корозії. Кузов легкового автомобіля є складною просторовою металевою системою, яка формується з великої кількості тонколистових штампованих деталей. Для виготовлення більшості кузовних елементів застосовують сталевий лист малої товщини, що зазвичай не перевищує 1 мм. У процесі штампування метал зазнає пластичної деформації, унаслідок чого на окремих ділянках товщина матеріалу може зменшуватися, а його захисні властивості - частково погіршуватися.

З'єднання окремих деталей кузова переважно виконується методом контактного точкового зварювання. Такий спосіб складання забезпечує необхідну жорсткість і технологічність конструкції, однак водночас створює умови для появи зон, найбільш уразливих до корозії. До них належать місця нахлесту листів, стикові ділянки, закриті порожнини, фланці, відбортовані кромки, щілини та вузькі зазори. У цих зонах ускладнюється природне висихання поверхонь, тому там часто накопичуються пил, дорожній бруд, залишки солей і волога.

Саме поєднання забруднень і вологи створює сприятливе електрохімічне середовище для початку корозійних процесів. Особливо небезпечними є приховані порожнини кузова, оскільки їх складно оглянути, очистити та повноцінно захистити антикорозійними матеріалами. Крім того, у місцях зварювання метал піддається локальному нагріванню. У зоні термічного впливу можуть змінюватися структура сталі, стан поверхневого шару та залишкові напруження, що також знижує опір металу корозійному руйнуванню.

Вплив навколишнього середовища та забруднення атмосфери. Інтенсивність корозії автомобільного кузова значною мірою залежить від умов експлуатації транспортного засобу. У промислових районах, великих містах і місцях із високою щільністю автомобільного руху в повітрі накопичуються агресивні хімічні домішки. До таких речовин належать оксиди сірки, азоту, продукти згоряння палива, пилові частинки та інші забруднювачі, які осідають

на поверхні кузова і за наявності вологи утворюють корозійно активне середовище.

Особливу небезпеку для кузовного металу становлять хлориди. Вони можуть потрапляти на автомобіль із морського повітря в прибережних регіонах або з протижеледних матеріалів, які використовують для оброблення доріг у зимовий період. Солі добре утримують вологу, підвищують електропровідність водяної плівки на поверхні металу та прискорюють перебіг електрохімічних реакцій. У результаті навіть незначні пошкодження лакофарбового покриття можуть швидко перетворюватися на осередки іржавіння.

Роль відносної вологості у виникненні корозії. Одним із ключових параметрів, що визначає швидкість корозійного процесу, є не лише рівень вологості повітря, а й тривалість перебування металевої поверхні у зволоженому стані. Якщо кузов після дощу, миття або руху мокрою дорогою швидко висихає, ризик активного іржавіння значно зменшується. Натомість у закритих і слабо вентиляльованих зонах волога може зберігатися протягом тривалого часу.

Найбільш небезпечними є ділянки, де волога поєднується з дорожнім пилом, піском і сольовими залишками. Така суміш утворює щільний шар забруднення, який утримує воду біля металевої поверхні та перешкоджає її випаровуванню. Унаслідок цього внутрішні поверхні порогів, арок коліс, зварних нахлестів, лонжеронів і підсилювачів можуть залишатися вологими навіть тоді, коли зовнішні панелі кузова вже повністю сухі.

Наявність солей додатково знижує критичний рівень вологості, за якого можливий розвиток корозії. Тобто метал може іржавіти навіть за таких умов, за яких чиста й суха поверхня залишалася б відносно стабільною. Саме тому регулярне очищення кузова, особливо його нижньої частини та колісних арок, має важливе значення для зменшення корозійного зношування.

Вплив температури на швидкість корозійних процесів.

Температурний режим експлуатації автомобіля також істотно впливає на інтенсивність корозії. Підвищення температури, як правило, прискорює хімічні та електрохімічні реакції, що відбуваються на межі контакту металу з вологим середовищем. Тому ділянки кузова, розміщені поблизу випускної системи,

двигуна або інших нагрітих елементів, можуть бути більш схильними до корозійного пошкодження, особливо за наявності вологи та солей.

У прихованих порожнинах ситуація ускладнюється тим, що вологий бруд і сольові відкладення утримуються на поверхні металу, а доступ повітря для висихання є обмеженим. За підвищеної температури корозійні процеси в таких умовах можуть протікати інтенсивніше, оскільки волога повністю не випаровується, а агресивні домішки залишаються безпосередньо біля металу.

Водночас для відкритих, чистих і добре вентильованих поверхонь підвищення температури може мати інший ефект. Такі ділянки швидше висихають після зволоження, тому період контакту металу з водою скорочується. Отже, корозійна небезпека визначається не лише температурою як окремим чинником, а комплексом умов: наявністю вологи, забруднень, солей, доступом повітря та здатністю поверхні швидко висихати.

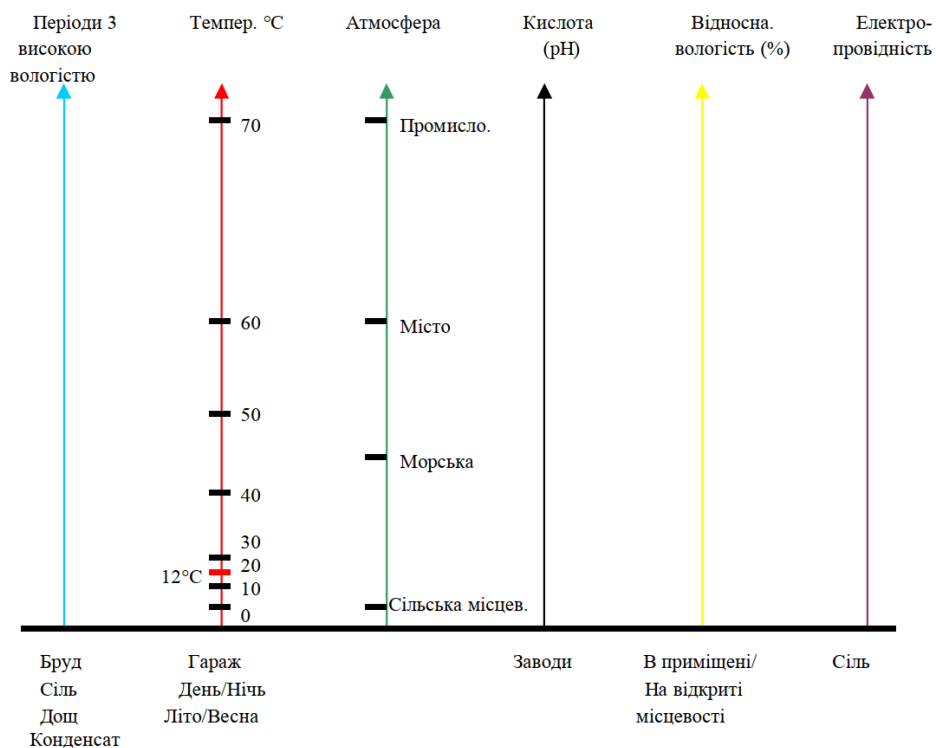


Рис. 1.1. Чинники, що впливають на розвиток корозії.

Принцип протикорозійного захисту та антикорозійної обробки. Механізм виникнення корозії ґрунтується на перебігу електрохімічних реакцій, для яких необхідна наявність певних умов. Аналіз таких реакцій дає змогу виокремити основні чинники, без яких процес іржавіння металу не може розвиватися.

До ключових передумов виникнення корозії належать:

контакт різнорідних металів або ділянок металу з різними електрохімічними властивостями;

наявність кисню, який бере участь в окиснювальних процесах;

присутність електроліту, наприклад води, вологи або водного розчину солей.

Якщо хоча б один із зазначених чинників відсутній, електрохімічний процес корозії не може відбуватися повноцінно або суттєво сповільнюється. Саме на цьому положенні базуються сучасні підходи до захисту кузова автомобіля від корозійного руйнування.

Повністю ізолювати метал від контакту з киснем у реальних умовах експлуатації автомобіля досить складно, оскільки повітря постійно контактує з відкритими й прихованими поверхнями кузова. Тому практичні системи антикорозійного захисту насамперед спрямовані на обмеження доступу електроліту до металевої поверхні.

Основна ідея антикорозійної обробки полягає у створенні на поверхні металу суцільного захисного шару, який перешкоджає проникненню води, соляних розчинів, дорожнього бруду та інших агресивних речовин. Такий шар виконує бар'єрну функцію, зменшує ймовірність утворення електрохімічних осередків і тим самим уповільнює або практично припиняє розвиток корозії.

## **1.2 Висновки та постановка завдання на кваліфікаційну роботу бакалавра**

У технологічному розділі роботи передбачається обґрунтувати та сформулювати раціональну послідовність операцій, спрямованих на забезпечення довготривалого антикорозійного захисту кузова автомобіля Nissan Qashqai. Особливу увагу необхідно приділити підготовчим етапам, оскільки саме якість очищення, сушіння, знежирення та локального усунення корозійних пошкоджень значною мірою визначає ефективність подальшого нанесення захисних матеріалів. У межах розділу доцільно розглянути технологію обробки прихованих порожнин кузова, а також порядок відновлення антикорозійного і протишумового покриття днища, порогів, лонжеронів та колісних арок. Окремим

завданням є визначення витрат часу й матеріалів, необхідних для виконання повного комплексу робіт.

Конструкторський розділ доцільно присвятити розробленню допоміжного технологічного обладнання - автомобільного перекидача, призначеного для полегшення доступу до нижньої частини кузова під час проведення антикорозійної обробки. Застосування такого пристрою дає змогу покращити умови праці, підвищити зручність виконання операцій, забезпечити якісніше очищення та нанесення захисних матеріалів на важкодоступні ділянки днища й арок коліс. У розділі необхідно проаналізувати наявні конструкції перекидачів, обґрунтувати вибір запропонованої схеми, описати її будову та виконати розрахунок основних силових елементів, зокрема механізму типу «гвинт–гайка» і упорних підшипників.

## 2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ

### 2.1 Підготовка та антикорозійна обробка прихованих порожнин кузова

Антикорозійний захист прихованих порожнин кузова є важливим етапом технологічного процесу обробки автомобіля, оскільки саме ці зони найчастіше накопичують вологу, пил, дорожні реагенти та інші агресивні забруднення. До таких ділянок належать пороги, лонжерони, поперечини підлоги, внутрішні порожнини стійок, зони під крилами, а також важкодоступні місця зварних і фланцевих з'єднань. Через обмежений доступ до цих елементів корозійні процеси можуть тривалий час розвиватися непомітно, тому якісна підготовка поверхонь і правильне нанесення захисного складу мають вирішальне значення для довговічності кузова автомобіля Nissan Qashqai.

Порядок виконання робіт з антикорозійного захисту прихованих порожнин доцільно організовувати у такій послідовності.

На першому етапі автомобіль встановлюють на підйомник або перекидач, що забезпечує зручний доступ до нижньої частини кузова, технологічних отворів і зон введення розпилювальних насадок. Після цього демонтують елементи, які можуть заважати доступу до прихованих порожнин: частини внутрішньої оббивки, пластикові накладки, захисні кожухи, заглушки технологічних отворів та інші допоміжні деталі. Демонтаж необхідно виконувати обережно, щоб не пошкодити кріплення та декоративні елементи кузова.

Далі здійснюють промивання прихованих порожнин, днища кузова та арок коліс. Для цього через технологічні й дренажні отвори подають воду температурою приблизно 40–50 °С. Тепла вода забезпечує ефективніше видалення пилу, солей, залишків дорожнього бруду та інших забруднень, які можуть знижувати адгезію антикорозійного матеріалу. Під час промивання скло дверей повинно бути піднятим, щоб запобігти потраплянню вологи у внутрішній простір салону та механізми дверей.

Після промивання обов'язково виконують сушіння оброблюваних зон. Волога, що залишилася всередині порожнин, може стати причиною подальшого

розвитку корозії або погіршити якість нанесення захисного покриття. Тому приховані порожнини, дренажні канали, стики панелей, арки коліс і ділянки днища продувають стисненим повітрям до повного видалення залишків води [2, 4, 7]. Особливу увагу приділяють зонам порогів, лонжеронів, центральних і задніх стійок, оскільки в цих місцях волога найчастіше затримується через складну форму внутрішніх каналів.

Після завершення сушіння автомобіль переміщують у спеціально підготовлену зону або камеру для нанесення антикорозійного складу. Автомобіль повторно встановлюють на підйомник, після чого за допомогою розпилювального обладнання наносять захисний матеріал у приховані порожнини кузова. Обробку виконують через технологічні отвори з використанням гнучких зондів або насадок кругового розпилення, що забезпечують рівномірне покриття внутрішніх поверхонь. Нанесення матеріалу проводять у зонах, зазначених на рис. 2.1 та рис. 2.2, зокрема в порогах, лонжеронах, поперечинах підлоги, стійках кузова, ділянках під передніми крилами та інших важкодоступних елементах.

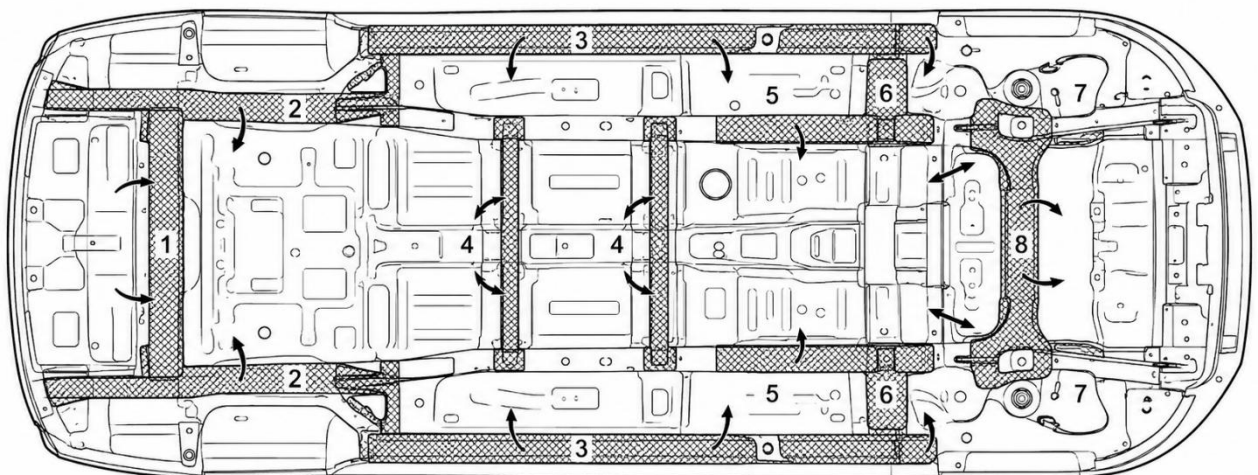


Рис. 2.1. Приховані порожнини кузова автомобіля Nissan Qashqai (вид знизу):  
 1 – задня поперечина підлоги; 2 – задні лонжерони підлоги; 3 – пороги кузова; 4 – центральні поперечини підлоги; 5 – передні лонжерони підлоги; 6 – підсилювачі передніх лонжеронів; 7 – зони кріплення передньої підвіски; 8 – передній підрамник (поперечина силового агрегата).

Після нанесення захисного складу автомобіль витримують протягом часу, необхідного для розтікання матеріалу по внутрішніх поверхнях і формування захисної плівки. Надлишки антикорозійного засобу, які можуть витікати через

дренажні або технологічні отвори, видаляють чистою ганчіркою. Після цього автомобіль опускають із підйомника та проводять завершальне очищення зовнішніх поверхонь кузова. Лицьові поверхні, на які випадково потрапив антикорозійний матеріал, протирають ганчір'ям, змоченим в уайт-спіриті або іншому рекомендованому розчиннику, що не пошкоджує лакофарбове покриття.

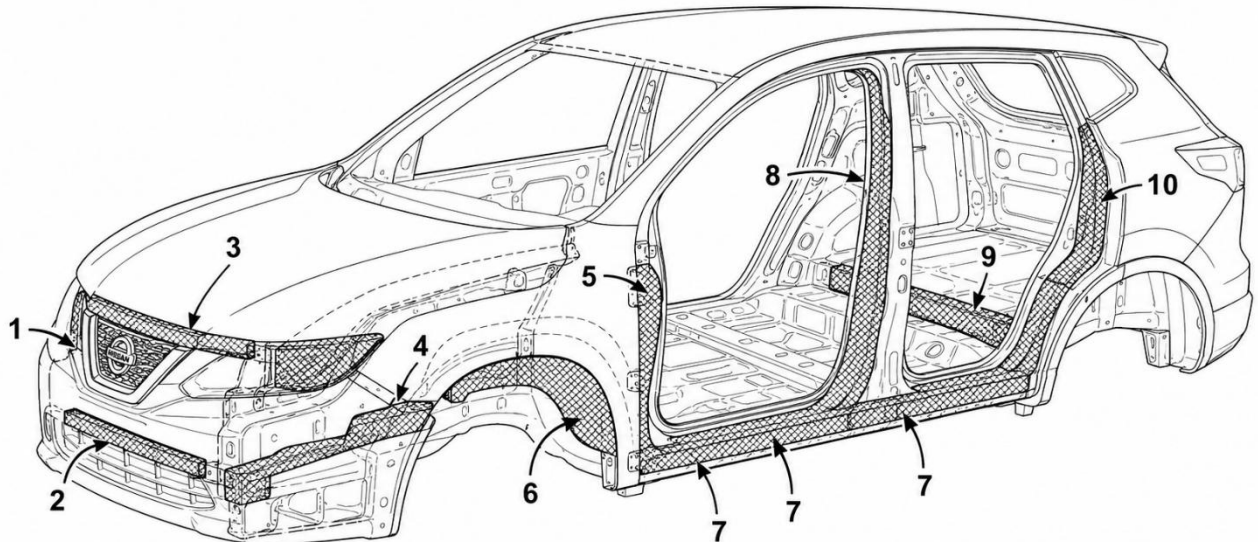


Рис. 1.2. Приховані порожнини кузова автомобіля Nissan Qashqai (вид зліва): 1 – кожухи фар; 2 – нижня поперечина передка; 3 – верхня поперечина передка; 4 – передні лонжерони; 5 – стійки брызговиків; 6 – порожнини під передніми крилами; 7 – внутрішні і зовнішні пороги дверей; 8 – центральні стійки; 9 – задня поперечина підлоги; 10 – задні стійки.

Отже, якісна антикорозійна обробка прихованих порожнин передбачає не лише нанесення захисного складу, а й ретельну підготовку кузова: демонтаж перешкоджаючих елементів, промивання, сушіння, продування стисненим повітрям і контроль чистоти поверхонь. Дотримання такої послідовності дозволяє підвищити ефективність захисту, зменшити ризик утворення осередків корозії та продовжити термін експлуатації кузова автомобіля Nissan Qashqai.

## **2.2 Відновлення антикорозійного та протишумового покриття днища кузова і колісних арок**

У процесі експлуатації автомобіля нижня частина кузова працює в найбільш несприятливих умовах. Днище, колісні арки, пороги, лонжерони та інші елементи підкузовного простору постійно зазнають дії вологи, дорожнього

бруд, піску, гравію, протижеледних реагентів і механічних ударів дрібних частинок, що вилітають з-під коліс. Унаслідок цього захисне покриття поступово втрачає цілісність: на ньому з'являються подряпини, відколи, тріщини, місцеве відшарування або стирання шару мастики. Після руйнування захисного шару металеві поверхні залишаються відкритими для дії агресивного середовища, що створює умови для розвитку корозійних процесів.

На заводі-виробнику нижні поверхні кузова, колісні арки, лонжерони та інші елементи, які потребують додаткового захисту, покривають спеціальними антикорозійними й протишумовими матеріалами. Такі покриття виконують одразу кілька функцій: ізолюють метал від вологи та солей, знижують абразивне зношування поверхні, а також частково поглинають шум і вібрації, що виникають під час руху автомобіля. Зазвичай захисний шар наноситься по попередньо підготовленій і заґрунтованій поверхні, що забезпечує належну адгезію матеріалу до металу.

Під час ремонту або відновлення пошкоджених ділянок важливо насамперед оцінити характер дефекту. Якщо шар антикорозійного матеріалу пошкоджено локально, але ґрунтове покриття під ним залишилося неушкодженим, ремонт виконують без повного зняття заводського шару. У такому випадку дефектну ділянку очищають від бруду, пилу та залишків слабо закріпленого матеріалу, після чого поверхню знежирюють. На суху і чисту основу наносять новий шар захисного складу за допомогою безповітряного розпилення або пензля. Після нанесення матеріал витримують до повного висихання або полімеризації відповідно до технічних вимог виробника.

Перед початком відновлення покриття автомобіль встановлюють на підйомник або перекидач, що забезпечує вільний доступ до нижньої частини кузова [4, 10]. Потім проводять детальний огляд днища, колісних арок, порогів, місць кріплення елементів підвіски, лонжеронів і поперечин. Під час огляду визначають ділянки з порушенням цілісності мастичного шару, наявністю корозії, відшаруванням покриття, механічними пошкодженнями або забрудненнями, які можуть перешкоджати якісному нанесенню нового матеріалу.

Після виявлення дефектів нижню частину кузова ретельно очищають. З поверхні видаляють дорожній бруд, залишки мастил, пил, пісок і нашарування солей. Осередки корозії зачищають механічним способом - шпателем, металевою щіткою, абразивною шкіркою або іншим відповідним інструментом. За потреби можуть застосовуватися хімічні перетворювачі іржі, які переводять продукти корозії у більш стабільні сполуки та покращують підготовку поверхні до подальшого ґрунтування. Після механічного очищення днище обдувають стисненим повітрям для видалення пилу, дрібних частинок і залишків вологи.

Особливу увагу слід приділяти сушінню кузова. Наявність вологи під шаром антикорозійного матеріалу є неприпустимою, оскільки вона може спричинити прихований розвиток корозії та подальше відшарування покриття. Тому перед нанесенням захисних матеріалів поверхня повинна бути сухою, чистою і знежиреною.

Після підготовки автомобіль переміщують у спеціальну камеру або робочу зону для нанесення антикорозійного складу. Для забезпечення зручного доступу до колісних арок колеса демонтують. Гальмівні диски, барабани, супорти та інші елементи гальмівної системи закривають захисними кожухами або плівкою. Також ізолюють деталі, на які не допускається потрапляння мастики: елементи випускної системи, карданну передачу за її наявності, троси, гумові ущільнення, різьбові з'єднання, датчики, електропроводку та зовнішні лицьові поверхні кузова. Для ізоляції використовують щільний папір, поліетиленову плівку та клейку стрічку.

Зачищені до металу ділянки знежирюють ганчір'ям, змоченим в уайт-спіриті або іншому рекомендованому розчиннику. Після випаровування розчинника на відкриті металеві поверхні наносять ґрунтовку розпиленням або пензлем. Ґрунтовий шар необхідний для покращення адгезії антикорозійного матеріалу та додаткового захисту металу від вологи. Після нанесення ґрунтовці дають підсохнути протягом орієнтовно 5–10 хв, залежно від температури повітря, типу матеріалу та рекомендацій виробника.

Після підсихання ґрунтового шару на пошкоджені ділянки наносять антикорозійну мастику. Її можна наносити механізованим способом - за допомогою розпилювача, або вручну - пензлем чи шпателем. Товщина

відновленого шару зазвичай становить 1,0–1,5 мм, що забезпечує достатній рівень захисту від абразивного впливу та вологи. При нанесенні матеріалу необхідно уникати надмірного потрапляння мастики на непошкоджені сусідні зони, а також на вузли й агрегати, які не підлягають обробці.

У холодну пору року мастику перед використанням слід витримати в теплому приміщенні, щоб відновити її робочу в'язкість і забезпечити рівномірне нанесення. Якщо матеріал загуснув або має забруднення, його допускається розбавляти відповідним розчинником, наприклад ксилолом, але в обмеженій кількості, щоб не погіршити захисні властивості покриття.

Після завершення нанесення захисного шару проводять контроль якості обробки. Перевіряють рівномірність покриття, відсутність пропусків, напливів, відшарувань і забруднення сторонніх деталей. Якщо мастика потрапила на лицьові лакофарбові поверхні кузова, її необхідно одразу видалити чистою ганчіркою, змоченою в уайт-спіриті, не допускаючи пошкодження лакофарбового шару.

Сушіння нанесеного покриття може виконуватися природним або прискореним способом. За температури навколишнього середовища 18–20 °С тривалість висихання повинна становити не менше 24 год. Для скорочення часу сушіння допускається термічна витримка покриття при температурі 100–110 °С протягом приблизно 30 хв, якщо це дозволено технічними вимогами до застосованого матеріалу та не створює ризику пошкодження елементів автомобіля.

Відновлення антикорозійного і протишумового покриття днища кузова та колісних арок є комплексною технологічною операцією, яка включає огляд, очищення, видалення корозії, сушіння, знежирення, ґрунтування, нанесення мастики та контроль якості. Для автомобіля Nissan Qashqai якісне виконання цих операцій має особливе значення, оскільки саме нижня частина кузова, пороги, арки коліс і лонжерони найбільш інтенсивно піддаються дії вологи, дорожніх реагентів і механічного абразивного зношування.

### 2.3 Розрахунок витрати часу та матеріалів на виконання антикорозійної обробки кузова автомобіля Nissan Qashqai

Розрахунок витрати часу та матеріалів виконуємо для технологічного процесу антикорозійної обробки кузова автомобіля Nissan Qashqai, який включає підготовку поверхонь, очищення днища, обробку колісних арок, порогів, лонжеронів, прихованих порожнин, нанесення ґрунтовки, антикорозійної мастики та контроль якості виконаних робіт [2, 4, 5].

Для розрахунку приймаємо, що автомобіль проходить повну антикорозійну обробку нижньої частини кузова та прихованих порожнин.

Таблиця 2.1. Вихідні дані для розрахунку

Показник	Позначення	Значення
Марка автомобіля	-	Nissan Qashqai
Тип кузова	-	несучий кузов кросовера
Довжина автомобіля	$L$	4,4 м
Ширина автомобіля	$B$	1,8 м
Орієнтовна площа днища	$S_d$	5,5 м <sup>2</sup>
Площа чотирьох колісних арок	$S_a$	2,0 м <sup>2</sup>
Площа порогів і нижніх бокових зон	$S_{п}$	1,2 м <sup>2</sup>
Загальна площа відкритих поверхонь для обробки	$S_{\Sigma}$	8,7 м <sup>2</sup>
Коефіцієнт запасу матеріалу	$K_3$	1,15
Товщина шару мастики	$\delta$	1,0–1,5 мм
Прийнята середня витрата мастики	$q_m$	1,2 кг/м <sup>2</sup>
Витрата ґрунтовки	$q_r$	0,15 кг/м <sup>2</sup>

Загальну площу оброблюваних відкритих поверхонь визначаємо:

$$S_{\Sigma} = S_{д} + S_{а} + S_{п}$$

$$S_{\Sigma} = 5,5 + 2,0 + 1,2 = 8,7 \text{ м}^2$$

З урахуванням коефіцієнта запасу:

$$S_{\text{розр}} = S_{\Sigma} \cdot K_3$$

$$S_{\text{розр}} = 8,7 \cdot 1,15 = 10,0 \text{ м}^2$$

Отже, для подальших розрахунків приймаємо розрахункову площу нанесення матеріалів:

$$S_{\text{розр}} = 10,0 \text{ м}^2$$

Витрату антикорозійної мастики визначаємо за формулою:

$$G_{\text{м}} = S_{\text{розр}} \cdot q_{\text{м}}$$

Де  $G_{\text{м}}$ - необхідна кількість мастики, кг;

$S_{\text{розр}}$ - розрахункова площа обробки, м<sup>2</sup>;

$q_{\text{м}}$ - питома витрата мастики, кг/м<sup>2</sup>.

Підставляємо значення:

$$G_{\text{м}} = 10,0 \cdot 1,2 = 12,0 \text{ кг}$$

Отже, для нанесення антикорозійного та протишумового шару на днище, арки коліс, пороги та нижні зони кузова Nissan Qashqai необхідно приблизно:

$$G_{\text{м}} = 12,0 \text{ кг}$$

З урахуванням технологічних втрат під час розпилення, залишків у шлангах, насадках і тарі доцільно прийняти:

$$G_{\text{м}} = 13,0 \text{ кг}$$

Грунтовку наносять переважно на зачищені до металу ділянки, локальні пошкодження покриття, місця видалення корозії та зони, де відновлюється захисний шар. Приймаємо, що ґрунтуванню підлягає приблизно 35 % від загальної площі обробки.

Площа ґрунтування:

$$S_{\text{г}} = S_{\text{розр}} \cdot 0,35$$

$$S_{\text{г}} = 10,0 \cdot 0,35 = 3,5 \text{ м}^2$$

Витрата ґрунтовки:

$$G_{\text{г}} = S_{\text{г}} \cdot q_{\text{г}}$$

$$G_T = 3,5 \cdot 0,15 = 0,525 \text{ кг}$$

З урахуванням втрат приймаємо:

$$G_T = 0,7 \text{ кг}$$

Отже, для обробки зачищених ділянок необхідно приблизно 0,7 кг епоксидної або антикорозійної ґрунтовки.

Для обробки прихованих порожнин кузова застосовують рідкі антикорозійні склади на восковій, оливній або бітумно-восковій основі. Обробці підлягають пороги, лонжерони, поперечини підлоги, центральні та задні стійки, внутрішні порожнини дверей і зони підсилювачів.

Орієнтовна витрата матеріалу на один легковий автомобіль класу Nissan Qashqai становить 2,0–3,0 л. Для повної обробки приймаємо:

$$V_{II} = 3,0 \text{ л}$$

З урахуванням технологічних втрат:

$$V_{II} = 3,5 \text{ л}$$

Отже, для якісної обробки прихованих порожнин кузова Nissan Qashqai необхідно прийняти 3,5 л рідкого антикорозійного складу.

Знежирювач використовується для підготовки зачищених металевих ділянок, зон нанесення ґрунтовки та ділянок локального ремонту покриття.

Орієнтовна витрата незжирювача становить:

$$q_3 = 0,08 \text{ л/м}^2$$

Площа незжирення приймається рівною площі ґрунтування:

$$S_3 = 3,5 \text{ м}^2$$

Тоді витрата незжирювача:

$$V_3 = S_3 \cdot q_3$$

$$V_3 = 3,5 \cdot 0,08 = 0,28 \text{ л}$$

З урахуванням втрат і допоміжного очищення приймаємо:

$$V_3 = 0,5 \text{ л}$$

Уайт-спірит застосовується для очищення зовнішніх поверхонь кузова у разі випадкового потрапляння мастики, а також для часткового незжирення окремих ділянок. Для одного автомобіля приймаємо:

$$V_{yc} = 0,5 \text{ л}$$

До допоміжних матеріалів належать захисна плівка, малярна стрічка, ганчір'я, абразивна шкірка, щітки, рукавички та серветки. Їхня кількість визначається за технологічною потребою.

Таблиця 2.2. Витрата допоміжних матеріалів.

Матеріал	Одиниця вимірювання	Орієнтовна кількість
Захисна плівка або щільний папір	м <sup>2</sup>	6–8
Малярна стрічка	рулон	1
Абразивна шкірка	арк.	4–6
Металева щітка	шт.	1
Ганчір'я технічне	кг	0,5
Одноразові рукавички	пара	2
Фільтрувальна сітка для матеріалу	шт.	1–2

Таблиця 2.3. Підсумкова витрата матеріалів.

№	Найменування матеріалу	Одиниця	Розрахункова кількість
1	Антикорозійна мастика для днища та арок	кг	13,0
2	Антикорозійний склад для прихованих порожнин	л	3,5
3	Епоксидна або антикорозійна ґрунтовка	кг	0,7
4	Знежирювач	л	0,5
5	Уайт-спірит	л	0,5
6	Захисна плівка або щільний папір	м <sup>2</sup>	6–8
7	Малярна стрічка	рулон	1
8	Абразивна шкірка	арк.	4–6
9	Ганчір'я технічне	кг	0,5

Розрахунок витрати часу на виконання робіт. Трудомісткість технологічного процесу визначаємо як суму часу на виконання окремих операцій:

$$T_{\Sigma} = T_1 + T_2 + T_3 + \dots + T_n$$

де  $T_{\Sigma}$ - загальна трудомісткість робіт, люд.-год;

$T_1, T_2, T_3 \dots T_n$ - час виконання окремих технологічних операцій.

Таблиця 2.4. Технологічна трудомісткість робіт

№	Найменування операції	Час, люд.-год
1	Приймання автомобіля, зовнішній огляд, оформлення завдання	0,3
2	Встановлення автомобіля на підйомник або перекидач	0,3
3	Демонтаж коліс, пластикових захистів, локерів, заглушок	0,8
4	Миття днища, колісних арок і нижніх зон кузова	0,7
5	Огляд стану покриття та виявлення дефектних ділянок	0,3
6	Механічне очищення бруду, іржі та пошкодженого покриття	1,4
7	Продування стисненим повітрям і сушіння поверхонь	0,5
8	Ізоляція елементів, які не підлягають обробці	0,6
9	Знежирення зачищених поверхонь	0,3
10	Нанесення ґрунтовки на відкритий метал	0,4
11	Технологічна витримка ґрунтовки	0,2
12	Нанесення антикорозійної мастики на днище й арки	0,9
13	Обробка прихованих порожнин через технологічні отвори	0,8
14	Контроль рівномірності нанесення покриття	0,3
15	Видалення надлишків матеріалу, очищення зовнішніх поверхонь	0,4
16	Монтаж демонтованих елементів і коліс	0,7
17	Заключний контроль якості	0,3
	Разом оперативний час	9,2

Отже, оперативна трудомісткість виконання повної антикорозійної обробки становить:

$$T_{оп} = 9,2 \text{ люд.-год}$$

Підготовчо-завершальний час включає підготовку обладнання, перевірку розпилювача, підготовку матеріалів, очищення інструменту після роботи та прибирання робочого місця [3, 4, 5].

Приймаємо:

$$T_{\text{пз}} = 10\% \cdot T_{\text{оп}}$$

$$T_{\text{пз}} = 0,10 \cdot 9,2 = 0,92 \text{ люд.-год}$$

Загальна трудомісткість:

$$T_{\Sigma} = T_{\text{оп}} + T_{\text{пз}}$$

$$T_{\Sigma} = 9,2 + 0,92 = 10,12 \text{ люд.-год}$$

Приймаємо:

$$T_{\Sigma} = 10,1 \text{ люд.-год}$$

Якщо роботи виконує один працівник, тривалість становитиме:

$$t = \frac{T_{\Sigma}}{1}$$

$$t = 10,1 \text{ год}$$

Якщо роботи виконують два працівники:

$$t = \frac{T_{\Sigma}}{2}$$

$$t = \frac{10,1}{2} = 5,05 \text{ год}$$

За умови роботи двох виконавців повна антикорозійна обробка кузова Nissan Qashqai може бути виконана приблизно за:

$$t = 5,0 \text{ год}$$

При цьому сушіння покриття може виконуватися окремо і не завжди входить до активної трудомісткості працівників. За природного сушіння при температурі 18–20 °С автомобіль необхідно витримати не менше 24 год, а при прискореному сушінні за температури 100–110 °С - приблизно 30 хв, якщо це допускається властивостями застосованого матеріалу.

Таблиця 2.5. Підсумкові результати розрахунку

Показник	Значення
Розрахункова площа обробки днища, арок і порогів	10,0 м <sup>2</sup>
Витрата антикорозійної мастики	13,0 кг
Витрата складу для прихованих порожнин	3,5 л
Витрата ґрунтовки	0,7 кг
Витрата знежирювача	0,5 л
Витрата уайт-спіриту	0,5 л
Оперативна трудомісткість	9,2 люд.-год
Загальна трудомісткість з урахуванням підготовчо-завершального часу	10,1 люд.-год
Тривалість робіт одним виконавцем	10,1 год
Тривалість робіт двома виконавцями	5,0 год
Природне сушіння покриття	не менше 24 год
Прискорене сушіння покриття	30 хв при 100–110 °С

У результаті розрахунку встановлено, що для виконання повної антикорозійної обробки кузова автомобіля Nissan Qashqai необхідно орієнтовно 13 кг антикорозійної мастики, 3,5 л матеріалу для прихованих порожнин, 0,7 кг ґрунтовки, а також допоміжні матеріали для очищення, знежирення та захисту необроблюваних елементів. Загальна трудомісткість технологічного процесу становить приблизно 10,1 люд.-год, а за умови роботи двох виконавців активна тривалість виконання робіт складає близько 5 год без урахування повного часу природного сушіння покриття.

## 3 КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ

### 3.1 Огляд існуючих конструкцій автомобільних перекидачів

Перекидач автомобіля належить до спеціалізованого підйомно-оглядового обладнання, яке використовується на станціях технічного обслуговування та в ремонтних майстернях для забезпечення зручного доступу до нижньої частини кузова. Його основне призначення полягає у фіксованому нахилі транспортного засобу під заданим кутом, що дає змогу виконувати технологічні операції з боку днища без встановлення автомобіля на оглядову канаву або підйомник.

Для нахилу автомобіля у бічному напрямку найчастіше застосовують електромеханічні перекидачі [10, 11]. Таке обладнання забезпечує плавне та контрольоване переміщення кузова і може використовуватися для легкових автомобілів масою до 2 т. Зазвичай конструкція електромеханічного перекидача дозволяє нахилити автомобіль на кут до  $60^\circ$  протягом приблизно 1,5 хв, що є достатнім для виконання більшості ремонтно-обслуговувальних операцій. На невеликих станціях технічного обслуговування або в умовах обмеженого обсягу робіт можуть застосовуватися перекидачі з ручним приводом, які мають простішу конструкцію, однак потребують більших фізичних зусиль від персоналу.

Під час використання перекидача необхідно суворо дотримуватися вимог безпеки та підготовки автомобіля до нахилу. Якщо кут нахилу перевищує  $40^\circ$ , з автомобіля доцільно демонтувати акумуляторну батарею та повітряний фільтр, а також герметизувати технологічні отвори і ємності, через які можливе витікання робочих рідин. Такі заходи виконують для запобігання переливанню електроліту, моторної оливи, гальмівної рідини та інших експлуатаційних матеріалів. Крім того, напрямок нахилу автомобіля слід обирати з урахуванням розташування паливозаливної горловини та маслоналивної горловини двигуна. Перекидання необхідно здійснювати у бік, протилежний до їх розміщення, що знижує ризик витікання пального або мастильних матеріалів.

Застосування автомобільних перекидачів є доцільним під час виконання робіт, пов'язаних з обслуговуванням і ремонтом нижньої частини кузова.

Зокрема, їх використовують для миття днища перед технічним обслуговуванням або поточним ремонтом, проведення зварювальних робіт, очищення корозійно пошкоджених ділянок, нанесення ґрунтовок, мастик і антикорозійних покриттів. У процесі антикорозійної обробки кузова автомобіля Nissan Qashqai перекидач дозволяє покращити доступ до порогів, лонжеронів, поперечин підлоги, колісних арок і зон кріплення елементів підвіски, що позитивно впливає на якість підготовки поверхні та рівномірність нанесення захисного матеріалу.

### **3.1.1 Перекидач на основі домкрата**

До найпростіших конструкцій автомобільних перекидачів належить перекидач типу «книжка», у якому нахил автомобіля здійснюється за допомогою стандартного механічного домкрата. Такий пристрій забезпечує підйом однієї сторони транспортного засобу приблизно на  $45^\circ$ , що є достатнім для виконання більшості робіт, пов'язаних з оглядом, очищенням та антикорозійною обробкою нижньої частини кузова.

Конструкція перекидача типу «книжка» відрізняється простотою виготовлення, невеликою матеріаломісткістю та зручністю експлуатації. Для його виготовлення можуть застосовуватися доступні металеві заготовки, зокрема сталевий куточок розміром 32 мм, а також листовий метал товщиною 3–4 мм. Використання таких матеріалів забезпечує достатню жорсткість і міцність елементів пристрою при роботі з легковими автомобілями.

Основним робочим вузлом перекидача є механічний домкрат, який виконує функцію силового приводу. До домкрата за допомогою шарнірного з'єднання приєднується силова балка, що взаємодіє з підйомною кареткою. Додатково конструкція містить поперечину, яка також з'єднується із силовою балкою через шарнір. Завдяки такій схемі елементи перекидача можуть змінювати взаємне положення під час підйому, що і забезпечує поступове нахилання автомобіля.



Рис. 3.1. Перекидач домкратний.

Принцип роботи перекидача полягає у перетворенні поступального руху домкрата в кутове переміщення силової балки. Перед початком роботи пристрій у складеному положенні встановлюють під автомобілем у зоні, наближеній до його центра мас. Після цього оператор приводить у дію домкрат, унаслідок чого силова балка починає підніматися. Спираючись на ребро жорсткості порога кузова, вона створює підйомне зусилля та поступово нахиляє одну сторону автомобіля.

Під час застосування такого перекидача необхідно враховувати, що опирання силової балки має здійснюватися лише на достатньо міцну ділянку кузова, здатну сприймати зосереджене навантаження без деформації. Для автомобіля Nissan Qashqai доцільно використовувати зону порога або штатні місця піддомкращування, попередньо переконавшись у відсутності корозійних пошкоджень, тріщин чи деформацій металу. Для підвищення безпеки бажано застосовувати додаткові страхувальні опори, упори під колеса та елементи фіксації, які унеможливають самовільне зміщення автомобіля під час виконання робіт [12, 14, 15].

Перекидач типу «книжка» є раціональним рішенням для невеликих ремонтних ділянок або станцій технічного обслуговування, де необхідно забезпечити доступ до днища автомобіля без використання стаціонарного підйомника. Його застосування є особливо доцільним під час очищення днища, обробки порогів, лонжеронів, колісних арок, нанесення антикорозійних мастик і захисних покриттів. Водночас ефективність і безпечність використання такого пристрою значною мірою залежать від правильного встановлення перекидача,

технічного стану домкрата та надійності шарнірних з'єднань.

### 3.1.2 Перекидач T08050

Автомобільний перекидач належить до допоміжного підйомно-оглядового обладнання, яке використовується для часткового піднімання та нахилу легкових автомобілів під час виконання ремонтних, діагностичних і технологічних операцій. Його застосування дає змогу забезпечити зручніший доступ до нижньої частини кузова, порогів, днища, лонжеронів, колісних арок та інших елементів, що потребують огляду, очищення або антикорозійної обробки.

Конструкція такого перекидача передбачає наявність механізму фіксації положення автомобіля після досягнення необхідного кута нахилу. Для цього використовується спеціальна ручка блокування, яка виконує функцію запобіжного елемента та перешкоджає самовільному зміні положення транспортного засобу під час роботи. Наявність такого вузла підвищує безпеку експлуатації обладнання, особливо під час тривалого виконання операцій з нижньої частини кузова.



Рис. 3.2. Перекидач гідравлічний.

За своїми технічними параметрами перекидач розрахований на роботу з легковими автомобілями масою до 1,5 т. Максимальна висота підйому становить

585 мм, що забезпечує достатній простір для огляду та проведення технологічних операцій. Висота підхоплення дорівнює 150 мм, завдяки чому пристрій може використовуватися для автомобілів із відносно невеликим дорожнім просвітом. Загальна ширина підйомника становить 1530 мм, що дає можливість стійко розміщувати його під автомобілем і забезпечувати рівномірне передавання навантаження на опорні елементи.

Маса перекидача у спорядженому стані становить 58 кг, а маса в упаковці - 70 кг. Такі показники свідчать про достатню жорсткість конструкції та водночас зберігають можливість її переміщення в межах ремонтної ділянки. Габарити упаковки 430×180×460 мм спрощують транспортування, зберігання та доставку обладнання до місця експлуатації.

### **3.1.3 Електромеханічний перекидач для легкових автомобілів**

Стаціонарний електромеханічний перекидач для легкових автомобілів є більш технологічно досконалим різновидом підйомно-оглядового обладнання порівняно з перекидачами ручного або домкратного типу. Загальний вигляд такого обладнання доцільно подати на рис. 3.3.

Відмінною особливістю стаціонарного електромеханічного перекидача є наявність поворотної рами, яка забезпечує зручний доступ до нижньої частини автомобіля після його нахилу. Завдяки цьому працівник має можливість виконувати огляд, очищення, ремонтні операції або нанесення антикорозійних матеріалів на днище без значного ускладнення робочої пози. Така конструкція є особливо доцільною під час обслуговування ділянок кузова, які розташовані в нижній частині автомобіля та є складнодоступними при звичайному горизонтальному положенні транспортного засобу.

Конструктивно перекидач складається зі стійки, поворотної рами та двох захватних пристроїв, призначених для фіксації автомобіля. Стійка встановлюється на шарнірній опорі, яка забезпечує її переміщення або перекочування у поперечному напрямку. Така схема дозволяє компенсувати зміну положення елементів механізму під час нахилу автомобіля та зменшує додаткові навантаження на конструкцію.

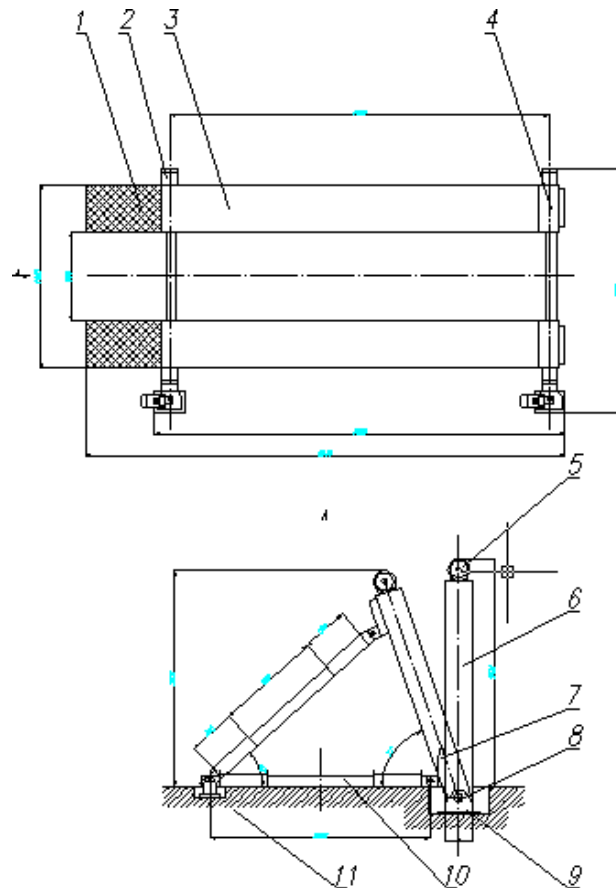


Рис. 3.3. Електромеханічний перекидач.

У середині стійки розташований приводний механізм переміщення каретки, виконаний за схемою «гвинт - гайка». Цей механізм перетворює обертальний рух гвинта у поступальне переміщення каретки. На верхній частині стійки встановлено електродвигун із черв'ячним редуктором [9, 10, 11]. Вихідний вал редуктора з'єднується з гвинтом за допомогою пружної муфти, що дає змогу частково компенсувати незначні перекоси та знизити ударні навантаження під час роботи приводу. Каретка утримується на гайці, яка зафіксована від провертання, завдяки чому забезпечується її контрольоване переміщення вздовж стійки.

Поворотна рама перекидача шарнірно закріплюється на фундаменті, що забезпечує її обертання відносно нерухомої основи. Поперечина рами з'єднується з кареткою стійки також через шарнірний вузол. У процесі роботи каретка переміщується під дією гвинтової передачі, змінюючи положення поперечини та рами. У результаті цього автомобіль, зафіксований на рамі, плавно нахиляється до необхідного робочого положення.

Для заїзду автомобіля на перекидач передбачені спеціальні трапи, які

кріпляться до рами. Вони забезпечують зручне встановлення транспортного засобу перед початком роботи. Для обмеження переміщення автомобіля під час заїзду застосовується переставний башмак, який виконує функцію упора та підвищує безпеку встановлення. Керування роботою перекидача здійснюється з пульта, розміщеного на стійці в окремому захищеному корпусі. Таке розташування органів керування є зручним для оператора та дозволяє контролювати процес нахилу автомобіля безпосередньо біля обладнання.

До основних переваг електромеханічного перекидача цього типу можна віднести просту та надійну конструктивну схему, порівняно невелику металоємність, плавність переміщення автомобіля та стабільність роботи приводного механізму. Завдяки використанню гвинтової передачі підйом і нахил автомобіля відбуваються рівномірно, без різких ривків, що знижує динамічне навантаження на кузов і підвищує безпеку виконання ремонтно-технологічних операцій. Крім того, оператор має змогу обрати найбільш зручне положення автомобіля для виконання конкретного виду робіт.

Разом з тим, така конструкція має певні експлуатаційні обмеження. Основним недоліком є обмежена можливість встановлення автомобіля під точно заданим кутом нахилу. Це може ускладнювати виконання окремих операцій технічного обслуговування або ремонту, особливо тоді, коли потрібне фіксоване положення кузова для доступу до конкретної ділянки днища, порогів, лонжеронів чи колісних арок. Для процесу антикорозійної обробки така особливість також має значення, оскільки рівномірність нанесення захисного матеріалу та зручність обробки прихованих зон значною мірою залежать від правильного просторового положення автомобіля.

### **3.1.4 Перекидач пересувний універсальний**

Пересувний універсальний перекидач є різновидом підйомно-оглядового обладнання, призначеного для нахилу легкових автомобілів під час виконання ремонтних, діагностичних, мийних і захисно-технологічних операцій. Загальний вигляд такого обладнання доцільно подати на рис. 3.4.

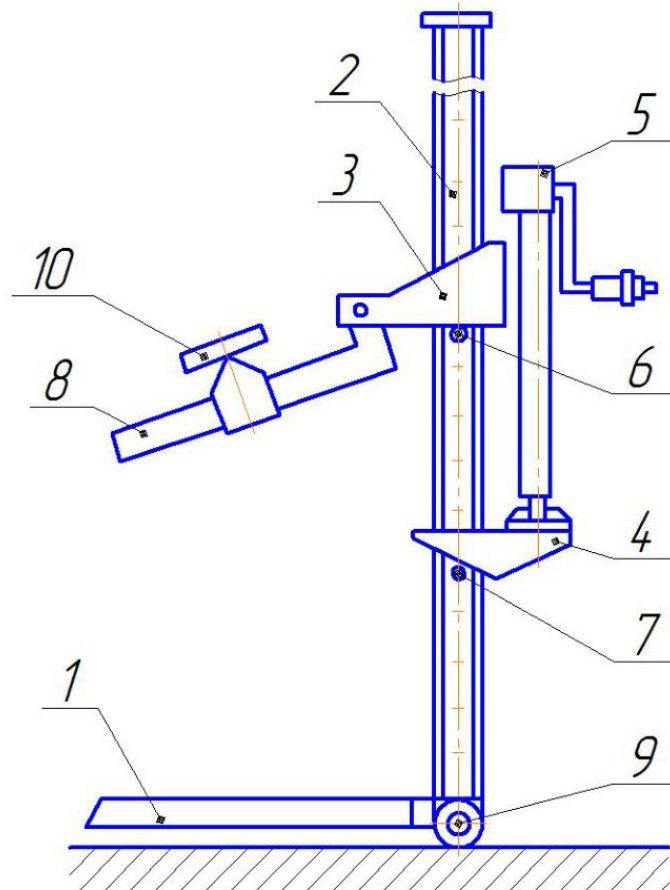


Рис. 3.4. Перекидач пересувний універсальний:

1 - основа; 2 - стійка; 3 - каретка; 4 - опора; 5 - підйомний механізм; 6,7 - пальці; 8 - поперечина; 9 - штанга; 10 - опорна плита.

До основних переваг пересувного універсального перекидача належить відносна простота його конструктивного виконання. Пристрій не потребує складних приводних систем або значної кількості спеціальних вузлів, що спрощує його виготовлення, технічне обслуговування та експлуатацію в умовах ремонтної дільниці. Завдяки раціональній схемі компонування перекидач має невелику металоємність, що позитивно впливає на його масу, мобільність і собівартість виготовлення.

Підвищення надійності роботи такого підйомно-оглядового обладнання досягається за рахунок застосування жорсткої опорної основи, виконаної у вигляді балки. Вона шарнірно з'єднується зі стійкою, що дозволяє конструкції працювати без надмірних внутрішніх напружень під час нахилу автомобіля. Додатково в конструкції передбачена штанга, яка через шарнірне з'єднання взаємодіє з поперечиною. Така кінематична схема забезпечує більш узгоджене

переміщення основних елементів перекидача та сприяє рівномірнішому передаванню навантаження на опорні вузли.

Важливою перевагою пересувного універсального перекидача є також можливість його використання без стаціонарного закріплення до фундаменту. Це дає змогу переміщувати обладнання в межах виробничої зони та застосовувати його для різних видів робіт, зокрема для огляду днища, очищення нижньої частини кузова, ремонту порогів, обробки колісних арок і нанесення антикорозійних матеріалів.

Разом з тим, конструкція має певні експлуатаційні недоліки. Основним обмеженням є фіксоване положення коромисла, через що процес піднімання автомобіля відбувається не безперервно, а поетапно. Це збільшує тривалість встановлення транспортного засобу в необхідне робоче положення та може ускладнювати вибір оптимального кута нахилу під час виконання ремонтних або антикорозійних операцій. Крім того, покрокове регулювання потребує підвищеної уваги з боку оператора, оскільки на кожному етапі необхідно контролювати стійкість автомобіля та надійність його фіксації.

### **3.1.5 Перекидач пересувний стаціонарний**

Пересувний стаціонарний перекидач є різновидом підйомно-оглядового обладнання, яке поєднує переваги мобільних і стаціонарних конструкцій. Загальний вигляд такого перекидача доцільно подати на рис. 3.5.

До основних переваг пересувного стаціонарного перекидача належить підвищена зручність виконання робіт з обслуговування та ремонту автомобіля. Це досягається завдяки удосконаленій конструкції захватного пристрою, який обладнаний балками з кронштейнами, розміщеними на їх кінцях. Особливістю таких кронштейнів є можливість регулювання відстані між ними, що дозволяє адаптувати обладнання до конструктивних особливостей різних легкових автомобілів.

До кронштейнів шарнірно приєднуються захватні накієчники, за допомогою яких здійснюється фіксація автомобіля перед його нахилом. Шарнірне з'єднання забезпечує певну свободу переміщення захватних

елементів, що дає змогу точніше встановити їх відносно опорних або силових зон кузова. Така конструкція покращує умови закріплення транспортного засобу та підвищує зручність роботи під час огляду днища, очищення нижньої частини кузова, виконання ремонтних операцій і нанесення антикорозійних покриттів.

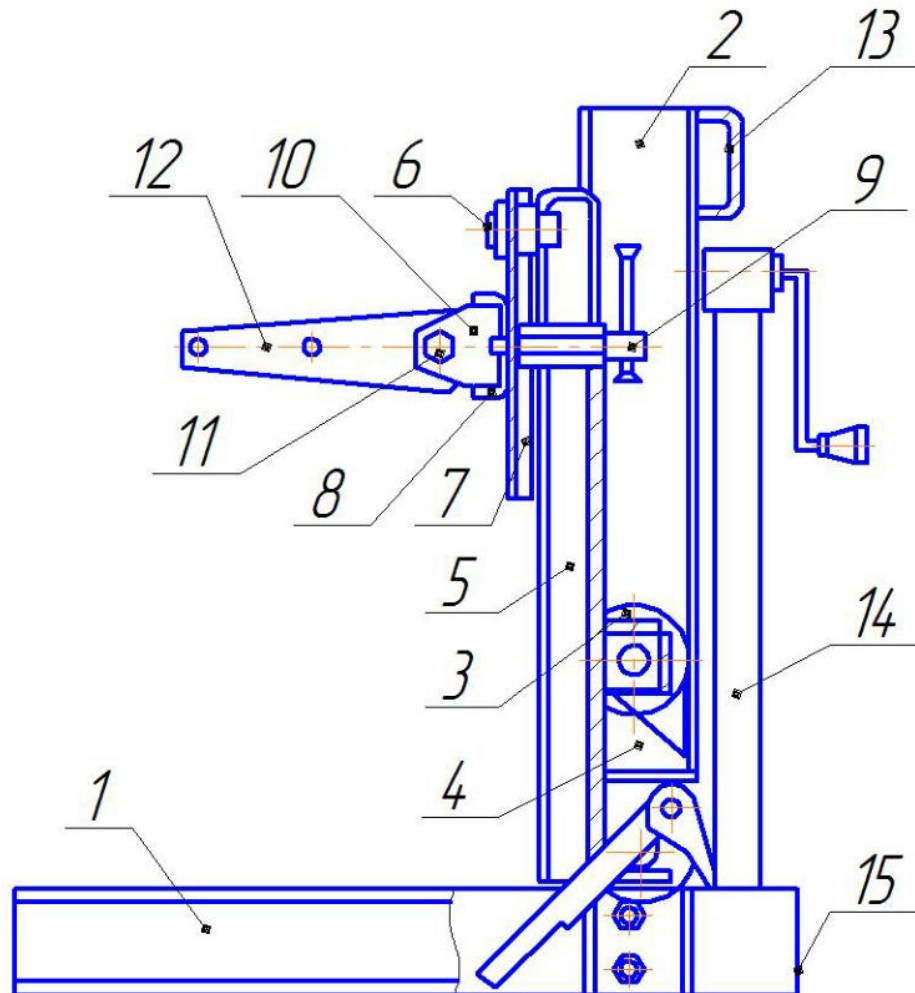


Рис. 3.5. Перекидач пересувний стаціонарний:

1 - опорна плита; 2 - рама; 3 - каток; 4 - каретка; 5 - стійка; 6 - вісь; 7 - плита; 8 - балка; 9 - фіксатор; 10 - кронштейн; 11 - шарнір; 12 - накінецьник; 13 - поперечина; 14 - домкрат; 15 - нижня поперечина.

Для автомобіля Nissan Qashqai можливість регулювання положення захватних елементів має важливе практичне значення, оскільки кузов кросовера містить складну систему порогів, підсилювачів, лонжеронів і зон штатного піддомкочування. Правильне розташування захватів дозволяє уникнути локальної деформації кузовних елементів і забезпечити безпечне утримання автомобіля в нахиленому положенні.

Разом з тим, пересувний стаціонарний перекидач має низку конструктивних і експлуатаційних недоліків. Насамперед це порівняно складна будова пристрою, зумовлена наявністю регульованих балок, кронштейнів, шарнірних вузлів і захватних накінецьників. Значна кількість з'єднань ускладнює виготовлення обладнання, підвищує вимоги до точності складання та потребує регулярного контролю технічного стану.

Ще одним недоліком є висока металоємність конструкції. Використання масивних балок, опорних елементів і підсилених вузлів збільшує загальну масу перекидача, ускладнює його переміщення в межах ремонтної ділянки та підвищує собівартість виготовлення. Крім того, велика кількість рухомих і шарнірних елементів може знижувати експлуатаційну надійність обладнання, особливо за умови недостатнього технічного обслуговування, зношування пальців, втулок або ослаблення кріпильних з'єднань.

### **3.2 Конструкція пропонуваного перекидача автомобіля**

Конструктивно перекидач виконано у вигляді двох однакових опорних стійок, які працюють синхронно та забезпечують піднімання і поворот автомобіля. Кожна стійка включає опорну основу, до якої жорстко приєднано вертикальну колону, а також ходові колеса, що дають змогу переміщувати обладнання в межах робочої зони. Така компоновка поєднує достатню стійкість конструкції з її мобільністю, що є важливим для використання у виробничих і приватних умовах.

Переміщення підйомної каретки здійснюється за допомогою гвинтової передачі типу «гвинт–гайка». Для реалізації цього принципу вертикальна стійка оснащується ходовим гвинтом, який приводиться в обертання через редуктор від електродвигуна. Завдяки такій схемі забезпечується плавний і контрольований рух каретки у вертикальному напрямку. Використання електромеханічного приводу сприяє підвищенню точності позиціонування автомобіля та зменшенню фізичного навантаження на оператора.

Функціональне призначення пристрою полягає не лише у підніманні

автомобіля, а й у його повороті на кут до  $360^\circ$ , що суттєво розширює технологічні можливості обладнання. На такому перекидачі можуть виконуватися роботи з технічного обслуговування, поточного ремонту, шиномонтажу, очищення та миття днища, а також обслуговування агрегатів і механізмів, розташованих у нижній частині автомобіля. Особливо доцільним є його застосування під час ремонту елементів підвіски, ходової частини, системи випуску відпрацьованих газів і виконання антикорозійної обробки днища кузова.

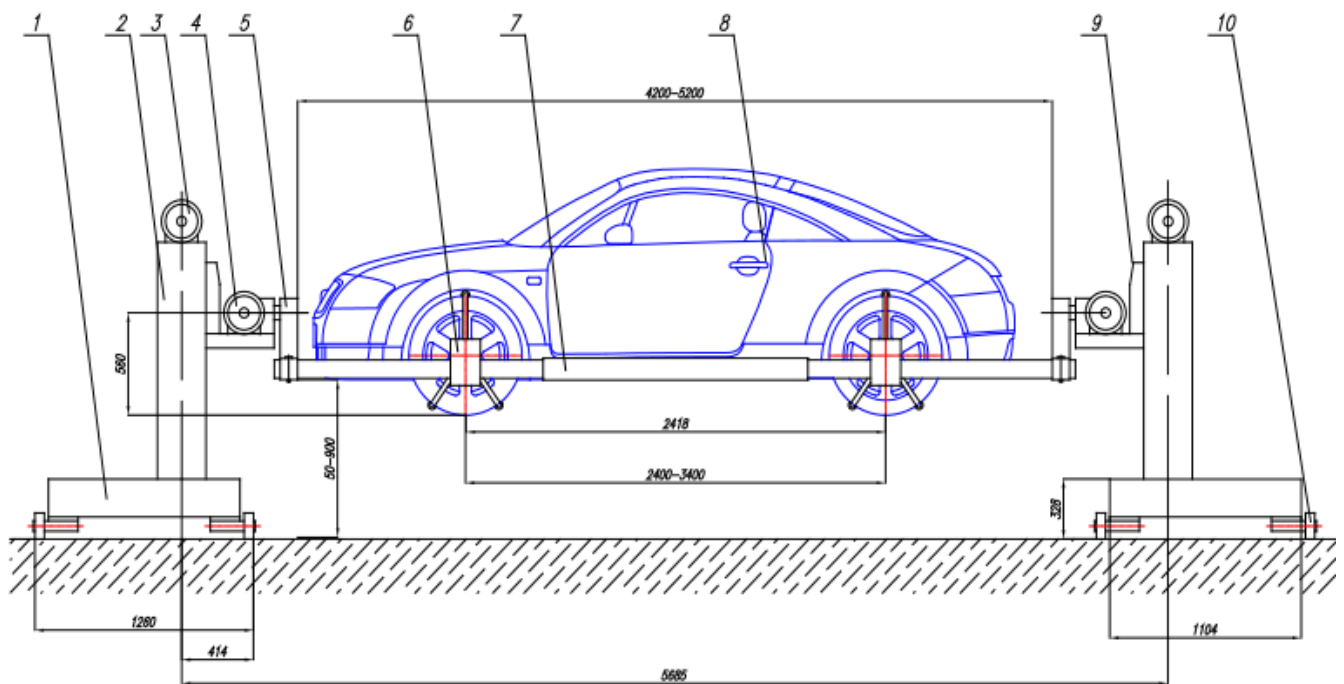


Рис. 3.6. Загальний вигляд пристрою.

Суттєвою перевагою пристрою є можливість його використання в умовах індивідуальної майстерні або невеликої ремонтної дільниці. За наявності такого підйомника можна ефективно виконувати широкий спектр робіт без застосування дорогих спеціалізованих установок. Зокрема, він здатний частково замінити складне та вартісне обладнання для миття нижньої частини автомобіля, оскільки забезпечує вільний доступ до всіх ділянок днища після повороту кузова у зручне положення.

Фіксація автомобіля на перекидачі здійснюється за допомогою чотирьох колісних захватів та поздовжніх телескопічних балок, які з'єднані з поперечними поворотними балками. Така схема кріплення дає змогу надійно закріпити транспортний засіб і адаптувати пристрій до автомобілів різних габаритних

розмірів. Після встановлення автомобіля синхронне ввімкнення електродвигунів забезпечує одночасне переміщення кареток разом із закріпленим транспортним засобом. Автомобіль піднімається на потрібну висоту над поверхнею підлоги, після чого за допомогою окремого приводу може бути повернутий на необхідний кут, що створює найсприятливіші умови для проведення обслуговування або ремонту.

До переваг такого перекидача слід віднести високу функціональність, зручність доступу до нижньої частини кузова, універсальність застосування, а також достатню надійність і простоту технічного обслуговування. Важливою експлуатаційною особливістю є те, що для встановлення цього обладнання не потрібно влаштовувати спеціальний фундамент або використовувати складну інфраструктуру. Необхідною умовою є лише наявність рівного майданчика з достатньою жорсткістю поверхні, здатної сприймати навантаження від обладнання і транспортного засобу.

### **3.3 Розрахунок пропонованого перекидача автомобіля**

Розрахунок пропонованого перекидача автомобіля є необхідним етапом обґрунтування його працездатності, надійності та безпечності під час експлуатації. Оскільки обладнання призначене для піднімання, утримання та повороту автомобіля у визначеному положенні, його основні вузли повинні забезпечувати достатню несучу здатність, жорсткість і стійкість до дії робочих навантажень.

Особливу увагу під час розрахунку доцільно приділити елементам приводу, які безпосередньо сприймають навантаження від маси автомобіля та забезпечують переміщення підйомної каретки. До таких елементів належить передача типу «гвинт–гайка», яка використовується для перетворення обертального руху електродвигуна або редуктора у поступальний рух підйомного механізму. Саме від правильності вибору параметрів гвинтової пари залежить плавність піднімання, точність позиціонування автомобіля, надійність фіксації каретки та безпечність виконання технологічних операцій.

### 3.3.1 Розрахунок передачі типу «гвинт–гайка»

Передача типу «гвинт–гайка» широко застосовується у підйомних, затискних, регулювальних і переміщувальних механізмах. Її основне функціональне призначення полягає у перетворенні обертального руху гвинта в поступальне переміщення гайки або пов'язаного з нею робочого органу. У конструкції автомобільного перекидача така передача використовується для вертикального переміщення підйомної каретки разом із закріпленим автомобілем.

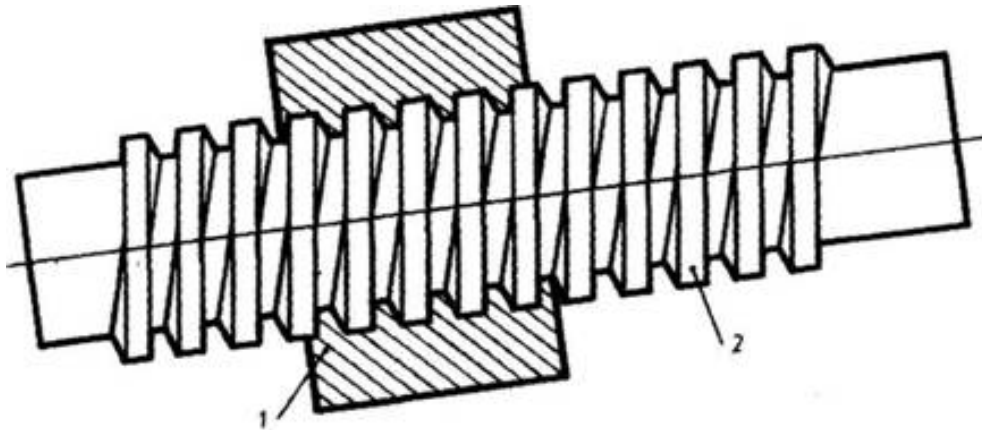


Рис. 3.7. Передача гвинт-гайка.

Передачі типу «гвинт–гайка» ковзання широко використовуються в різних галузях машинобудування та ремонтного обладнання у тих випадках, коли необхідно перетворити обертальний рух у поступальний або, навпаки, поступальне переміщення - в обертальний рух. Крім кінематичного перетворення, такі передачі дають змогу реалізовувати значне силове збільшення, що особливо важливо для підйомних, затискних і регулювальних механізмів.

У конструкції автомобільного перекидача передача «гвинт–гайка» виконує одну з основних функцій, оскільки саме вона забезпечує переміщення підйомної каретки та створює зусилля, необхідне для піднімання автомобіля. Завдяки гвинтовій парі обертальний рух, який надходить від електродвигуна через редуктор, перетворюється у контрольоване лінійне переміщення робочого вузла.

До основних переваг передач «гвинт–гайка» ковзання належать компактність, простота будови, технологічність виготовлення та можливість

отримання значного передаточного відношення без використання складних механізмів. Такі передачі не потребують великої кількості деталей, добре компонується у вертикальних стійках підйомного обладнання та можуть працювати за значних осьових навантажень. Важливою експлуатаційною перевагою є також здатність до самогальмування, тобто відсутність самовільного переміщення гайки відносно гвинта під дією прикладеного осьового навантаження. Для перекидача автомобіля ця властивість має особливе значення, оскільки підвищує безпеку утримання транспортного засобу в піднятому або нахиленому положенні.

Разом з тим, передачі ковзання мають і певні недоліки. Найбільш суттєвим із них є порівняно невисокий коефіцієнт корисної дії, що пояснюється наявністю тертя ковзання між робочими поверхнями різьби гвинта та гайки. Частина енергії приводу витрачається на подолання сил тертя, що призводить до нагрівання контактних поверхонь, підвищеного зношування та збільшення вимог до змащування різьбової пари.

У сучасному машинобудуванні також застосовують передачі типу «гвинт–гайка» кочення, у яких між гвинтом і гайкою розміщуються тіла кочення. Такі механізми мають значно вищий коефіцієнт корисної дії та менші втрати на тертя. Однак їх конструкція складніша, вони дорожчі у виготовленні, потребують більшої точності обробки деталей і є менш доцільними для простого підйомно-оглядового обладнання, де важливими є надійність, ремонтпридатність і доступність виготовлення.

Працездатність передачі «гвинт–гайка» ковзання оцінюють за кількома основними критеріями:

Міцність елементів гвинта і гайки, тобто здатність деталей витримувати робочі навантаження без руйнування, пластичних деформацій або зрізу витків різьби.

Стійкість гвинта при поздовжньому згині, яка має особливе значення у випадках, коли гвинт сприймає стискальні осьові навантаження. За недостатньої стійкості можливе викривлення гвинта та порушення нормальної роботи механізму.

Зносостійкість різьбової пари, що визначає довговічність передачі та

стабільність її роботи протягом тривалого часу. Саме зношування робочих поверхонь різьби часто є головним фактором, який обмежує ресурс гвинтового механізму.

Метою розрахунку передачі «гвинт–гайка» є визначення таких геометричних і силових параметрів гвинтової пари, які забезпечують виконання зазначених умов працездатності при мінімально можливих габаритах і масі конструкції. Тобто розрахунок повинен гарантувати достатню міцність, стійкість і довговічність механізму без надмірного збільшення розмірів деталей.

Аналіз роботи передач «гвинт–гайка» ковзання показує, що для гвинтів, які працюють переважно на розтяг, а також для гвинтів із приведеною довжиною до 500 мм за навантажень понад 20–25 кН, визначальним критерієм працездатності часто є саме зносостійкість різьби. Це пояснюється тим, що за таких умов небезпека втрати стійкості або руйнування гвинта може бути менш критичною, ніж поступове зношування контактних поверхонь.

Оскільки інтенсивність зношування різьбової пари безпосередньо залежить від питомого тиску між витками гвинта і гайки, значення цього тиску не повинно перевищувати допустиму величину. Умова працездатності за зносостійкістю може бути подана у вигляді:

$$q = \frac{Q_n}{A_n} \leq [q] \quad , \quad (3.1)$$

де  $Q_n$  - нормальне зусилля в різьбі,

$A_n$  - площа дотику різьби гвинта і гайки.

Нехтуючи впливом кута підйому різьби та приймаючи припущення про рівномірний розподіл осьового навантаження між робочими витками гайки, питомий тиск у різьбовій парі можна визначити за спрощеною розрахунковою залежністю:

$$\frac{Q_n}{A_n} = \frac{Q}{zA} \quad , \quad (3.2)$$

де  $Q$  - осьова сила гвинта, Н;

$A$  - площа проекції робочої поверхні одного витка на площину, перпендикулярну осі гвинта;

$Z$  - кількість витків різьби гайки.

При цьому припущенні умову зносостійкості різьби можна записати у вигляді:

$$q = \frac{Q_n}{z\pi d_2 H_1} \leq [q], \quad (3.3)$$

де  $d_2$  - середній діаметр різьби;

$H_1$  - робоча висота профілю;

$[q]$  - допустимий тиск в гвинтовій парі, МПа.

У цій формулі три невідомі величини, що не дозволяє отримати однозначне рішення. Тому задамося двома додатковими співвідношеннями: відносною глибиною профілю  $\psi_h = H_1/P$  в залежності від її профілю (для трапецеїдальних різьб  $\psi_h = 0,5$ ; для упорних -  $\psi_h = 0,75$ ), приймаємо  $\psi_h = 0,5$  та відносної висоти гайки  $\psi_j = H_r/d_2$ , де  $H_r$  - повна висота гайки. Величину  $\psi_j$  рекомендується приймати в межах 1,2-2,5.

Враховуючи, що  $H_r = P \cdot z$  по формулі 3.3 знайдемо середній діаметр різьби:

$$d_2 \geq \sqrt{\frac{Q}{\pi \cdot \psi_h \cdot \psi_j [q]}} \quad (3.4)$$

Розрахунок передачі типу «гвинт–гайка» доцільно виконувати у певній послідовності, що дає змогу обґрунтовано вибрати матеріали деталей, визначити основні геометричні параметри різьби, перевірити зносостійкість, самогальмування та міцність елементів передачі.

Вибір матеріалів гвинта і гайки. Для зменшення тертя та підвищення зносостійкості різьбової пари гвинт доцільно виготовляти зі сталі 45, а гайку - з бронзи БрО10Ф1. Таке поєднання матеріалів є раціональним для передач ковзання, оскільки сталь забезпечує необхідну міцність гвинта, а бронза має добрі антифрикційні властивості та знижує ймовірність заїдання різьби.

Для подальших розрахунків приймаємо такі механічні характеристики матеріалів:

$$E = 20 \cdot 10^4 \text{ Н/мм}^2;$$

$\sigma_B = 840$  МПа для сталі 45;

$\sigma_B = 245$  МПа для бронзи БрО10Ф1;

$\sigma_T = 360$  МПа для сталі 45.

Допустимий питомий тиск на робочих поверхнях різьби приймаємо за довідковими даними:

$$[q] = 8 \text{ Н/мм}^2.$$

Максимальна вантажопідйомність перекидача за вихідними даними становить:

$$F = 30 \text{ кН} = 30000 \text{ Н.}$$

Вага каркаса платформи приймається:

$$G_{\Pi} = 11 \text{ кН} = 11000 \text{ Н.}$$

Оскільки платформа однією стороною спирається на опорні елементи, а іншою передає навантаження на гвинтову передачу, частина ваги каркаса, що припадає на передачу «гвинт–гайка», становить:

$$G'_{\Pi} = \frac{G_{\Pi}}{2} = \frac{11}{2} = 5,5 \text{ кН} = 5500 \text{ Н.}$$

Тоді загальне навантаження, яке сприймає підйомний механізм, визначаємо як:

$$Q_{\Sigma} = F + G'_{\Pi}.$$

$$Q_{\Sigma} = 30000 + 5500 = 35500 \text{ Н.}$$

Оскільки перекидач має дві стійки, навантаження на одну передачу типу «гвинт–гайка» становитиме:

$$Q = \frac{Q_{\Sigma}}{n},$$

де  $n$ - кількість стійок перекидача.

$$Q = \frac{35500}{2} = 17750 \text{ Н.}$$

Отже, для подальшого розрахунку однієї гвинтової передачі приймаємо:

$$Q = 17750 \text{ Н.}$$

Середній діаметр різьби визначаємо з умови зносостійкості:

$$d_2 = \sqrt{\frac{Q}{\pi \cdot \psi_h \cdot \psi_j \cdot [q]}}$$

Для трапецеїдальної різьби приймаємо:

$$\psi_h = 0,5,$$

а відносно висоту гайки приймаємо:

$$\psi_j = 1,2.$$

Тоді:

$$d_2 = \sqrt{\frac{17750}{3,14 \cdot 0,5 \cdot 1,2 \cdot 8}}$$

$$d_2 = \sqrt{\frac{17750}{15,072}} = \sqrt{1177,0} = 34,3 \text{ мм.}$$

За результатами розрахунку отримано мінімально допустиме значення середнього діаметра різьби:

$$d_2 \geq 34,3 \text{ мм.}$$

Відповідно до стандартного ряду трапецеїдальних різьб, приймаємо різьбу:

$$Tr50 \times 8.$$

Основні геометричні параметри вибраної різьби.

Параметр	Позначення	Значення, мм
Номинальний діаметр різьби	$d$	50
Крок різьби	$P$	8
Середній діаметр різьби	$d_2 = D_2$	46
Внутрішній діаметр гвинта	$d_3$	41
Внутрішній діаметр гайки	$D_1$	42
Зовнішній діаметр гайки за профілем	$D_4$	51

Кількість робочих витків гайки визначаємо за залежністю:

$$z = \frac{d_2 \cdot \psi_j}{P}.$$

Підставляємо значення:

$$z = \frac{46 \cdot 1,2}{8} = 6,9.$$

Приймаємо:

$$z = 7.$$

Висота гайки становитиме:

$$H_T = z \cdot P. H_T = 7 \cdot 8 = 56 \text{ мм.}$$

Таким чином, для передачі типу «гвинт–гайка» прийнято трапецеїдальну різьбу Tr50×8, кількість робочих витків гайки - 7, а висота гайки - 56 мм.

### 3.3.2 Розрахунок упорних підшипників

У конструкції підйомно-поворотного механізму автомобільного перекидача важливу роль відіграють опорні вузли, які забезпечують правильне просторове положення валів та обертових осей, сприймають діючі навантаження і передають їх на нерухомі елементи рами або стійки. Основним елементом таких опор є підшипники, від надійності яких залежить плавність роботи механізму, довговічність вузла та безпечність експлуатації обладнання.

За характером тертя підшипники поділяють на дві основні групи: підшипники ковзання та підшипники кочення. Кожен із цих типів має власну область раціонального застосування, яка визначається величиною навантаження, частотою обертання, умовами змащування, конструктивними розмірами та вимогами до обслуговування.

У даному випадку вал підйомного механізму працює за умов значних навантажень і порівняно невеликої частоти обертання. Використання підшипників ковзання для такого вузла є менш доцільним, оскільки вони потребують стабільного змащування, ретельного контролю стану робочих поверхонь і часто вимагають застосування антифрикційних матеріалів для втулок або вкладишів. Крім того, при роботі під навантаженням і за недостатнього змащення у підшипниках ковзання можливе підвищене тертя, нагрівання та прискорене зношування контактних поверхонь.

З урахуванням зазначених умов для проєктованого перекидача доцільно застосувати підшипники кочення. Вони мають менший опір руху, забезпечують стабільну роботу навіть за невисоких частот обертання, характеризуються високою взаємозамінністю та не потребують складної системи постійного подавання мастила. Додатковою перевагою підшипників кочення є компактність в осьовому напрямку, що важливо для компоновки вузлів підйомного

обладнання.

Разом з тим, підшипники кочення мають певні обмеження. Вони чутливі до ударних навантажень, перекосів, забруднення робочої зони та перевищення допустимих частот обертання. Проте для механізму автомобільного перекидача ці недоліки не є визначальними, оскільки швидкість обертання валів невелика, а навантаження має переважно статичний або малодинамічний характер.

Відповідно до умов роботи вузла та напрямку дії навантаження для опори гвинта підйомного механізму приймаємо упорний кульковий підшипник. Такий підшипник призначений для сприйняття значних осьових навантажень, що діють переважно в одному напрямку. Якщо в конструкції можливе виникнення осьових сил у двох протилежних напрямках, доцільно застосовувати здвоєну схему встановлення підшипників або двосторонній упорний підшипник.

Упорні кулькові підшипники мають обмежену швидкохідність, що пояснюється особливостями їхньої роботи. При збільшенні частоти обертання тіла кочення зазнають дії інерційних сил, унаслідок чого зростає навантаження на кільця та сепаратор. Це може спричинити додаткове тертя, нагрівання та зниження довговічності вузла. Однак для підйомного механізму перекидача, де обертання відбувається з невеликою швидкістю, така особливість не обмежує можливість застосування упорного кулькового підшипника.

Для виготовлення кілець і тіл кочення підшипників застосовують спеціальні високовуглецеві хромисті сталі, зокрема ШХ15, ШХ20СГ, а також цементовані леговані сталі типу 18ХГТ або 20Х2Н4А. Після термічної обробки такі сталі забезпечують високу твердість робочих поверхонь, яка зазвичай становить 61–65 HRC. Це дає змогу підшипникам витримувати значні контактні напруження та зберігати працездатність протягом тривалого періоду експлуатації.

Сепаратори звичайних підшипників найчастіше виготовляють штампуванням із м'якої вуглецевої сталі. Для підшипників, що працюють у складніших умовах або при підвищених швидкостях, можуть застосовуватися масивні сепаратори з латуні, бронзи, текстоліту або полімерних матеріалів. У конструкції автомобільного перекидача достатнім є використання стандартного підшипника з металевим сепаратором, оскільки умови роботи не передбачають

високих швидкостей обертання.

Для змащування підшипників кочення використовують рідкі мастила або пластичні мастильні матеріали. Рідкі масла краще відводять тепло і можуть застосовуватися при підвищених частотах обертання, однак у вузлах із невеликою швидкістю та періодичним режимом роботи більш практичним є пластичне мастило. Воно добре утримується в зоні контакту, не потребує складної системи подавання та забезпечує достатній захист від зношування і корозії.

Важливо враховувати, що надмірна кількість мастила у підшипниковому вузлі не покращує його роботу, а навпаки може збільшувати опір обертанню та сприяти нагріванню. Тому під час експлуатації необхідно забезпечувати оптимальну кількість мастильного матеріалу відповідно до умов роботи вузла. Крім того, підшипникові опори повинні бути надійно захищені від потрапляння пилу, абразивних частинок, вологи та інших забруднень, оскільки вони можуть спричинити прискорене зношування доріжок кочення і тіл кочення.

Для підйомного механізму пропонованого автомобільного перекидача найбільш доцільним є використання упорного кулькового підшипника кочення, який забезпечує сприйняття осьового навантаження, має достатню надійність, простий в обслуговуванні та відповідає умовам роботи механізму з невисокою частотою обертання. Його застосування дозволяє підвищити плавність роботи гвинтового вузла, зменшити втрати на тертя та забезпечити стабільну роботу перекидача під час піднімання і фіксації автомобіля.

## **4 БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ, ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ**

### **4.1 Аналіз небезпечних і шкідливих виробничих факторів під час виконання антикорозійної обробки кузова автомобіля Nissan Qashqai**

Антикорозійна обробка кузова автомобіля Nissan Qashqai є комплексом технологічних операцій, спрямованих на підвищення довговічності кузовних елементів, захист днища, колісних арок, порогів, лонжеронів та прихованих порожнин від дії вологи, дорожніх солей, бруду й абразивних частинок. Однак виконання таких робіт пов'язане з низкою небезпечних і шкідливих виробничих факторів, які необхідно враховувати під час організації технологічного процесу.

Основна безпека під час антикорозійної обробки пов'язана із застосуванням хімічних матеріалів: знежирювачів, перетворювачів іржі, ґрунтів, мастик, воскових складів, бітумно-полімерних або каучукових покриттів [12, 14, 15]. Більшість таких речовин містить леткі компоненти, органічні розчинники або аерозольні домішки, які при вдиханні можуть негативно впливати на органи дихання, слизові оболонки, шкіру та центральну нервову систему працівника. Особливо небезпечним є виконання робіт у погано вентильованому приміщенні або в закритих зонах автомобіля, де пари хімічних речовин можуть накопичуватися у підвищених концентраціях.

До шкідливих факторів також належить утворення пилу та дрібнодисперсних частинок під час механічного очищення поверхні від іржі, старої мастики, залишків ґрунтовки або бруду. У процесі зачищення днища та арок коліс можуть застосовуватися щітки, шліфувальні машинки, абразивні круги, скребки, піскоструминне або інше очищувальне обладнання. Утворений пил може містити частинки корозійних продуктів, старих лакофарбових матеріалів і металу. Потрапляння таких частинок у дихальні шляхи або очі становить небезпеку для здоров'я працівника.

Окрему групу ризиків становлять механічні небезпеки. Під час виконання робіт автомобіль Nissan Qashqai може встановлюватися на підйомник, оглядову канаву або спеціальні опори. Неправильне встановлення транспортного засобу, порушення правил фіксації або використання несправного підйимального

обладнання може призвести до падіння автомобіля, травмування працівника або пошкодження кузова. Також небезпеку створюють рухомі частини електроінструменту, гострі кромки кузовних елементів, залишки металевих задирок, а також можливість травмування рук під час роботи у важкодоступних порожнинах.

Під час нанесення антикорозійних матеріалів розпиленням утворюється аерозольна хмара, яка може осідати на шкірі, слизових оболонках, одязі, підлозі та обладнанні. Такі матеріали часто мають підвищену липкість, важко змиваються та можуть викликати подразнення. Крім того, надлишкове розпилення погіршує видимість у робочій зоні та підвищує ризик вдихання шкідливих речовин. Тому особливого значення набуває правильний вибір способу нанесення матеріалу, регулювання тиску в розпилювачі та застосування засобів індивідуального захисту.

Важливим фактором небезпеки є пожежо- та вибухонебезпечність окремих антикорозійних матеріалів. Розчинники, аерозольні балони, мастики та деякі ґрунтувальні склади можуть бути легкозаймистими. Наявність відкритого полум'я, іскор від електроінструменту, несправної електропроводки або куріння в робочій зоні може призвести до займання парів розчинників. Особливо небезпечним є накопичення парів у закритих приміщеннях, оглядових канавах або нижній частині автомобіля.

Необхідно враховувати й ергономічні фактори. Антикорозійна обробка днища та колісних арок часто виконується в незручному положенні: стоячи з піднятими руками, нахилившись або працюючи під автомобілем. Тривале перебування у таких позах може призвести до втоми, перенапруження м'язів спини, плечового поясу та рук. Крім того, робота у важкодоступних місцях знижує точність виконання операцій і може спричинити помилки, що негативно впливають як на якість покриття, так і на безпеку працівника.

Під час розроблення технологічного процесу антикорозійної обробки кузова Nissan Qashqai необхідно враховувати хімічні, механічні, пожежні, електричні, пилові та ергономічні небезпеки. Їх своєчасне виявлення дає змогу сформувати систему профілактичних заходів, спрямованих на збереження

здоров'я працівника, запобігання виробничому травматизму та забезпечення стабільної якості виконання технологічних операцій.

#### **4.2 Заходи з охорони праці, пожежної безпеки та безпечної організації робочого місця під час нанесення антикорозійних матеріалів**

Безпечне виконання антикорозійної обробки кузова автомобіля Nissan Qashqai повинно ґрунтуватися на правильній організації робочого місця, застосуванні справного обладнання, дотриманні технологічної послідовності операцій та використанні засобів індивідуального захисту [12, 13, 14, 15]. Робоча зона має бути спеціально підготовлена для виконання робіт із хімічними матеріалами, очищенням поверхонь і розпиленням антикорозійних складів.

Перед початком робіт автомобіль необхідно встановити на справний автомобільний підйомник або надійні опори, що відповідають масі транспортного засобу. Особливу увагу слід приділяти правильному розміщенню лап підйомника в штатних точках піддомкращування кузова. Після підймання автомобіля необхідно переконатися в його стійкості, відсутності перекосів і надійності фіксації. Забороняється виконувати роботи під автомобілем, який утримується лише домкратом без додаткових страхувальних опор.

Приміщення, у якому проводиться антикорозійна обробка, повинно мати ефективну загальнообмінну та, бажано, місцеву витяжну вентиляцію. Це необхідно для видалення парів розчинників, пилу, аерозолів і неприємних запахів. Під час нанесення матеріалів методом розпилення працівник повинен розташовуватися так, щоб факел розпилення не був спрямований у бік обличчя, відкритих ділянок тіла, електрообладнання або джерел тепла. За можливості слід використовувати обладнання з регульованим тиском подачі матеріалу, що дозволяє зменшити надмірне туманоутворення.

Підготовка поверхні повинна виконуватися з дотриманням правил безпечної роботи з ручним та електрифікованим інструментом. Перед використанням шліфувальної машинки, дреля зі щіткою або пневматичного інструменту необхідно перевірити справність корпусу, кабелю, вимикача, захисного кожуха та робочої насадки. Не допускається використання

пошкоджених абразивних кругів, зношених щіток або інструменту з ознаками перегрівання. Під час очищення поверхні обов'язковим є застосування захисних окулярів або щитка, респіратору та рукавиць.

Особливе значення має застосування засобів індивідуального захисту. Працівник, який виконує антикорозійну обробку, повинен використовувати захисний комбінезон або робочий одяг із щільної тканини, гумові або нітрилові рукавиці, захисні окуляри, респіратор із фільтрами для органічних парів і аерозолів, а також головний убір. У разі роботи з високим рівнем шуму, наприклад під час механічного очищення поверхні, доцільно застосовувати протишумові навушники або вкладиші. Після завершення робіт необхідно ретельно вимити руки, обличчя та відкриті ділянки шкіри, не використовуючи для очищення шкіри бензин, ацетон або інші агресивні розчинники.

Пожежна безпека під час антикорозійної обробки є одним із головних елементів безпечної організації праці. У зоні виконання робіт забороняється палити, користуватися відкритим вогнем, виконувати зварювання, різання металу або інші операції, що можуть спричинити утворення іскор. Ємності з розчинниками, мастиками, ґрунтами та аерозольними матеріалами повинні зберігатися закритими, подалі від нагрівальних приладів і прямих сонячних променів. На робочому місці має бути справний вогнегасник, придатний для гасіння загорянь легкозаймистих рідин та електрообладнання.

Для запобігання забрудненню робочого приміщення підлогу та прилеглі ділянки доцільно захищати плівкою, картоном або іншими матеріалами, які після завершення робіт можна утилізувати. Пролиті антикорозійні склади, розчинники або знежирювачі необхідно негайно прибирати за допомогою поглинальних матеріалів. Забороняється зливати залишки хімічних речовин у каналізацію, ґрунт або відкриті водойми. Відпрацьовані матеріали, забруднене ганчір'я, використані рукавиці та фільтри респіраторів слід збирати у спеціально відведену тару для подальшої утилізації відповідно до вимог екологічної безпеки.

Раціональна організація робочого місця передбачає розміщення інструменту, матеріалів і допоміжного обладнання в такому порядку, щоб працівник не виконував зайвих рухів і не перебував у небезпечній зоні. Проходи

мають залишатися вільними, а підлога - чистою та неслизькою. Освітлення повинно забезпечувати добру видимість нижньої частини кузова, арок коліс, порогів і прихованих порожнин. Для огляду важкодоступних місць доцільно використовувати переносні світильники безпечної напруги або акумуляторні лампи.

Перед нанесенням антикорозійного матеріалу необхідно виконати підготовчі операції: очистити поверхню від бруду, іржі та залишків старого покриття, промити й висушити оброблювані ділянки, провести знежирення та, за потреби, нанести ґрунтувальний або перетворювальний склад. Нанесення захисного покриття на вологу, забруднену або недостатньо підготовлену поверхню не лише знижує якість антикорозійного захисту, а й може спричинити відшарування матеріалу та повторне утворення осередків корозії.

Після завершення робіт необхідно провітрити приміщення, очистити обладнання, закрити ємності з матеріалами, прибрати відходи та перевірити відсутність джерел займання. Автомобіль не рекомендується експлуатувати до повного висихання або полімеризації антикорозійного покриття, оскільки передчасний рух може спричинити забруднення свіжого шару, його механічне пошкодження або нерівномірне формування захисної плівки.

Дотримання вимог охорони праці під час антикорозійної обробки кузова Nissan Qashqai є необхідною умовою безпечного та якісного виконання технологічного процесу. Комплекс профілактичних заходів, що включає вентиляцію, пожежну безпеку, використання засобів індивідуального захисту, правильне встановлення автомобіля та безпечне поводження з хімічними матеріалами, дозволяє мінімізувати ризики для працівника і забезпечити надійний антикорозійний захист кузова автомобіля.

## ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

У загально-технічному розділі розглянуто причини корозійного руйнування кузова автомобіля. Автором проаналізовано вплив конструктивних особливостей кузова, наявності прихованих порожнин, зварних з'єднань, нахлестів, щілин, відбортовок, а також вплив вологи, солей, забруднення атмосфери та температури. Матеріал викладено послідовно, з дотриманням науково-технічного стилю. Позитивним є пояснення механізму антикорозійного захисту через ізоляцію металу від електроліту, оскільки саме на цьому принципі базується практичне застосування захисних покриттів.

Технологічний розділ є основним у роботі та відповідає заявленій темі. У ньому розглянуто підготовку та антикорозійну обробку прихованих порожнин кузова, а також відновлення антикорозійного й протишумового покриття днища кузова і колісних арок. Автор правильно виділяє ключові операції технологічного процесу: демонтаж елементів, що ускладнюють доступ, промивання, сушіння, продування стисненим повітрям, очищення, знежирення, ґрунтування, нанесення захисних матеріалів і контроль якості. Така послідовність є технологічно обґрунтованою, оскільки якість антикорозійної обробки значною мірою залежить саме від підготовки поверхні.

Окремої уваги заслуговує підрозділ із розрахунком витрати часу та матеріалів. У роботі визначено орієнтовну площу оброблюваних поверхонь, витрату мастики, складу для прихованих порожнин, ґрунтовки, знежирювача, уайт-спіриту та допоміжних матеріалів. Також проведено розрахунок трудомісткості технологічного процесу. За результатами розрахунків встановлено, що для повної антикорозійної обробки кузова Nissan Qashqai необхідно орієнтовно 13 кг антикорозійної мастики, 3,5 л матеріалу для прихованих порожнин, 0,7 кг ґрунтовки, а загальна трудомісткість робіт становить приблизно 10,1 люд.-год. За умови роботи двох виконавців активна тривалість виконання робіт складає близько 5 год без урахування повного часу природного сушіння покриття. Це підвищує практичну цінність роботи, оскільки такі дані можуть бути використані для планування робіт на СТО або ремонтній дільниці.

Конструкторський розділ логічно доповнює технологічну частину роботи. Його спрямовано на розроблення допоміжного пристрою - автомобільного перекидача, який забезпечує зручний доступ до днища кузова під час антикорозійної обробки. У розділі наведено огляд існуючих конструкцій перекидачів: домкратного, гідравлічного, електромеханічного, пересувного універсального та стаціонарного. Такий огляд дозволяє обґрунтувати вибір власної конструктивної схеми. Позитивним є те, що автор не обмежується лише описом готових пристроїв, а переходить до розрахунку основних вузлів пропонованого перекидача, зокрема передачі типу «гвинт-гайка» та упорних підшипників. Це свідчить про наявність інженерного підходу до вирішення поставленої задачі.

Розділ з безпеки життєдіяльності та охорони праці також відповідає темі роботи. У ньому доцільно розглянуто небезпечні й шкідливі виробничі фактори, які виникають під час антикорозійної обробки кузова: контакт із хімічними речовинами, пари розчинників, аерозолі, пил під час очищення поверхонь, небезпека роботи з підйомним обладнанням, ризик займання легкозаймистих матеріалів та ергономічні навантаження на працівника. Запропоновані заходи з охорони праці, пожежної безпеки та організації робочого місця мають практичне значення і спрямовані на зниження ризику травматизму та шкідливого впливу виробничого середовища.

**ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ**

1. О. Л. Ляшук, Ю. І. Пиндус, М. Г. Левкович, А. Б. Гупка, Р. В. Хорошун. 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.
2. Основи технології виробництва та ремонту автомобілів / уклад. І. Б. Гевко, Р. М. Рогатинський, О. Л. Ляшук, М. Г. Левкович, В. З. Гудь, М. Я. Сташків, М. Д. Сіправська. - Тернопіль: Видавництво ТНТУ імені Івана Пулюя, 2021. - 550 с.
3. Форнальчик Є. Ю., Качмар Р. Я. Основи технічного сервісу транспортних засобів. - Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2017. - 324 с.
4. Лудченко О. А. Технічне обслуговування і ремонт автомобілів. - К.: Знання-Прес, 2003. - 511 с.
5. 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. - К.: Вища школа, 1994. - 383 с.
6. Кисляков В. Ф., Лущик В. В. Будова і експлуатація автомобілів: підручник. - К.: Либідь, 2006. - 400 с.
7. Конспект лекцій з дисципліни «Відновлення деталей» для здобувачів освітнього рівня бакалавр за спеціальністю 274 «Автомобільний транспорт» / уклад. М. Г. Левкович, А. Б. Гупка, М. Д. Сіправська. - Тернопіль: ТНТУ імені Івана Пулюя, 2021. - 136 с.
8. Положення про технічне обслуговування і ремонт дорожніх транспортних засобів автомобільного транспорту. - К.: Міністерство транспорту України, 1998. - 36 с.
9. Кіркач Н. Ф. Розрахунок і проектування деталей машин. - Харків, 1991. - 274 с.
10. Коробочка О. М., Скорняков Е. С., Сасов О. О. Основи розрахунків, проектування і експлуатації технологічного обладнання для автомобільного транспорту: навч. посібник. - Дніпродзержинськ: ДДТУ, 2007. - 252 с.

11. Кошель С. О., Березін Л. М., Кошель Г. В. Технічна механіка. Розділ «Теорія механізмів і машин». - К.: Центр навчальної літератури, 2020. - 156 с.
12. Закон України «Про охорону праці». - Харків: Вид-во «ФОРТ», 2003. - 32 с.
13. НАОП 60.2-3.06-98. Типові норми видачі спеціального одягу, спеціального взуття та інших засобів індивідуального захисту працівникам автомобільного транспорту.
14. Практикум з охорони праці: навчальний посібник / за ред. В. Ц. Жидецького. - Львів: Афіша, 2000. - 352 с.
15. Войналович О. В., Марчинишин Є. І., Кофто Д. Г. Охорона праці в галузі: автомобільний транспорт: навчальний посібник. - Харків: ХНАДУ, 2020. - 695 с.