

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня

Бакалавр

(назва освітнього ступеня)

на тему: Розроблення технологічного процесу ремонту лівої передньої дверки

автомобіля Renault Duster

Виконав: студент 4 курсу, групи МА-41

спеціальності 274

«Автомобільний транспорт»

(шифр і назва спеціальності)

	(підпис)	Павло ЛІРУК (прізвище та ініціали)
Керівник	(підпис)	Роман ХОРОШУН (прізвище та ініціали)
Нормоконтроль	(підпис)	Тетяна ПИНДУС (прізвище та ініціали)
Зав. кафедри	(підпис)	Олег ЦЬОНЬ (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.

З А В Д А Н Н Я

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

на здобуття освітнього ступеня бакалавр
(назва освітнього ступеня)
за спеціальністю 274 «Автомобільний транспорт»
(шифр і назва спеціальності)
студенту Ліруку Павлу Сергійовичу
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Розроблення технологічного процесу ремонту лівої передньої
дверки автомобіля Renault Duster

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

Затверджені наказом ректора від « 21 » січня 2026 року № 4/9-40

2. Термін подання студентом завершеної роботи 11 червня 2026

3. Вихідні дані до роботи Базовий технологічний процес ремонту лівої передньої
дверки автомобіля Renault Duster

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)

Карта дефектів передньої дверки автомобіля – А1;

Загальна послідовність ремлнту передньої дверки автомобіля – А1;

Методи механічного відновлення ушкоджених ділянок кузова автомобіля – А1;

Індукційні пристрої при ремонті кузова автомобіля – А1;

Пристосування для фіксації та рихтування передньої дверки автомобіля– А1;

План кузовної дільниці – 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)

Лірук Павло Сергійович

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

(підпис)

Хорошун Роман Васильович

(прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

Кваліфікаційна робота бакалавра на тему: « Розроблення технологічного процесу ремонту лівої передньої дверки автомобіля Renault Duster ».

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 54 сторінок формату А4 та 6 аркушів формату А1 графічної частини сторінок додатків.

Ключові слова дефектація, рихтування, відновлення геометрії, підготовка поверхні, контроль якості.

ЗМІСТ

Вступ.....	6
1 ЗАГАЛЬНО-ТЕХНІЧНИЙ РОЗДІЛ.....	7
1.1 Загальна характеристика об'єкта ремонту.....	7
1.2 Аналіз пошкоджень і технічних вимог до ремонту дверки.....	9
1.3 Обґрунтування прийнятого технологічного процесу.....	11
1.4 Висновки та постановка завдання на кваліфікаційну роботу бакалавра....	15
2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ.....	16
2.1 Складання технологічної карти на ремонт лівої передньої дверки автомобіля Renault Duster.....	16
2.2 Нормування часу на виконання операцій ремонту лівої передньої дверки автомобіля Renault Duster.....	25
2.3 Розрахунок і підбір технологічного обладнання посту ремонту кузовів автомобілів.....	28
2.4 Розрахунок площі посту ремонту кузовів автомобілів.....	32
3 КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ.....	33
3.1 Обґрунтування вибору пристосування.....	33
3.2 Пристосування для фіксації та рихтування передньої дверки автомобіля Renault Duster.....	33
3.3 Розрахунок основних елементів пристосування.....	36
4 БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ, ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ.....	44
4.1 Аналіз небезпечних і шкідливих виробничих факторів під час виконання кузовного ремонту.....	44
4.2 Заходи безпеки під час ремонту лівої передньої дверки автомобіля Renault Duster.....	46
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ.....	49
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ.....	52
ДОДАТКИ	

ВСТУП

У процесі експлуатації автомобіля кузовні елементи постійно зазнають дії вібрацій, атмосферної вологи, перепадів температури, дорожніх реагентів, пилу, бруду та механічних пошкоджень. Навісні елементи кузова, зокрема передні дверки, є особливо вразливими до локальних деформацій, оскільки мають тонколистову конструкцію і поєднують у собі зовнішню панель, внутрішню панель, підсилювачі, ребра жорсткості, замковий механізм, ручку, скло, ущільнювачі та механізм склопідіймача. У роботі об'єктом ремонту визначено ліву передню дверку автомобіля Renault Duster, яка у разі пошкодження потребує не тільки відновлення зовнішньої форми, а й забезпечення правильного прилягання до прорізу кузова, рівномірності зазорів та справної роботи замка, ручки і склопідіймача.

Актуальність теми кваліфікаційної роботи зумовлена потребою у розробленні раціонального технологічного процесу ремонту кузовного елемента, який дозволяє якісно відновити геометрію дверного полотна, зменшити трудомісткість виконання операцій, забезпечити контроль площинності та підготувати поверхню до подальших фарбувальних робіт. Для лівої передньої дверки Renault Duster характерними дефектами є вм'ятини зовнішньої панелі, пошкодження зони ручки, деформація нижньої частини полотна, зміщення посадкового місця замка, порушення ребра жорсткості та відшарування лакофарбового покриття.

Метою кваліфікаційної роботи бакалавра є розроблення технологічного процесу ремонту лівої передньої дверки автомобіля Renault Duster з урахуванням конструктивних особливостей деталі, характеру пошкоджень, вимог до якості відновлення та раціонального використання технологічного обладнання.

Об'єктом дослідження є процес ремонту пошкодженого кузовного елемента автомобіля Renault Duster.

Предметом дослідження є технологічна послідовність операцій відновлення лівої передньої дверки, обладнання та пристосування, які застосовуються під час розбирання, рихтування, зачищення, контролю площинності та складання дверки.

1 ЗАГАЛЬНО-ТЕХНІЧНИЙ РОЗДІЛ

1.1 Загальна характеристика об'єкта ремонту

Ліва передня дверка автомобіля Renault Duster належить до навісних елементів кузова і є важливою складовою конструкції автомобіля. Вона забезпечує доступ водія до салону, захищає внутрішній простір від атмосферних впливів, шуму, пилу та частково сприймає експлуатаційні навантаження, які виникають під час руху автомобіля [2,3]. Крім функціонального призначення, дверка також впливає на зовнішній вигляд транспортного засобу, тому після ремонту вона повинна відповідати як технічним, так і естетичним вимогам.

Передня дверка має складну тонколистову конструкцію. До її основних елементів належать зовнішня панель, внутрішня панель, підсилювачі, ребра жорсткості, петлі, замковий механізм, зовнішня і внутрішня ручки, скло, ущільнювачі, механізм склопідіймача та внутрішня декоративна обшивка. Зовнішнє полотно дверки виготовлене з тонколистової сталі, тому воно є чутливим до локальних ударних навантажень. Унаслідок механічного впливу на поверхні можуть виникати вм'ятини, порушення площинності, зміщення підсилювальних елементів або деформація зон встановлення ручки й замка.

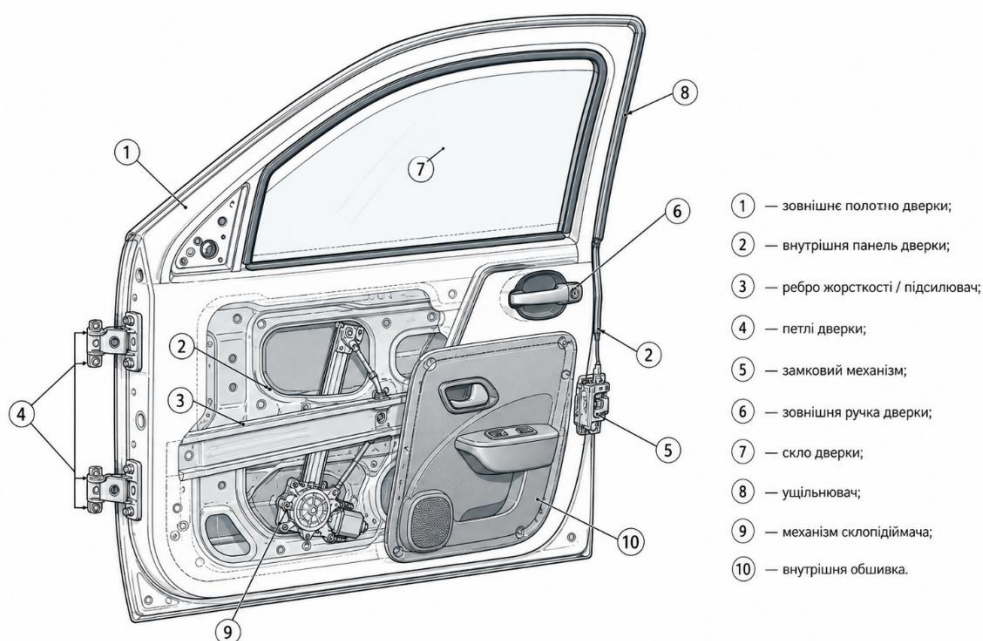


Рисунок 1.1 – Основні елементи передньої дверки автомобіля Renault Duster.

Під час експлуатації дверка зазнає дії вібрацій, вологи, температурних змін [2], дорожніх реагентів, пилу та бруду. Крім цього, вона може пошкоджуватися внаслідок незначних дорожньо-транспортних пригод, ударів сторонніми предметами, неправильного відчинення в обмеженому просторі або контакту з іншим автомобілем. Такі пошкодження часто мають локальний характер, але при цьому можуть порушувати не лише зовнішню форму деталі, а й положення внутрішніх підсилювачів.

Основними дефектами лівої передньої дверки є вм'ятини зовнішньої панелі [6], деформація нижньої частини полотна, пошкодження зони ручки, зміщення посадкового місця замка, порушення ребра жорсткості та відшарування лакофарбового покриття. У разі неправильного ремонту ці дефекти можуть призвести до нерівномірних зазорів, поганого прилягання дверки до ущільнювачів, ускладненого закривання або появи залишкової хвилястості поверхні після фарбування.

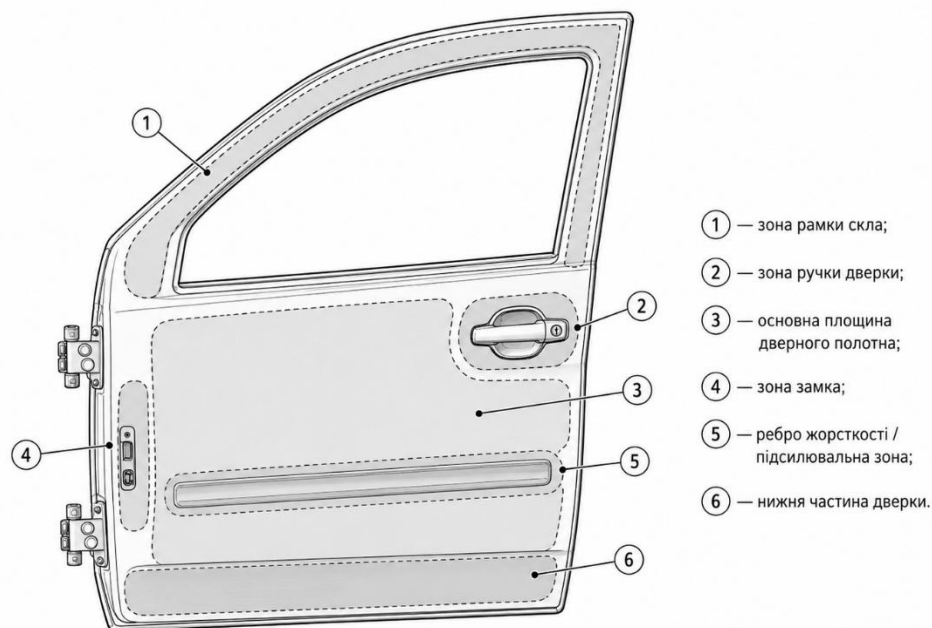


Рисунок 1.2 – Характерні зони пошкодження передньої дверки

Ремонт лівої передньої дверки повинен бути спрямований на відновлення її геометрії, площинності зовнішнього полотна, правильного положення зон кріплення ручки, замка і механізму склопідіймача [6]. Після виконання ремонту дверка має вільно відчинятися і зачинятися, рівномірно прилягати до прорізу кузова, не мати перекосів і забезпечувати нормальну роботу скла, замка та внутрішньої обшивки.

Відповідно до поданого технологічного процесу ремонт дверки передбачає виконання розбиральних, слюсарних, рихтувальних, зачисних, контрольних і складальних операцій [6, 22]. Для цього застосовують універсальний набір інструментів, спеціальні рихтувальні пристосування, спотер, зворотний молоток, кутову шліфувальну машину та перевірочну лінійку. Така послідовність робіт дає змогу поетапно відновити форму пошкодженої деталі, підготувати її до подальшого фарбування і забезпечити належну якість ремонту.

1.2 Аналіз пошкоджень і технічних вимог до ремонту дверки

Перед початком ремонту лівої передньої дверки автомобіля Renault Duster необхідно виконати детальний зовнішній огляд кузова. Його метою є встановлення характеру пошкодження, визначення меж деформованої зони та виявлення елементів, які потребують ремонту, регулювання або заміни. Особливу увагу під час огляду звертають на зовнішнє полотно дверки, нижню частину панелі, зону встановлення ручки, посадкове місце замка, ребро жорсткості, а також рівномірність зазорів між дверкою, переднім крилом, порогом і суміжними кузовними деталями.

Пошкодження дверки можуть мати як відкритий, так і прихований характер. До відкритих дефектів належать вм'ятини, подряпини, хвилястість поверхні, відшарування лакофарбового покриття та локальні заломы металу. Приховані дефекти складніше виявити без розбирання дверки, оскільки вони можуть проявлятися у деформації підсилювача, зміщенні ребра жорсткості або порушенні положення посадкових місць під замок і ручку. Саме тому технологічний процес передбачає демонтаж внутрішньої обшивки, скла, замка, ручки та механізму склопідіймача, що дає змогу оцінити стан внутрішньої частини дверки.

Найбільш характерними пошкодженнями лівої передньої дверки є локальні вм'ятини зовнішнього полотна, порушення площинності металу, деформація нижньої крайки, пошкодження зони ручки та зміщення місця встановлення замкового механізму. Якщо удар припадає на середню або нижню

частину дверки, деформація може передаватися на внутрішнє ребро жорсткості. У такому випадку просте вирівнювання зовнішньої панелі не забезпечить якісного результату, оскільки після фарбування на поверхні можуть залишитися хвилястість або напружені ділянки.

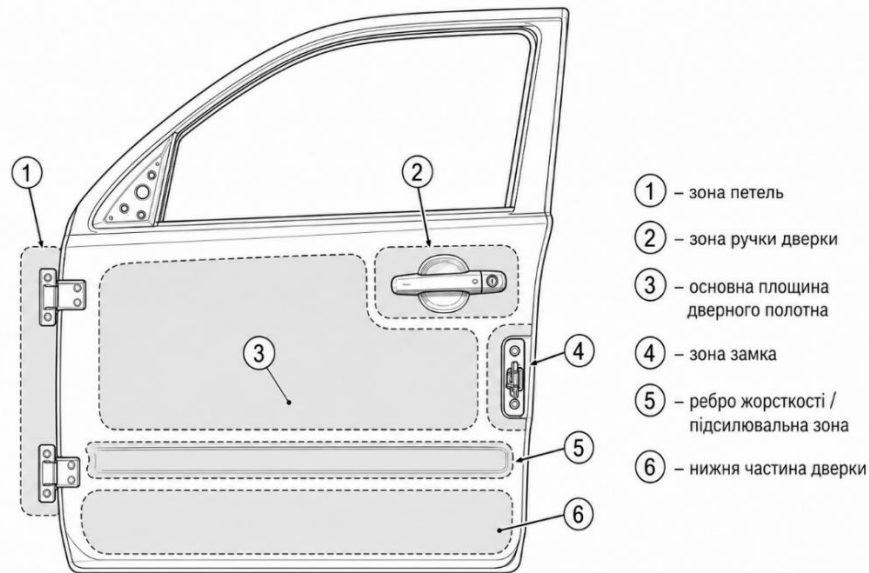
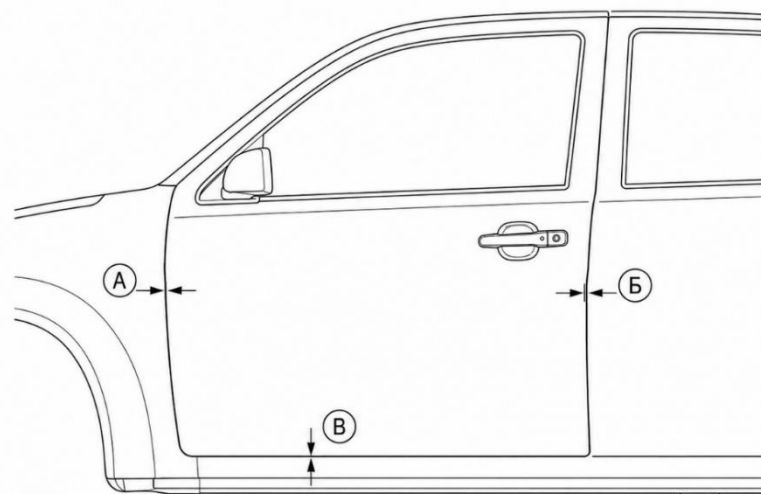


Рисунок 1.3 – Основні зони контролю пошкоджень передньої дверки.

Під час аналізу пошкоджень необхідно визначити, чи зберегла дверка свою просторову форму. Для цього перевіряють рівномірність зазорів у прорізі кузова, щільність прилягання до ущільнювачів, роботу замка, положення скла та відсутність перекосу під час відчинення. Якщо дверка має порушену геометрію, ремонт необхідно починати з відновлення форми основного полотна і підсилювальних елементів, а вже після цього переходити до остаточного рихтування та підготовки поверхні.



- А – зазор між переднім крилом і дверкою
- Б – зазор між передньою та задньою дверками
- В – зазор між нижньою крайкою дверки та порогом

Рисунок 1.4 – Схема контролю зазорів передньої дверки.

До основних технічних вимог ремонту лівої передньої дверки Renault Duster належать відновлення площинності зовнішнього полотна, правильне положення ребра жорсткості, точність посадкових місць ручки і замка, а також підготовка поверхні до подальшого нанесення шпаклівки, ґрунту та лакофарбового покриття. Відремонтована поверхня не повинна мати різких переходів, залишкових виступів або западин, оскільки такі дефекти погіршують якість фарбування і можуть проявитися після експлуатації автомобіля.

Після завершення рихтувальних робіт дверка повинна відповідати таким вимогам [13]: вільно відчинятися і зачинятися, не мати перекосів, забезпечувати нормальну роботу замка, ручки та склопідіймача, а також рівномірно прилягати до ущільнювачів. Товщина шпаклювального шару має бути мінімально необхідною, оскільки надмірне нанесення вирівнювального матеріалу знижує довговічність покриття та може призвести до його розтріскування або відшарування.

Аналіз пошкоджень дверки є важливим початковим етапом технологічного процесу. Від правильності дефектації залежить вибір способу рихтування, обсяг підготовчих робіт, потреба у застосуванні спотера, зворотного молотка, контрольної лінійки та спеціальних рихтувальних пристосувань. Саме поетапний контроль пошкоджень дає змогу забезпечити якісне відновлення дверки та підготувати її до подальших фарбувальних робіт.

1.3 Обґрунтування прийнятого технологічного процесу

Прийнятий технологічний процес ремонту лівої передньої дверки автомобіля Renault Duster побудований за послідовною схемою, яка забезпечує поступовий перехід від дефектації та розбирання до відновлення форми деталі, контролю якості й підготовки поверхні до фарбування. Такий підхід є раціональним, оскільки дверка має тонколистову конструкцію і містить елементи, які можуть бути пошкоджені під час рихтування: скло, механізм склопідіймача, замок, ручку та внутрішню обшивку.

На першому етапі виконують зовнішній огляд автомобіля, визначають характер пошкодження та встановлюють межі деформованої ділянки. Після цього проводять розбирання дверки: знімають кришку кріплення дзеркала, внутрішню обшивку, ручку, замковий механізм, скло та склопідіймач. Це дає змогу отримати доступ до внутрішньої частини дверного полотна, ребра жорсткості та зон, які підлягають рихтуванню.



Рисунок 1.5 – Загальна послідовність ремонту передньої дверки.

Наступний етап передбачає підготовку пошкодженої поверхні до відновлення. Перед відокремленням або виправленням ребра жорсткості на зовнішній панелі позначають його розташування. Це необхідно для збереження правильного положення підсилювача після ремонту. Далі з пошкоджених ділянок видаляють лакофарбове покриття, що забезпечує якісне приварювання тягових шайб спотером і зменшує ризик відшарування фарби на суміжних поверхнях.

Основною операцією технологічного процесу є рихтування дверного полотна. Для цього використовують спотер, тягові шайби, зворотний молоток, важільне пристосування та спеціальний рихтувальний інструмент [7]. Витягування деформованої ділянки доцільно виконувати поступово, починаючи з центральної частини пошкодження і переходячи до його країв. Такий спосіб дозволяє рівномірно розподілити зусилля, уникнути надмірного розтягування металу та забезпечити плавний перехід між відремонтованою і непошкодженою поверхнею.

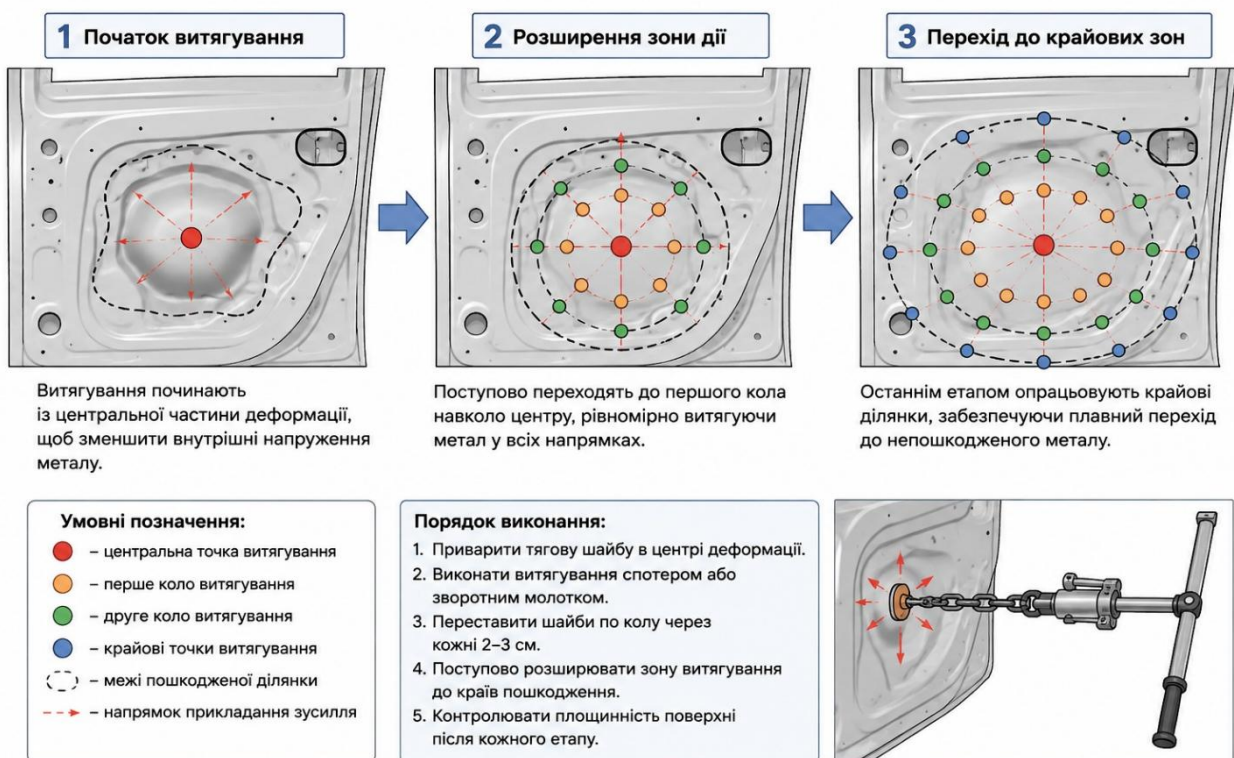


Рисунок 1.6 – Схема поступового витягування деформованої ділянки.

Після усунення основних деформацій виконують контрольне вистукування з внутрішнього боку дверки. Ця операція необхідна для усунення залишкових нерівностей, які не були повністю ліквідовані під час витягування

металу. Надалі відновлену ділянку зачищають кутовою шліфувальною машиною, видаляючи залишки точкового зварювання, нерівності, сліди рихтування та старе покриття.

Контроль якості виконується за допомогою перевірконої лінійки. Її прикладають до поверхні у кількох напрямках, що дає змогу виявити залишкові виступи, западини або хвилястість полотна. Особливу увагу приділяють зоні ручки, замка та нижній частині дверки, оскільки ці ділянки впливають на правильність складання і подальшу роботу механізмів.

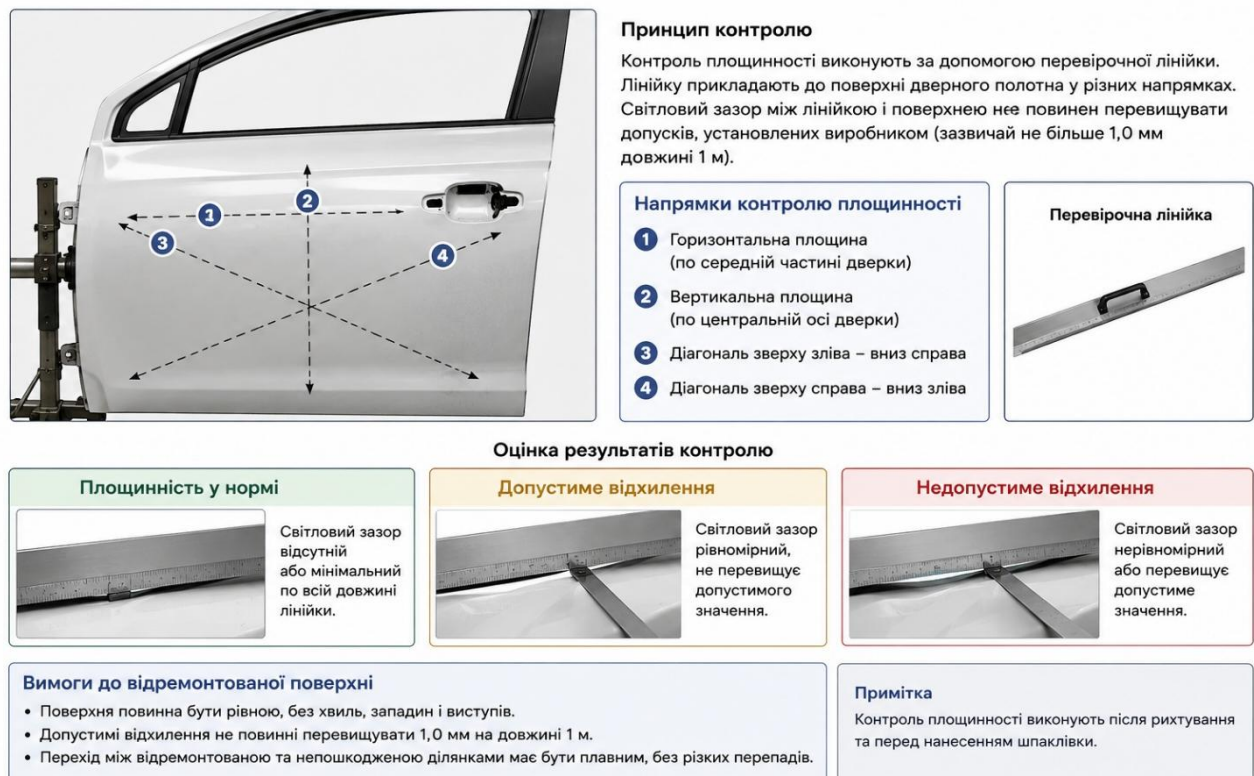


Рисунок 1.7 – Контроль площинності дверного полотна.

На завершальному етапі поверхню готують до нанесення шпаклівки, після чого дверку складають у зворотній послідовності: встановлюють склопідіймач, скло, замок, ручку, внутрішню обшивку та інші елементи. Після складання перевіряють роботу замка, ручки, склопідіймача, а також правильність прилягання дверки до кузовного прорізу.

Прийнятий технологічний процес є обґрунтованим, оскільки забезпечує поетапне відновлення дверки без пошкодження її функціональних елементів. Послідовне виконання розбиральних, рихтувальних, зачисних, контрольних і складальних операцій дає змогу відновити геометрію дверного полотна,

підготувати поверхню до фарбування та забезпечити нормальну роботу механізмів дверки після ремонту.

1.4 Висновки та постановка завдання на кваліфікаційну роботу бакалавра

Для досягнення поставленої мети у роботі передбачено вирішення таких завдань: проаналізувати конструкцію лівої передньої дверки автомобіля Renault Duster та характерні зони її пошкодження; визначити основні технічні вимоги до ремонту дверки; обґрунтувати послідовність технологічного процесу; скласти технологічну карту ремонту; виконати нормування часу на проведення основних операцій; підібрати технологічне обладнання посту кузовного ремонту; розрахувати площу посту та розробити схему розміщення обладнання; запропонувати спеціальне пристосування для фіксації і рихтування дверки; виконати розрахунок його основних елементів; розглянути питання безпеки життєдіяльності та охорони праці під час виконання кузовних робіт.

2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ

2.1 Складання технологічної карти на ремонт лівої передньої дверки автомобіля Renault Duster

Для впорядкування процесу ремонту, забезпечення стабільної якості виконання робіт і раціонального використання робочого часу на підприємствах автомобільного транспорту розробляють технологічні карти [9, 10]. Вони застосовуються під час технічного обслуговування і поточного ремонту автомобілів, їхніх агрегатів, вузлів, механізмів та окремих кузовних елементів.

Під час складання технологічної карти ремонту лівої передньої дверки автомобіля Renault Duster необхідно враховувати послідовність виконання операцій, зручність демонтажу й установлення деталі, можливість безпечного переміщення вузлів, а також доступність робочих зон для виконавця. Важливе значення має правильний вибір обладнання, пристроїв та інструменту, які забезпечують якісне виконання розбірно-складальних, рихтувальних, підготовчих і контрольних операцій.

Технологічна карта повинна передбачати застосування сучасного ремонтного оснащення, зокрема слюсарного, рихтувального, вимірювального та пневматичного інструменту. Крім цього, у ній доцільно зазначати способи контролю якості ремонту, оскільки після відновлення дверки необхідно перевірити її геометрію, рівномірність зазорів, справність замка, петель і правильність прилягання до кузовного прорізу.

У технологічній карті подають перелік робіт у чіткій технологічній послідовності, зазначають обладнання та інструмент, необхідні для кожної операції, а також наводять технічні умови й короткі вказівки щодо їх виконання. Окремо вказують спеціальність виконавця, кваліфікаційний розряд і трудомісткість операцій. Такий підхід дає змогу стандартизувати ремонтний процес, зменшити ймовірність помилок і забезпечити належний рівень організації праці.

Для ремонту лівої передньої дверки автомобіля Renault Duster технологічну карту оформлюємо у вигляді таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 – Технологічна карта ремонту лівої передньої дверки автомобіля Renault Duster.

№ п/п	Порядок виконання	Обладнання
1	2	3
005	<i>Розбиральна.</i> Виконуємо зовнішній огляд автомобіля з метою виявлення пошкоджених ділянок кузова, визначення характеру деформацій і встановлення переліку елементів, що потребують ремонту або заміни.  Знімаємо кришку кріплення переднього дзеркала, відвертаємо два фіксувальні гвинти та демонтуємо внутрішню обшивку дверки. Після цього від'єднуємо елементи приводу, знімаємо ручку відкриття і замковий механізм. 	Універсальний набір інструментів 143 предмета Vigor

Відвертаємо три болти кріплення планки фіксації скла, після чого обережно виймаємо скло через віконний отвір дверки. Далі демонтуємо механізм склопідіймача, від'єднавши його від кріплень і привідних елементів.



010 *Слюсарна.*

Перед відокремленням підсилювача дверки позначаємо на зовнішній панелі місце його розташування. Після цього акуратно відрізаємо ребро жорсткості від полотна дверки, не допускаючи пошкодження основної панелі.

Із застосуванням спеціального рихтувального інструменту виконуємо виправлення деформованого ребра жорсткості дверки, поступово відновлюючи його початкову форму та положення відносно полотна.



Спеціальні пристосування і інструмент для рихтовки, кутова шліфмашинка

За допомогою спеціального рихтувального інструменту виконуємо відновлення поверхні в зоні розташування ручки дверки, усуваючи локальні вм'ятини та вирівнюючи метал до заданої форми.



Видаляємо лакофарбове покриття в зоні пошкодження дверки, забезпечуючи плавний перехід до неушкодженої поверхні. Це дає змогу якісно підготувати метал до подальших ремонтних операцій і запобігти відшаруванню покриття під час обробки.



015

Слюсарна.

Виконуємо розмітку ділянки, на якій необхідно видалити лакофарбове покриття перед подальшим рихтуванням. Межі зони позначаємо з урахуванням фактичного пошкодження та запасу для якісної підготовки поверхні.

Спеціальні пристосування і інструмент для рихтовки, перевірна лінійка, спотер з

рихтувальним
пристосуванням



За допомогою спотера приварюємо тягові шайби до пошкодженої ділянки, починаючи з центральної частини деформації. Таке розміщення дає змогу поступово витягувати метал і контролювати відновлення форми поверхні дверки..



Аналогічні операції виконуємо для нижньої пошкодженої ділянки полотна дверки: очищаємо поверхню від лакофарбового покриття, приварюємо тягові шайби спотером і поступово витягуємо деформований метал до відновлення необхідної форми.



За допомогою важільного пристосування виконуємо витягування нижньої частини полотна дверки, поступово відновлюючи її геометрію. У процесі рихтування контролюємо площинність

поверхні та не допускаємо надмірного розтягування металу.



Такі самі дії виконуємо з верхньою частиною полотна дверки, поступово витягуючи деформовану ділянку та контролюючи рівність поверхні.

Переставляючи важільне пристосування через кожні три приварені шайби, здійснюємо послідовне витягування металу. Це дає змогу рівномірно розподілити зусилля та уникнути локального перерозтягнення панелі.

Аналогічним способом відновлюємо нижню частину дверного полотна, перевіряючи форму поверхні за допомогою лінійки або контрольного шаблону.

Після завершення витягування видаляємо приварені шайби, зачищаємо місця їх кріплення та готуємо поверхню до подальшої обробки.

020 *Слюсарна.*

Виконуємо правку полотна дверки з внутрішнього боку методом контрольного вистукування. У процесі роботи поступово вирівнюємо метал відповідно до заданої площини, контролюючи форму поверхні та не допускаючи утворення нових локальних деформацій.

Спеціальні пристосування і інструмент для рихтовки, кутова шліфмашина



За допомогою кутової шліфувальної машини виконуємо зачистку відновленої ділянки полотна дверки. Під час обробки видаляємо залишки зварювання, нерівності та сліди попереднього рихтування, готуючи поверхню до наступних технологічних операцій.



У нижній частині полотна дверки очищаємо пошкоджену ділянку від старого лакофарбового покриття. Поверхню зачищаємо до металу, забезпечуючи якісну підготовку зони ремонту до подальшого вирівнювання та нанесення захисних матеріалів.



025 *Слюсарна.*

За допомогою зворотного молотка для точкового рихтування виконуємо відновлення деформованої ділянки в зоні встановлення замка. Рихтування проводимо поступово, контролюючи форму поверхні та правильність розташування посадкового місця під замковий механізм.



Аналогічно виконуємо точкове рихтування ділянки в зоні встановлення ручки дверки. За допомогою зворотного молотка поступово витягуємо деформовану поверхню, контролюючи її площинність і правильність форми посадкового місця під ручку.



Після цього переходимо до основної площини дверного полотна та за допомогою зворотного молотка для точкового рихтування виконуємо поступове витягування деформованої поверхні. Роботу проводимо поетапно, контролюючи рівність панелі та плавність переходу між відновленою і непошкодженою ділянками.

Молоток
обернений для
кузовних робіт з
пристосуванням
и, перевірна
лінійка, спотер



За допомогою контрольної лінійки перевіряємо площинність відновленої поверхні передньої дверки. Контроль виконуємо в кількох напрямках, щоб виявити можливі залишкові нерівності та визначити потребу в додатковому рихтуванні.



030

Слюсарна

Після відновлення площинності дверного полотна виконуємо остаточну зачистку поверхні кутовою шліфувальною машиною. Обробку проводимо до отримання рівної та гладкої ділянки, придатної для подальшого нанесення ґрунтувальних і вирівнювальних матеріалів.



Кутова
шліфмашинка

	На відремонтовану ділянку наносимо шар автомобільної шпаклівки для остаточного вирівнювання поверхні. Після підготовки та обробки місця ремонту виконуємо складання передньої дверки автомобіля у зворотній послідовності до операції 005, встановлюючи скло, механізм склопідіймача, замок, ручку та внутрішню обшивку.  Після завершення рихтувальних, зачисних і складальних операцій автомобіль передаємо на суміжний пост для виконання фарбувальних робіт. На цьому етапі проводять остаточну підготовку поверхні, ґрунтування, нанесення лакофарбового покриття та контроль якості зовнішнього вигляду відремонтованої дверки.	
--	--	--

2.2 Нормування часу на виконання операцій ремонту лівої передньої дверки автомобіля Renault Duster

Нормування часу є важливим етапом розроблення технологічного процесу ремонту, оскільки дає змогу обґрунтувати трудомісткість окремих операцій, визначити завантаження виконавців і забезпечити раціональну організацію роботи на посту. Для автосервісних і авторемонтних підприємств під час встановлення норм часу найчастіше застосовують такі методи:

розрахунково-аналітичний метод – передбачає визначення норми часу шляхом поділу технологічної операції на окремі елементи з подальшим розрахунком тривалості кожного з них;

аналітично-дослідний метод – ґрунтується на безпосередньому вивченні виробничого процесу, проведенні спостережень і вимірюванні фактичних витрат часу на виконання операцій;

дослідно-статистичний метод – базується на використанні накопичених статистичних даних щодо тривалості аналогічних робіт, виконаних у реальних виробничих умовах;

метод порівняння або аналогії – застосовується у випадках, коли норму часу встановлюють на основі зіставлення з подібними за змістом і складністю ремонтними операціями. Під час визначення тривалості операцій з ремонту лівої передньої дверки автомобіля Renault Duster використано чинні нормативні матеріали, призначені для нормування праці робітників автосервісних підприємств. Такі нормативи дають змогу встановити обґрунтовані витрати часу на демонтажні, рихтувальні, зачисні, складальні та підготовчі роботи.

В основу прийнятих норм часу покладено результати фотохронометражних спостережень, дані фотографії робочого дня, технічні характеристики обладнання та інструменту, а також аналіз організації праці й технології виконання ремонтних операцій на станціях технічного обслуговування автомобілів. Додатково враховано технічні розрахунки, складність пошкодження дверки та послідовність виконання відновлювальних робіт.

Загальну трудомісткість технологічного процесу визначаємо як суму норм часу на виконання всіх операцій:

$$T_{\Sigma} = t_{005} + t_{010} + t_{015} + t_{020} + t_{025} + t_{030}, \quad (2.1)$$

де T_{Σ} – загальна трудомісткість ремонту, люд·год;

$t_{005}, t_{010}, \dots, t_{030}$ – норми часу на виконання окремих технологічних операцій, люд·год.

Підставляємо значення норм часу:

$$T_{\Sigma} = 0,6 + 1,1 + 1,2 + 1,3 + 1,2 + 1,4$$

Виконуємо додавання поетапно:

$$T_{\Sigma} = 0,6 + 1,1 = 1,7 \text{ люд} \cdot \text{год}$$

$$T_{\Sigma} = 1,7 + 1,2 = 2,9 \text{ люд} \cdot \text{год}$$

$$T_{\Sigma} = 2,9 + 1,3 = 4,2 \text{ люд} \cdot \text{год}$$

$$T_{\Sigma} = 4,2 + 1,2 = 5,4 \text{ люд} \cdot \text{год}$$

$$T_{\Sigma} = 5,4 + 1,4 = 6,8 \text{ люд} \cdot \text{год}$$

Отже, загальна трудомісткість ремонту лівої передньої дверки автомобіля Renault Duster становить:

$$T_{\Sigma} = 6,8 \text{ люд} \cdot \text{год}$$

Результати нормування операцій ремонту лівої передньої дверки автомобіля Renault Duster подано в таблиці 2.2.

Таблиця 2.2 – Норми часу на виконання ремонту лівої передньої дверки автомобіля Renault Duster

№ опер.	Назва операції що виконується	Розряд роботи	Норми часу, люд-год.
005	Розбиральна.	4	0,6
010	Слюсарна.	4	1,1
015	Слюсарна.	4	1,2
020	Слюсарна.	4	1,3
025	Слюсарна.	4	1,2
030	Слюсарна.	4	1,4
Всього			6,8

За результатами нормування, наведеними в таблиці 2.2, загальна трудомісткість технологічного процесу ремонту лівої передньої дверки автомобіля Renault Duster становить 6,8 люд·год. Це значення враховує виконання основних демонтажних, рихтувальних, зачисних, складальних і підготовчих операцій, необхідних для відновлення пошкодженого кузовного елемента.

2.3 Розрахунок і підбір технологічного обладнання посту ремонту кузовів автомобілів

Пост ремонту кузовів автомобілів призначений для виконання робіт, пов'язаних із відновленням пошкоджених елементів кузова, заміною окремих деталей, проведенням жерстяницьких і зварювальних операцій, а також виправленням порушеної геометрії кузова із застосуванням спеціалізованих стендів і пристосувань.

Вибір технологічного обладнання для кузовного посту здійснюють з урахуванням характеру виконуваних робіт, виробничої програми, площі ділянки та умов експлуатації обладнання [4, 5]. Для забезпечення належної якості й ритмічності ремонтного процесу використовують типові довідники обладнання та оснащення станцій технічного обслуговування, а також враховують специфіку ремонту конкретних кузовних елементів.

Обладнання, яке застосовується на посту кузовного ремонту, доцільно поділяти на дві основні групи. До першої групи належить основне технологічне обладнання: стенди для правки кузова, зварювальні апарати, вимірювальні пристрої, підйомно-фіксувальні засоби та інше устаткування, безпосередньо задіяне у виконанні ремонтних операцій. До другої групи відносять технологічну оснастку й допоміжний інструмент: верстаки, стелажі, інструментальні шафи, комплекти ручного, пневматичного та електричного інструменту.

Необхідну кількість основного технологічного обладнання визначають за річною трудомісткістю робіт, які виконуються із застосуванням відповідного устаткування. Розрахунок здійснюють за формулою:

$$n_{об} = \frac{T_o}{\Phi_{од} \cdot \eta_3}, \quad (2.2)$$

де T_o – трудомісткість робіт, що виконуються даним видом обладнання, люд-год.;

$\Phi_{од}$ – дійсний річний фонд часу роботи обладнання, год.;

η_3 – коефіцієнт завантаження обладнання, $\eta_3 = 0,75 \dots 0,9$.

Обладнання, що використовується на посту нерегулярно і не має постійного завантаження протягом зміни, приймають за комплектним принципом. Його підбирають відповідно до типового переліку устаткування для кузовного поста, з урахуванням виробничої потужності підприємства, кількості автомобілів, що обслуговуються, та фактичної технологічної потреби.

Загальна кількість одиниць обладнання для посту кузовного ремонту залежить від числа робочих постів, характеру виконуваних операцій і рівня механізації ремонтного процесу. Чим вищий ступінь механізації, тим більшу частку робіт можна виконувати із застосуванням спеціалізованих стендів, пристроїв та механізованого інструменту.

Кількість організаційної оснастки визначають за чисельністю працівників, зайнятих у найбільш завантажену зміну. Під час вибору робочих столів необхідно враховувати, що за одним столом повинен працювати один виконавець, оскільки це забезпечує зручність роботи, безпечне розміщення інструменту та раціональну організацію робочого місця.

Під час визначення кількості стелажів, шаф і тумб потрібно враховувати обсяг деталей, запасних частин, пристроїв та інструменту, які передбачається зберігати на посту. Крім цього, важливе значення має зручність доступу до оснащення та доцільність розміщення інструментальних шаф або тумб поблизу основних робочих місць.

Кількість спеціальних пристроїв і комплектів інструменту приймають з урахуванням технологічної необхідності та кількості робітників, які одночасно виконують кузовні операції. Такий підхід дає змогу уникнути простоїв, забезпечити ритмічність ремонту та підвищити продуктивність праці.

Річна трудомісткість робіт на посту кузовного ремонту автомобілів становить 2329,6 люд·год для одного поста.

Тоді розрахунок кількості основного технологічного обладнання виконуємо за формулою:

$$П_{об} = \frac{2329,6}{2074,83 \cdot 0,85} = 1,3.$$

Приймаємо 2 одиниці основного обладнання.

Крім розрахунку основного устаткування, під час проєктування посту кузовного ремонту необхідно передбачити також допоміжне технологічне обладнання, без якого неможливо забезпечити повний і якісний цикл виконання ремонтних робіт. До такого обладнання належать пристрої для фіксації кузова, робочі столи, зварювальні апарати, рихтувальні комплекти, засоби механізованої обробки поверхонь, інструментальні шафи та стелажі для зберігання деталей.

Номенклатуру та потрібну кількість обладнання для посту ремонту кузовів автомобілів приймають на основі типових переліків, довідників і каталогів технологічного оснащення, з урахуванням призначення посту, обсягу робіт, кількості виконавців та рівня механізації виробничого процесу [23]. Підібране обладнання повинно забезпечувати виконання основних операцій кузовного ремонту: демонтаж пошкоджених елементів, правку деформованих ділянок, зварювання, зачистку, підготовку поверхонь і контроль якості виконаних робіт.

Результати підбору технологічного обладнання для посту ремонту кузовів автомобілів подано в таблиці 2.3.

Таблиця 2.3 – Відомість обладнання посту ремонту кузовів автомобілів.

№ п/п	Найменування обладнання	Кіл.	Тип, марка	Габаритні розміри, м	Займана площа, м ²	Потужність, кВт
1	Напільна анкерна стапель з зусиллям 5 т.	1	Trommelberg B1G	2,62×1,88	4,93	-
2	Силовa стійка з зусиллям 5 т.	1	Trommelberg Roller	1,0×0,72	0,72	-
3	Мобільна стійка для обладнання	1	Trommelberg 11	1,2×0,4	0,48	-
4	Набір пневматичного обладнання	1	HB610 JTC (38 предм.)	-	-	-
5	Пристосування для піднімання і перекидання автомобіля	1	Власного виготовлення	0,93×0,83	0,77	-
6	Спотер багатофункціональний	1	HF-45	0,48×0,6	0,29	11,6

7	Апарат плазмової різки	1	POWER PLASMA 3100	0,357×0,15	0,05	3,2
8	Зварювальний напівавтомат	1	Bimax 152 Turbo	0,31×0,185	0,06	3,7
9	Верстак слюсарний	1	31C2Б	1,5×0,62	0,93	-
10	Мобільний стелаж	1	516С	1,5×1,0	1,5	-
11	Тиски слюсарні	1	TCC-140	0,32×0,19	0,06	-
12	Візок для інструменту	1	HAZET	0,93×0,7	0,65	-
13	Шафа інструментальна	1	ШИ-15	1,0×0,5	0,5	-
14	Шафа інструментальна	1	ШИ- 10/3П/3В	1,0×0,5	0,5	-
15	Пневматичний домкрат	1	ДП-2	0,35×0,4	0,14	-
16	Домкрат гідравлічний	1	Forte TA82007-2Т	0,18×0,4	0,072	-
17	Шафа для одягу	1	06.1014 Hicdoor	0,85×0,5	0,425	-
18	Умивальник	1	-	0,45×0,4	0,18	-
19	Спеціальні пристосування і інструмент	1	Picard-25400 (30 елементів)	-	-	-
20	Набір інструмента жестяника	1	TOPEX (42 пред.)	-	-	-
21	Набір слюсарного інструменту	1	Cougar (94 пред.)	-	-	-
22	Набір ключів	1	TOPEX (50 пред.)	-	-	-
23	Кутова шліфмашина	1	Makita GA9020	-	-	0,8
24	Скриня для відходів	1	РАСО мод. С317	0,4×0,5	0,20	-
	Разом	24			11,457	19,3

2.4 Розрахунок площі посту ремонту кузовів автомобілів

Під час визначення площі посту ремонту кузовів автомобілів необхідно враховувати не лише габаритні розміри автомобіля, а й місця для розміщення обладнання, інструменту, проходів і безпечного виконання технологічних операцій [4]. Виробниче приміщення має бути достатньо просторим, зручним для переміщення працівників і деталей, а також забезпеченим природним та штучним освітленням.

Кузовний пост повинен мати раціональне планування, оскільки під час ремонту виконуються розбірно-складальні, рихтувальні, зварювальні та підготовчі роботи. Для цього навколо автомобіля необхідно передбачити вільні зони, які забезпечують доступ до дверей, крил, порогів, прорізів кузова та інших елементів, що підлягають ремонту або контролю.

Площу посту ремонту кузовів автомобілів визначаємо за формулою:

$$F_{\Pi} = \sum f_{об} \cdot k_{\Pi}, \quad (2.3)$$

де $\sum f_{об}$ – сумарна площа технологічного обладнання і виробничого інвентарю (столи, стелажі тощо), що встановлюється на підлогу даного поста, m^2 ;

k_{Π} – коефіцієнт, що враховує щільність розташування обладнання [7]. Для кузовного поста $k_{\Pi}=4,0...4,5$.

$$F_{\Pi} = \sum f_{об} \cdot k_{\Pi} = 11,457 \cdot 4,5 = 51,6 \text{ м}^2.$$

Отже, для посту ремонту кузовів автомобілів приймаємо виробничу площу 54 м^2 з розмірами сторін $9 \times 6 \text{ м}$. Такі габарити забезпечують можливість розміщення автомобіля Renault Duster, необхідного кузовного обладнання та робочих зон для виконання демонтажних, рихтувальних, зварювальних і підготовчих операцій.

3 КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ

3.1 Обґрунтування вибору пристосування

Під час ремонту лівої передньої дверки виконуються такі характерні роботи:

- демонтаж внутрішньої обшивки, скла, замка та склопідіймача;
- відокремлення або виправлення ребра жорсткості;
- витягування деформованих ділянок спотером;
- рихтування полотна дверки з внутрішнього та зовнішнього боку;
- контроль площинності поверхні;
- підготовка дверки до шпаклювання та фарбування.

Основна проблема полягає в тому, що дверка є тонколистовим кузовним елементом і під час рихтування може додатково деформуватися. Якщо деталь недостатньо надійно зафіксована, зусилля від зворотного молотка або важільного пристосування передається нерівномірно, що ускладнює відновлення правильної геометрії. Тому доцільно застосувати спеціальне пристосування, яке забезпечить фіксацію дверки, зручний доступ до пошкодженої ділянки та можливість контролюваного витягування металу.

3.2 Пристосування для фіксації та рихтування передньої дверки автомобіля Renault Duster

Пропоноване пристосування призначене для закріплення демонтованої або частково розібраної передньої дверки автомобіля Renault Duster під час виконання рихтувальних, зварювальних, зачисних і контрольних операцій. Його застосування дає змогу підвищити точність відновлення дверного полотна, зменшити трудомісткість ремонту та поліпшити умови роботи слюсаря-рихтувальника.

Конструктивно пристосування складається з жорсткої опорної рами, регульованих стояків, поворотного вузла, фіксаторів дверки, упорних елементів, прямої балки для рихтувального важеля та змінних захватів. Дверка

встановлюється на пристосування за зони кріплення петель і додатково фіксується м'якими притискними опорами, які не пошкоджують лакофарбове покриття на непошкоджених ділянках.

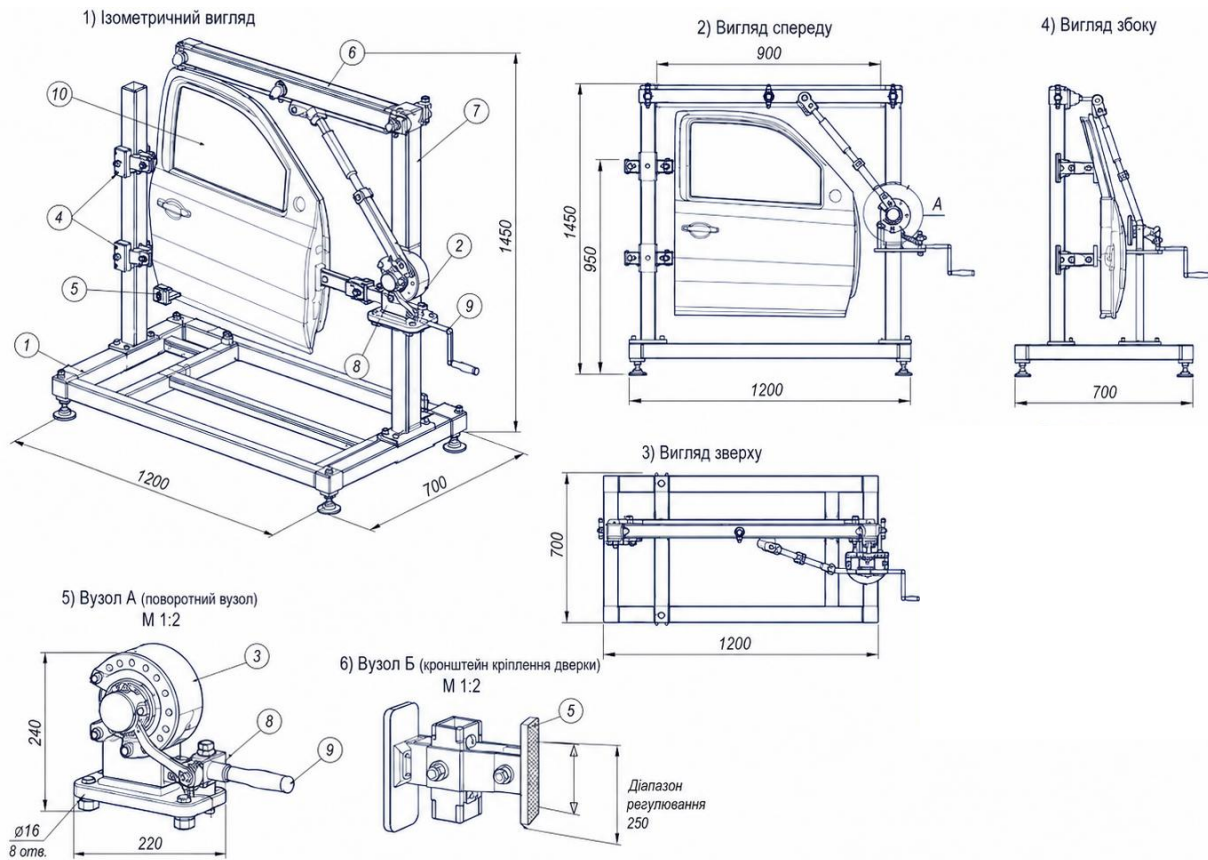


Рис. 3.1. Пристосування для фіксації та рихтування передньої дверки автомобіля Renault Duster:

1 - опорна рама. 2 - вертикальна стійка. 3 - поворотний вузол. 4 - кронштейн кріплення дверки. 5 - притискна опора. 6 - верхня напрямна балка. 7 - рихтувальний важіль. 8 - фіксатор кута. 9 - ручка повороту. 10 - дверка автомобіля.

Таблиця 3.1 - Основні елементи пристосування.

№	Елемент пристосування	Призначення
1	Опорна рама	Забезпечує жорсткість конструкції та стійкість під час рихтування
2	Регульовані вертикальні стояки	Дають змогу встановлювати дверку на потрібній висоті
3	Поворотний вузол	Забезпечує можливість зміни положення дверки для доступу до внутрішньої та зовнішньої поверхні

4	Фіксатори петель	Закріплюють дверку за штатні місця встановлення
5	Притискні опори з гумовими накладками	Утримують дверку без пошкодження поверхні
6	Напрямна балка	Служить опорою для важільного рихтувального пристрою
7	Змінні захвати	Використовуються для з'єднання з тяговими шайбами або рихтувальними елементами
8	Контрольна планка	Дає змогу перевіряти площинність відновленої поверхні

Принцип роботи пристосування. Перед початком ремонту дверку після демонтажу обшивки, скла, ручки та замка встановлюють на опорну раму пристосування. Кріплення виконують через штатні отвори петель, що дає змогу зберегти правильне просторове положення деталі. Додаткові притискні опори підводять до внутрішньої поверхні дверки та фіксують її без надмірного навантаження.

Після цього пошкоджену ділянку очищають від лакофарбового покриття, приварюють тягові шайби спотером і за допомогою важільного механізму виконують поступове витягування металу. Зусилля прикладають не різко, а поетапно, переміщуючи захват уздовж пошкодженої зони. Це дає змогу рівномірно відновлювати форму полотна дверки та запобігати перерозтягненню тонколистового металу.

Під час рихтування контроль площинності виконують за допомогою перевірконої лінійки або контрольної планки, встановленої на пристосуванні. За потреби дверку можна повернути на необхідний кут, що забезпечує доступ до внутрішньої сторони полотна, ребра жорсткості, зони замка та місця встановлення ручки.

Доцільність застосування пристосування в технологічному процесі. Найбільш ефективно запропоноване пристосування використовується під час виконання таких операцій.

Таблиця 3.2 – Ефективність використання пристосування для таких операцій.

Операція	Зміст робіт	Роль пристосування
010	Виправлення ребра жорсткості та зони ручки	Забезпечує фіксацію дверки та доступ до місця деформації
015	Витягування верхньої та нижньої частини полотна	Дозволяє прикладати контрольоване рихтувальне зусилля
020	Правка полотна з внутрішнього боку	Забезпечує зручне положення дверки для вистукування
025	Точкове рихтування зони замка, ручки та полотна	Дає змогу точно контролювати площинність поверхні
030	Остаточна зачистка та підготовка до складання	Утримує дверку у стійкому положенні під час обробки

Переваги запропонованого пристосування. Застосування спеціального пристосування для фіксації та рихтування передньої дверки Renault Duster дає такі переваги:

- підвищується точність відновлення геометрії дверного полотна;
- зменшується ризик додаткового деформування тонколистового металу;
- поліпшується доступ до зон ручки, замка, ребра жорсткості та нижньої частини дверки;
- скорочується час на допоміжні операції;
- підвищується якість контролю площинності;
- покращуються умови праці виконавця;
- зменшується потреба у повторному рихтуванні перед шпаклюванням.

3.3 Розрахунок основних елементів пристосування

Пристосування призначене для закріплення передньої дверки автомобіля під час рихтувальних, зачисних і контрольних операцій. У процесі роботи на конструкцію діють навантаження від маси дверки, зусилля рихтування та реакції у місцях фіксації.

Для розрахунку приймаємо такі вихідні дані:

$$m_d = 25 \text{ кг}$$

де m_d – маса передньої дверки автомобіля.

Сила ваги дверки:

$$G = m_d \cdot g = 25 \cdot 9,81 = 245,25 \text{ Н}$$

Приймаємо:

$$G \approx 250 \text{ Н}$$

З урахуванням динамічних навантажень і можливих зусиль під час рихтування приймаємо розрахункове навантаження:

$$P = 1000 \text{ Н}$$

Коефіцієнт запасу міцності:

$$n = 2$$

Тоді розрахункове навантаження з урахуванням запасу:

$$P_p = P \cdot n = 1000 \cdot 2 = 2000 \text{ Н}$$

1. Розрахунок опорної рами. Опорна рама є основним несучим елементом пристосування. Вона сприймає масу дверки, зусилля від рихтувального важеля та реакції від вертикальних стояків.

Приймаємо, що рама виготовлена з профільної труби:

$$40 \times 40 \times 3 \text{ мм}$$

Матеріал – сталь Ст3.

Для перевірки рами на згин приймаємо максимальне навантаження:

$$P_p = 2000 \text{ Н}$$

Довжина найбільш навантаженої ділянки рами:

$$l = 1200 \text{ мм} = 1,2 \text{ м}$$

Максимальний згинальний момент для балки, навантаженої посередині:

$$M = \frac{P_p \cdot l}{4}$$

$$M = \frac{2000 \cdot 1,2}{4} = 600 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

Переводимо в Н·мм:

$$M = 600000 \text{ Н} \cdot \text{мм}$$

Для профільної труби $40 \times 40 \times 3$ мм момент опору приблизно становить:

$$W \approx 4,1 \text{ см}^3 = 4100 \text{ мм}^3$$

Напруження згину:

$$\sigma = \frac{M}{W}$$

$$\sigma = \frac{600000}{4100} = 146,3 \text{ МПа}$$

Допустиме напруження для сталі Ст3 приймаємо:

$$[\sigma] = 160 \text{ МПа}$$

Умова міцності:

$$\sigma \leq [\sigma]$$

$$146,3 \leq 160 \text{ МПа}$$

Умова виконується. Отже, для виготовлення опорної рами можна прийняти профільну трубу 40×40×3 мм.

2. Розрахунок регульованих вертикальних стояків. Вертикальні стояки сприймають навантаження від дверки та рихтувального важеля. Приймаємо, що навантаження розподіляється між двома стояками.

Навантаження на один стояк:

$$P_{\text{ст}} = \frac{P_p}{2}$$

$$P_{\text{ст}} = \frac{2000}{2} = 1000 \text{ Н}$$

Приймаємо стояк із профільної труби:

$$40 \times 40 \times 3 \text{ мм}$$

Площа поперечного перерізу труби:

$$A = 40 \cdot 40 - 34 \cdot 34$$

$$A = 1600 - 1156 = 444 \text{ мм}^2$$

Напруження стиску:

$$\sigma_{\text{ст}} = \frac{P_{\text{ст}}}{A}$$

$$\sigma_{\text{ст}} = \frac{1000}{444} = 2,25 \text{ МПа}$$

Допустиме напруження значно більше:

$$[\sigma] = 160 \text{ МПа}$$

$$2,25 \leq 160 \text{ МПа}$$

Отже, міцність вертикальної стійки забезпечується з великим запасом. Для

стояків приймаємо профільну трубу 40×40×3 мм.

3. Розрахунок поворотного вузла. Поворотний вузол забезпечує зміну положення дверки під час ремонту. Основне навантаження на нього створює момент від маси дверки та зусилля рихтування.

Приймаємо відстань від осі повороту до центра маси дверки:

$$a = 0,35 \text{ м}$$

Момент від ваги дверки:

$$M_{\text{д}} = G \cdot a$$

$$M_{\text{д}} = 250 \cdot 0,35 = 87,5 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

З урахуванням рихтувального зусилля приймаємо розрахунковий момент:

$$M_{\text{р}} = 200 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

Для осі поворотного вузла приймаємо круглий стержень діаметром:

$$d = 20 \text{ мм}$$

Момент опору круглого перерізу при згині:

$$W = \frac{\pi d^3}{32}$$

$$W = \frac{3,14 \cdot 20^3}{32} = 785 \text{ мм}^3$$

Переводимо момент у Н·мм:

$$M_{\text{р}} = 200000 \text{ Н} \cdot \text{мм}$$

Напруження згину в осі:

$$\sigma = \frac{M_{\text{р}}}{W}$$

$$\sigma = \frac{200000}{785} = 254,8 \text{ МПа}$$

Для осі доцільно застосувати сталь 45 з допустимим напруженням:

$$[\sigma] = 300 \text{ МПа}$$

$$254,8 \leq 300 \text{ МПа}$$

Отже, вісь поворотного вузла діаметром 20 мм забезпечує необхідну міцність. Для підвищення надійності можна прийняти діаметр 22 мм.

4. Розрахунок фіксаторів петель. Фіксатори петель утримують дверку за штатні місця кріплення. Приймаємо, що дверка закріплюється двома фіксаторами.

Навантаження на один фіксатор:

$$P_{\phi} = \frac{P_p}{2}$$

$$P_{\phi} = \frac{2000}{2} = 1000 \text{ Н}$$

Приймаємо болт кріплення діаметром:

$$d = 10 \text{ мм}$$

Площа перерізу болта:

$$A = \frac{\pi d^2}{4}$$

$$A = \frac{3,14 \cdot 10^2}{4} = 78,5 \text{ мм}^2$$

Напруження зрізу:

$$\tau = \frac{P_{\phi}}{A}$$

$$\tau = \frac{1000}{78,5} = 12,7 \text{ МПа}$$

Допустиме напруження зрізу для болта:

$$[\tau] = 80 \text{ МПа}$$

$$12,7 \leq 80 \text{ МПа}$$

Для фіксаторів петель достатньо застосувати болти М10, які забезпечують надійне кріплення дверки.

5. Розрахунок притискних опор з гумовими накладками. Притискні опори використовуються для додаткової фіксації дверки без пошкодження її поверхні.

Приймаємо, що одна опора сприймає навантаження:

$$P_o = 300 \text{ Н}$$

Площа гумової накладки:

$$A = 50 \cdot 40 = 2000 \text{ мм}^2$$

Контактний тиск:

$$p = \frac{P_o}{A}$$

$$p = \frac{300}{2000} = 0,15 \text{ Н/мм}^2$$

Оскільки контактний тиск є невеликим, гумова накладка не пошкоджує

поверхню дверки та забезпечує достатню площу контакту. Для опор приймаємо гумові накладки розміром 50×40 мм товщиною 8–10 мм.

6. Розрахунок напрямної балки. Напрямна балка призначена для встановлення рихтувального важеля та передачі зусилля під час витягування деформованої ділянки.

Приймаємо довжину балки:

$$l = 900 \text{ мм} = 0,9 \text{ м}$$

Розрахункове зусилля:

$$P = 1000 \text{ Н}$$

Максимальний згинальний момент:

$$M = \frac{P \cdot l}{4}$$

$$M = \frac{1000 \cdot 0,9}{4} = 225 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

$$M = 225000 \text{ Н} \cdot \text{мм}$$

Приймаємо напрямну балку з профільної труби:

$$40 \times 40 \times 3 \text{ мм}$$

Момент опору:

$$W = 4100 \text{ мм}^3$$

Напруження згину:

$$\sigma = \frac{M}{W}$$

$$\sigma = \frac{225000}{4100} = 54,9 \text{ МПа}$$

Умова міцності:

$$54,9 \leq 160 \text{ МПа}$$

Профільна труба 40×40×3 мм придатна для виготовлення напрямної балки.

7. Розрахунок змінних захватів. Змінні захвати застосовуються для з'єднання рихтувального важеля з тяговими шайбами або іншими рихтувальними елементами.

Приймаємо тягове зусилля:

$$P_3 = 1000 \text{ Н}$$

Захват виготовляється зі сталеві пластини шириною:

$$b = 25 \text{ мм}$$

товщиною:

$$s = 5 \text{ мм}$$

Площа перерізу:

$$A = b \cdot s$$

$$A = 25 \cdot 5 = 125 \text{ мм}^2$$

Напруження розтягу:

$$\sigma = \frac{P_3}{A}$$

$$\sigma = \frac{1000}{125} = 8 \text{ МПа}$$

Допустиме напруження:

$$[\sigma] = 160 \text{ МПа}$$

$$8 \leq 160 \text{ МПа}$$

Захват із пластини 25×5 мм має достатню міцність. Для підвищення жорсткості доцільно прийняти пластину 30×6 мм.

8. Розрахунок контрольної планки. Контрольна планка призначена для перевірки площинності відновленої поверхні дверки. Вона не сприймає значних силових навантажень, однак повинна мати достатню жорсткість і не деформуватися під власною масою.

Приймаємо довжину контрольної планки:

$$l = 800 \text{ мм}$$

Для виготовлення приймаємо алюмінієвий або сталевий профіль:

$$30 \times 20 \times 2 \text{ мм}$$

Планка використовується як вимірювальний елемент, тому основною вимогою є її прямолінійність. Допустиме відхилення від прямолінійності приймаємо:

$$\Delta \leq 1 \text{ мм}$$

Для забезпечення точності контролю робоча поверхня планки повинна бути рівною, без задирок, вм'ятин і залишкових деформацій.

Таблиця 3.3 - Загальна прийнятих елементів пристосування.

Елемент пристосування	Прийнятий матеріал / переріз	Основне призначення
Опорна рама	Профільна труба 40×40×3 мм, Ст3	Сприймання основних навантажень і забезпечення стійкості
Регульовані вертикальні стояки	Профільна труба 40×40×3 мм, Ст3	Утримання дверки та поворотного вузла
Поворотний вузол	Вісь Ø20–22 мм, сталь 45	Поворот дверки у зручне положення
Фіксатори петель	Болти М10	Кріплення дверки за штатні місця петель
Притискні опори	Накладки 50×40×8 мм	Додаткова фіксація без пошкодження поверхні
Напрямна балка	Профільна труба 40×40×3 мм	Переміщення та опора рихтувального важеля
Змінні захвати	Пластина 30×6 мм	Передача тягового зусилля до шайб або захватів
Контрольна планка	Профіль 30×20×2 мм	Перевірка площинності дверного полотна

У результаті розрахунку встановлено, що для виготовлення основних несучих елементів пристосування доцільно застосувати профільну трубу 40×40×3 мм зі сталі Ст3. Для поворотного вузла приймається вісь діаметром 20–22 мм зі сталі 45, а для фіксації дверки – болтові з'єднання М10. Запропоновані розміри забезпечують достатню міцність і жорсткість конструкції під час виконання рихтувальних операцій [16].

Для заданого технологічного процесу ремонту лівої передньої дверки автомобіля Renault Duster найбільш доцільним є розроблення поворотно-фіксувального пристосування для рихтування дверки. Таке пристосування є простим за конструкцією, може бути виготовлене в умовах ремонтної дільниці та суттєво підвищує якість виконання кузовних робіт.

4 БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ, ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ

4.1 Аналіз небезпечних і шкідливих виробничих факторів під час виконання кузовного ремонту

Ремонт лівої передньої дверки автомобіля Renault Duster виконується на кузовному посту та включає розбиральні, слюсарні, рихтувальні, зачисні й підготовчі операції. У процесі ремонту використовують ручний слюсарний інструмент, кутову шліфувальну машину, спотер, зворотний молоток, рихтувальні пристосування, перевірочну лінійку та допоміжне оснащення для фіксації деталі. Через це робочий процес супроводжується дією низки небезпечних і шкідливих виробничих факторів, які необхідно враховувати під час організації робочого місця.

Одним із основних небезпечних факторів є можливість механічного травмування працівника під час демонтажу обшивки дверки, скла, ручки, замка та механізму склопідіймача. Небезпеку можуть становити гострі кромки металевих деталей, пружні елементи механізмів, уламки старого лакофарбового покриття, а також скло дверки, яке під час необережного демонтажу може пошкодитися або випасти з віконного отвору. Тому під час розбирання дверки необхідно забезпечити надійне утримання елементів, послідовність демонтажу та використання справного інструменту.

Під час виконання рихтувальних робіт виникає небезпека травмування рук і очей частинками металу, відбитими елементами тягових шайб або уламками зварних точок. Особливо це стосується операцій, де застосовують спотер, зворотний молоток і важільне пристосування для витягування деформованих ділянок дверного полотна. У процесі таких робіт на тонколистовий метал передаються локальні зусилля, тому неправильне встановлення захватів або різке прикладання навантаження може призвести до відриву привареної шайби чи неконтрольованого переміщення інструменту.

Значну небезпеку становить використання кутової шліфувальної машини. Під час зачищення поверхні дверки утворюються іскри, металевий пил, дрібні абразивні частинки та залишки лакофарбового покриття. У разі пошкодження

шліфувального круга або неправильного його встановлення можливе руйнування абразивного інструменту з високою швидкістю розльоту уламків. Тому перед початком роботи необхідно перевіряти справність машини, захисного кожуха, круга, кабелю живлення та надійність кріплення робочого інструменту.

Окрему групу ризиків становлять електричні фактори. Під час ремонту застосовують електрифікований інструмент і зварювально-рихтувальне обладнання, зокрема спотер. У разі пошкодження ізоляції, несправності кабелів або відсутності заземлення можливе ураження електричним струмом. Особливо небезпечними є роботи в умовах підвищеної вологості, забруднення робочого місця металевим пилом або контакту працівника з металевими частинами автомобіля.

Під час роботи спотера виникає також тепла небезпека. У зоні приварювання тягових шайб метал локально нагрівається, що може спричинити опіки при випадковому дотику до нагрітих ділянок. Крім того, під час точкового нагрівання можливе виділення продуктів термічного розкладання лакофарбового покриття, шпаклівки або антикорозійних матеріалів, якщо поверхня недостатньо очищена перед зварювально-рихтувальною операцією.

Шкідливим фактором є запиленість повітря робочої зони. Вона виникає під час зачищення старого покриття, обробки металу, підготовки поверхні до шпаклювання та шліфування відновлених ділянок. Частинки пилу можуть подразнювати органи дихання, слизові оболонки очей і шкіру. Тому робоче місце повинно мати місцеву вентиляцію або можливість ефективного видалення пилу з робочої зони.

Під час ремонту дверки працівник тривалий час перебуває у вимушеному положенні, особливо при рихтуванні нижньої частини полотна, зон ручки та замка. Це створює додаткове фізичне навантаження на опорно-руховий апарат. Для зменшення втоми доцільно застосовувати спеціальне пристосування для фіксації дверки, яке дає змогу встановлювати деталь у зручному положенні та виконувати роботи без надмірного нахилу тулуба.

До небезпечних факторів також належить захаращення робочої зони. Під час ремонту з дверки знімають обшивку, скло, замок, ручку, склопідіймач та інші

елементи. Якщо вони розміщені безсистемно, це підвищує ризик падіння, пошкодження деталей і травмування працівника. Тому зняті елементи необхідно скласти на стелаж або у спеціальну тару, а інструмент тримати на візку чи верстаку.

Під час ремонту лівої передньої дверки автомобіля Renault Duster основними небезпечними та шкідливими факторами є механічні травми, дія електричного струму, іскри та нагріті поверхні, запиленість повітря, шум і вібрація від інструменту, а також фізичне перевантаження працівника. Їх зменшення забезпечується правильним вибором обладнання, дотриманням технологічної послідовності, використанням засобів індивідуального захисту та раціональною організацією робочого місця.

4.2 Заходи безпеки під час ремонту лівої передньої дверки автомобіля Renault Duster

Перед початком ремонту автомобіль необхідно встановити на посту так, щоб забезпечити вільний доступ до лівої передньої дверки, зони петель, замка, ручки та нижньої частини полотна. Робоче місце повинно бути очищене від сторонніх предметів, розлитих рідин і відходів попередніх операцій. Інструмент, пристосування та матеріали необхідно розміщувати так, щоб працівник міг користуватися ними без зайвих переміщень і не створював перешкод у проходах.

Перед виконанням розбиральних робіт необхідно перевірити стійкість автомобіля, справність освітлення та наявність необхідного інструменту. Демонтаж внутрішньої обшивки, скла, замка й механізму склопідіймача слід виконувати у встановленій послідовності. Скло дверки потрібно виймати обережно, без перекосів і ударів, використовуючи рукавички для захисту рук. Зняті деталі доцільно розміщувати на стелажі або у спеціальній тарі, щоб запобігти їх пошкодженню та втраті кріпильних елементів.

Під час роботи зі спотером необхідно користуватися захисними окулярами або щитком, рукавицями та спецодягом із негорючої або важкозаймистої тканини. Перед приварюванням тягових шайб поверхню дверки слід очистити від лакофарбового покриття до металу, оскільки залишки фарби, мастики або

шпаклівки під час нагрівання можуть виділяти шкідливі речовини. Кабелі спотера повинні бути справними, без пошкодження ізоляції, а затискач маси — надійно приєднаний до металевої поверхні.

Під час витягування деформованих ділянок зворотним молотком або важільним пристосуванням необхідно стежити за надійністю кріплення тягових шайб і захватів. Зусилля слід прикладати поступово, без різких ривків, щоб уникнути відриву шайби та додаткового пошкодження металу. Робітник повинен перебувати збоку від напрямку можливого руху інструменту, а не на одній лінії з тяговим елементом.

Під час використання кутової шліфувальної машини необхідно перевірити цілісність абразивного круга, наявність захисного кожуха та справність вимикача. Забороняється працювати без захисних окулярів або щитка. Іскри від шліфування потрібно спрямовувати в безпечний бік, подалі від легкозаймистих матеріалів, ганчір'я, розчинників і електричних кабелів. Після завершення роботи шліфувальну машину дозволяється класти лише після повної зупинки круга.

Для зменшення запиленості робочої зони під час зачищення та шліфування необхідно застосовувати місцеву витяжну вентиляцію або переносні пиловідсмоктувальні пристрої [12]. Працівник повинен використовувати респіратор, особливо під час обробки старого лакофарбового покриття та шпаклівки. Після завершення операцій пил і металеві частинки необхідно прибирати промисловим пиłosосом або вологим способом. Здування пилу стисненим повітрям не рекомендується, оскільки це збільшує його концентрацію в повітрі.

Під час роботи з електрообладнанням необхідно дотримуватися правил електробезпеки. Усе обладнання має бути справним, заземленим і підключеним через захисні пристрої. Забороняється працювати з пошкодженими кабелями, відкритими контактами або саморобними подовжувачами. У разі виявлення іскріння, перегрівання кабелю, запаху горілої ізоляції чи нестабільної роботи обладнання його слід негайно вимкнути та передати на перевірку.

Особливу увагу потрібно приділяти пожежній безпеці. На посту кузовного ремонту повинні бути первинні засоби пожежогасіння: вогнегасник, ящик із

піском або інші засоби, передбачені для даного приміщення. Перед виконанням робіт зі спотером і шліфувальною машиною необхідно прибрати з робочої зони легкозаймисті матеріали. Використані ганчірки, залишки абразивних матеріалів і відходи лакофарбового покриття слід складати у спеціальну металеву ємність.

Для підвищення безпеки та зручності роботи доцільно застосовувати спеціальне пристосування для фіксації та рихтування дверки [18,23]. Воно дає змогу надійно закріпити дверку, встановити її у зручному положенні, зменшити фізичне навантаження на працівника та забезпечити кращий контроль площинності поверхні. Перед використанням такого пристосування необхідно перевірити справність фіксаторів, притискних опор, поворотного вузла та стійкість опорної рами.

Працівник, який виконує ремонт лівої передньої дверки, повинен користуватися засобами індивідуального захисту: спецодягом, рукавицями, захисними окулярами або щитком, респіратором, а під час шумних операцій — засобами захисту слуху. Взуття повинно мати неслизьку підошву та захищений носок. Волосся, вільні частини одягу й сторонні предмети не повинні потрапляти в зону роботи обертового інструменту.

Після завершення ремонту необхідно вимкнути електрообладнання, прибрати інструмент, очистити робоче місце від металевих частинок, пилу й відходів, а зняті або відремонтовані деталі розмістити у відведених місцях. Автомобіль передають на суміжний пост для фарбувальних робіт лише після завершення рихтувальних, зачисних і складальних операцій та перевірки якості відновленої поверхні.

Таким чином, безпечне виконання технологічного процесу ремонту лівої передньої дверки автомобіля Renault Duster забезпечується поєднанням організаційних, технічних і санітарно-гігієнічних заходів. Дотримання вимог охорони праці дає змогу знизити ризик травмування, поліпшити умови роботи на кузовному посту та забезпечити якісне виконання ремонтних операцій.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

У кваліфікаційній роботі бакалавра розроблено технологічний процес ремонту лівої передньої дверки автомобіля Renault Duster. У роботі послідовно розглянуто конструктивні особливості об'єкта ремонту, характерні пошкодження дверного полотна, технологію відновлення, підбір обладнання, нормування трудомісткості, конструкцію спеціального пристосування та питання безпеки праці під час виконання кузовних робіт. Робота структурована за чотирма основними розділами: загально-технічним, технологічним, конструкторським та розділом з безпеки життєдіяльності й основ охорони праці.

У загально-технічному розділі встановлено, що ліва передня дверка Renault Duster є важливим навісним елементом кузова, який виконує захисну, функціональну та естетичну роль. Вона забезпечує доступ водія до салону, захист внутрішнього простору від зовнішніх впливів, а також бере участь у формуванні зовнішнього вигляду автомобіля. Проаналізовано основні зони пошкодження дверки: зовнішнє полотно, нижню частину, зону ручки, посадкове місце замка, ребро жорсткості та ділянки прилягання до суміжних кузовних елементів. Визначено, що якісний ремонт повинен забезпечувати не лише усунення зовнішніх дефектів, а й відновлення геометрії дверки, рівномірності зазорів, працездатності замка, ручки та склопідіймача.

У технологічному розділі обґрунтовано послідовність виконання ремонтних операцій. Розроблений технологічний процес передбачає зовнішній огляд автомобіля, демонтаж внутрішньої обшивки, скла, замка, ручки та механізму склопідіймача, підготовку пошкоджених ділянок, відновлення ребра жорсткості, приварювання тягових шайб спотером, поступове витягування деформованих зон, контрольне вистукування, зачищення поверхні, перевірку площинності, нанесення шпаклівки та складання дверки у зворотній послідовності. Така структура процесу дає змогу поетапно відновити форму дверного полотна без пошкодження функціональних елементів дверки.

Проведено нормування часу на виконання операцій ремонту. За результатами розрахунку встановлено, що загальна трудомісткість технологічного процесу ремонту лівої передньої дверки автомобіля Renault

Duster становить 6,8 люд·год. Це значення охоплює виконання розбиральних, слюсарних, рихтувальних, зачисних, підготовчих і складальних операцій, необхідних для повного відновлення пошкодженого кузовного елемента.

Для забезпечення якісного виконання кузовного ремонту виконано підбір технологічного обладнання посту. У роботі передбачено використання основного і допоміжного обладнання, спеціального рихтувального інструменту, спотера, зворотного молотка, перевірконої лінійки, кутової шліфувальної машини, верстаків, стелажів та інструментальних шаф. Загальна кількість обладнання за відомістю становить 24 одиниці, сумарна займана площа — 11,457 м², а встановлена потужність обладнання — 19,3 кВт.

Розраховано площу кузовного посту та прийнято виробничу площу 54 м² з габаритними розмірами 9×6 м. Такі розміри забезпечують можливість розміщення автомобіля Renault Duster, технологічного обладнання, робочих зон, проходів і місць для безпечного виконання демонтажних, рихтувальних, зварювально-підготовчих та контрольних операцій.

У конструкторському розділі запропоновано спеціальне поворотно-фіксувальне пристосування для закріплення та рихтування передньої дверки автомобіля. Його використання є доцільним, оскільки дверка має тонколистову конструкцію і під час рихтування може додатково деформуватися за умови недостатньо жорсткої фіксації. Пристосування дає змогу надійно встановити дверку, забезпечити доступ до зовнішньої та внутрішньої поверхонь, виконувати контрольоване витягування металу і перевіряти площинність відновленої ділянки.

Виконано розрахунок основних елементів запропонованого пристосування. Для несучих елементів прийнято профільну трубу 40×40×3 мм, для поворотного вузла — вісь діаметром 20–22 мм зі сталі 45, а для фіксації дверки — болтові з'єднання М10. Розрахунки показали, що прийняті параметри забезпечують достатню міцність і жорсткість конструкції під час виконання рихтувальних робіт.

У розділі з безпеки життєдіяльності та основ охорони праці проаналізовано небезпечні й шкідливі виробничі фактори, які можуть виникати під час ремонту лівої передньої дверки Renault Duster. До них належать ризик механічного

травмування, дія електричного струму, іскри та нагріті поверхні під час роботи спотера, пил і абразивні частинки при шліфуванні, шум, вібрація та фізичне навантаження на працівника. Запропоновано заходи безпеки, пов'язані з правильною організацією робочого місця, використанням справного інструменту, застосуванням засобів індивідуального захисту, дотриманням вимог електробезпеки, вентиляції та пожежної безпеки.

Поставлена мета кваліфікаційної роботи досягнута. Розроблений технологічний процес ремонту лівої передньої дверки автомобіля Renault Duster забезпечує раціональну послідовність виконання робіт, дає змогу відновити геометрію та площинність дверного полотна, підготувати поверхню до фарбування і забезпечити працездатність основних механізмів дверки після складання. Запропоновані технологічні та конструкторські рішення можуть бути використані на постах кузовного ремонту станцій технічного обслуговування для підвищення якості відновлення пошкоджених кузовних елементів і покращення організації праці виконавців.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. О.Л. Ляшук, Ю.І. Пиндус, М.Г. Левкович, Гупка А.Б., Хорошун Р.В. Методичні вказівки до виконання кваліфікаційної роботи бакалавра за освітнім рівнем «бакалавр галузі знань 27 «Транспорт» спеціальність 274 «Автомобільний транспорт» – Тернопіль: Видавництво ТНТУ, 2022. – 61 с.
2. Форнальчик Є. Ю., Олісевич М. С., Мاستикаш О. Л., Пельо Р. А. Технічна експлуатація та надійність автомобілів : навчальний посібник. Львів : Афіша, 2004. 492 с.
3. Канарчук В. Є., Лудченко О. А., Чигиринець А. Д. Експлуатаційна надійність автомобілів : підручник : у 2 ч., 4 кн. Київ : Вища школа, 2000.
4. Андрусенко С. І., Білецький В. О., Бортницький П. І. Технологічне проектування автотранспортних підприємств : навчальний посібник / за ред. С. І. Андрусенка. Київ : Каравела, 2009. 368 с.
5. Біліченко В. В., Крещенецький В. Л., Романюк С. О., Смирнов Є. В. Виробничо-технічна база підприємства автомобільного транспорту : навчальний посібник. Вінниця : ВНТУ, 2013. 182 с.
6. Чабанний В. Я. Ремонт автомобілів : навчальний посібник. Кіровоград : Кіровоградська районна друкарня, 2007. Кн. 1. 720 с.
7. Гевко І. Б., Ляшук О. Л., Пиндус Ю. І. Технологічне обладнання для обслуговування та ремонту автомобілів : навчальний посібник. Тернопіль : ТНТУ, 2016.
8. 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» спеціальність 274 «Автомобільний транспорт». Тернопіль : ТНТУ, 2022. 61 с.
9. Положення про технічне обслуговування і ремонт дорожніх транспортних засобів автомобільного транспорту : наказ Міністерства транспорту України від 30.03.1998 № 102.
10. Правила надання послуг з технічного обслуговування і ремонту колісних транспортних засобів : наказ Міністерства інфраструктури України від 28.11.2014 № 615.

11. Правила охорони праці на автомобільному транспорті : НПАОП 0.00-1.62-12 : наказ МНС України від 09.07.2012 № 964.
12. Жидецький В. Ц. Основи охорони праці : підручник. 5-те вид., допов. Київ : Знання, 2014. 373 с.
13. ДСТУ 3649:2010. Колісні транспортні засоби. Вимоги щодо безпечності технічного стану та методи контролювання. Київ : Держспоживстандарт України, 2011.
14. ДСТУ 4276:2004. Система технічного обслуговування та ремонту техніки. Терміни та визначення понять. Київ : Держспоживстандарт України, 2005.
15. 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.
16. Lyashuk, O., Levkovych, M., Vovk, Y., Gevko, I., Stashkiv, M., Slobodian, L., Pyndus, Y. The study of stress-strain state elements of the truck semi-trailer body bottom. Scientific Journal of Silesian University of Technology. Series Transport. 2023, 118, 161-172. ISSN: 0209-3324. DOI: <https://doi.org/10.20858/sjsutst.2023.118.11>.
17. Mathematical modelling of hybrid powertrain systems for improved energy efficiency. O. Lyashuk, V. Aulin, R. Rohatynskyi, I. Gevko, A. Hupka, D. Mironov, V. Martyniuk, A. Lutsyk, N. Denysiuk. - COMMUNICATIONS, 2025. - Vol. 27, № 2, P. 36-52.
18. 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, No. 26 (2022). С 93-103.
19. Гевко І.Б., Рогатинський Р.М., Левкович М.Г., Клендій В.М., Гупка В.В. Структурний синтез гальмівних систем з техніко-економічним обґрунтуванням // Міжвузівський збірник "Наукові нотатки". Вип. 71. Луцьк. Ред.-вид. відділ ЛТНУ.- 2021. – С. 228-233.
20. 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. – № 2 (21). Луцьк: 2023. - С. 135 – 144.

21. 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. Випуск №2(18) І. С. 87-93.

22. Основи технології виробництва та ремонту автомобілів : Навчальний посібник / Укладачі : 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.

23. 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.