Міністерство освіти і науки України
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя
(повне найменування вищого навчального закладу)
Інженерії машин, споруд та технологій
(назва факультету)
Автотранспорту та логістики
(повна назва кафедри)

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня

Бакалавр
(назва освітнього ступеня)

на тему: Удосконалення технологічного процесу ремонту заднього крила легкового автомобіля Daewoo Matiz

Виконав: студент 4 курсу, групи МАс-41
спеціальності 274
«Автомобільний транспорт»
(шифр і назва спеціальності)

(підпис) Дмитро БОЙКО (прізвище та ініціали)

Керівник (підпис) Андрій ГУПКА (прізвище та ініціали)

Нормоконтроль (підпис) Роман ХОРОШУН (прізвище та ініціали)

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

Рецензент (підпис) (прізвище та ініціали)

м. Тернопіль – 2026

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.

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 *Бойкові Дмитрові Михайлови*
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Удосконалення технологічного процесу ремонту заднього крила легкового автомобіля Daewoo Matiz

Керівник роботи Гупка Андрій Богданович к.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 8 червня 2026

3. Вихідні дані до роботи Автомобіль Daewoo Matiz із пошкодженим заднім крилом (вм'ятини, корозія та порушення лакофарбового покриття), ремонт якого виконується в умовах кузовної дільниці СТО.

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)
Аналіз конструкції заднього крила автомобіля та характерних пошкоджень – А1;
Карта дефектів заднього крила автомобіля та аналіз причин їх виникнення – А1;
Ремонтна вставка заднього крила автомобіля Daewoo Matiz – А1;
Удосконалений технологічний процес ремонту заднього крила автомобіля – А1;
Контрольне пристосування для фіксації геометрії заднього крила. Загальний вигляд – А1;
Деталювання контрольного пристосування для фіксації геометрії заднього крила – 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 21січня 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	12.06.2026	
6	Захист кваліфікаційної роботи бакалавра		

Студент _____ Дмитро БОЙКО
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник роботи _____ Андрій ГУПКА
(підпис) (прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

Кваліфікаційна робота присвячена удосконаленню технологічного процесу ремонту заднього крила легкового автомобіля Daewoo Matiz.

У роботі проведено аналіз конструкції кузова автомобіля Daewoo Matiz та особливостей експлуатації його кузовних елементів. Розглянуто умови роботи заднього крила автомобіля, основні види пошкоджень та причини їх виникнення. Встановлено, що найбільш поширеними дефектами є корозійні пошкодження, механічні деформації, тріщини та локальні руйнування металу внаслідок тривалої експлуатації автомобіля.

Виконано аналіз існуючих способів відновлення кузовних деталей легкових автомобілів та обґрунтовано вибір технології локального ремонту із застосуванням ремонтної вставки та механізованого зварювання в середовищі захисного газу. Розроблено маршрутний технологічний процес ремонту заднього крила автомобіля Daewoo Matiz, визначено необхідне обладнання, інструмент та технологічне оснащення.

У конструкторському розділі розроблено контрольне пристосування для фіксації та контролю геометричних параметрів заднього крила під час виконання ремонтних робіт. Виконано опис конструкції пристосування та обґрунтовано його використання в умовах ремонтного виробництва.

У розділі безпеки життєдіяльності проведено аналіз небезпечних і шкідливих виробничих факторів, характерних для виконання кузовних ремонтних робіт, розроблено заходи щодо підвищення безпеки праці та виконано оцінку ефективності застосування розробленого пристосування з позицій виробничої безпеки.

Практичне значення роботи полягає в удосконаленні технології ремонту кузовних деталей легкових автомобілів, підвищенні точності відновлення геометрії кузова, зменшенні трудомісткості ремонту та покращенні якості виконання ремонтних робіт.

ЗМІСТ

РЕФЕРАТ 4

ЗМІСТ 5

ВСТУП 7

1 ЗАГАЛЬНО-ТЕХНІЧНИЙ РОЗДІЛ 8

1.1 Аналіз конструкції заднього крила автомобіля Daewoo Matiz 8

1.2 Аналіз технологічного процесу локального ремонту заднього крила автомобіля Daewoo Matiz 12

1.3 Аналіз технологічного процесу повної заміни заднього крила автомобіля Daewoo Matiz 14

1.4 Висновки 17

2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ 19

2.1 Локальний ремонт заднього крила автомобіля Daewoo Matiz 19

2.1.1 Вирізання, оброблення та заміна частини заднього крила над колісною аркою 19

2.1.2 Контроль якості, антикорозійний захист та удосконалення технологічності локального ремонту заднього крила 22

2.1.3 Застосування контрольного пристосування для фіксації щодо геометричних параметрів заднього крила під час його локального ремонту 25

2.2 Удосконалення технологічного процесу заміни заднього крила автомобіля Daewoo Matiz 28

3 КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ 33

3.1 Опис конструкції та принципу роботи контрольного пристосування для локальної заміни частини заднього крила автомобіля 33

3.2 Розрахунок основних елементів контрольного пристосування 42

3.2.1 Вихідні дані для розрахунку 42

3.2.2 Розрахунок телескопічної лінійки на жорсткість 43

3.2.3.Розрахунок магнітних фіксаторів 44

3.2.4 Розрахунок затискного елемента 4
3.2.5 Розрахунок маси контрольного пристосування 46
3.2.6 Висновок за результатами розрахунку основних елементів контрольного пристосування 47
3.3 Розробка конструкції універсального шаблона-лінійки для вимірювання та позиціонування ремонтної вставки заднього крила 47
3.3.1 Вибір габаритних розмірів шаблона-лінійки 50
3.3.2 Порядок розрахунку похибки вимірювання 51
3.3.3. Розрахунок жорсткості основної лінійки 52
3.3.4 Розрахунок фіксуючого гвинта повзуна 53
3.3.5 Розрахунок маси шаблона 53
3.3.6 Очікуване покращення технологічного процесу ремонту заднього крила автомобіля із використанням шаблона-лінійки 54
4 БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ ТА ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ 55
4.1 Аналіз небезпечних та шкідливих виробничих факторів під час ремонту заднього крила автомобіля Daewoo Matiz 55
4.2 Забезпечення безпечного виконання технологічного процесу ремонту заднього крила 56
4.3 Ергономічне та технічне обґрунтування безпечності застосування контрольного пристосування 58
ВИСНОВКИ 60
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ 62

ВСТУП

Автомобільний транспорт займає важливе місце у транспортній системі України та забезпечує значну частину перевезень пасажирів і вантажів. Надійність, безпечність та довговічність автомобілів значною мірою залежать від технічного стану їх кузова, який виконує несучі функції, забезпечує захист пасажирів та визначає зовнішній вигляд транспортного засобу.

У процесі експлуатації кузов автомобіля зазнає впливу значних механічних навантажень, вібрацій, атмосферних опадів, перепадів температур, дорожніх реагентів та інших негативних факторів. Особливо інтенсивному зношуванню піддаються нижні частини кузова та колісні арки, де найчастіше виникають корозійні пошкодження, деформації та руйнування металу.

Одним із найбільш поширених кузовних елементів, що потребує відновлення під час експлуатації автомобілів Daewoo Matiz, є заднє крило. Пошкодження заднього крила можуть виникати внаслідок корозії металу, дорожньо-транспортних пригод, ударів сторонніми предметами або тривалої експлуатації автомобіля в складних дорожньо-кліматичних умовах.

Сучасний кузовний ремонт передбачає не лише відновлення зовнішнього вигляду автомобіля, але й забезпечення необхідної міцності, геометричної точності та довговічності відремонтованої конструкції. Значна частина ремонтних робіт пов'язана із заміною пошкоджених ділянок металу ремонтними вставками та виконанням зварювальних операцій. При цьому важливого значення набуває забезпечення точності встановлення ремонтної вставки та контролю геометричних параметрів кузова.

Практичне значення роботи полягає у підвищенні якості кузовного ремонту, скороченні трудомісткості виконання ремонтних операцій та забезпеченні точності відновлення геометричних параметрів кузова автомобіля.

1. ЗАГАЛЬНО-ТЕХНІЧНИЙ РОЗДІЛ

1.1 Аналіз конструкції заднього крила автомобіля Daewoo Matiz

Заднє крило автомобіля Daewoo Matiz є складовою частиною несучого кузова і виконує не лише декоративну, але й конструктивну функцію. Воно формує зовнішній контур задньої бокової частини автомобіля, забезпечує закриття колісної арки, бере участь у формуванні жорсткості кузова та з'єднується з іншими елементами задньої частини автомобіля.

Заднє крило у конструкції кузова Daewoo Matiz не є окремою знімною деталлю, як переднє крило, а входить до складу боковини кузова і з'єднане з іншими елементами переважно за допомогою зварювання. Це ускладнює його заміну, оскільки для демонтажу пошкодженої частини необхідно виконувати розмітку, вирізання, зачистку зварних точок, підготовку ремонтної вставки та подальше приварювання нової частини. В таблиці 1.1 приведено перелік елементів кузова автомобіля, які з'єднюються із заднім крилом.

Таблиця 1.1 Елементи кузова автомобіля з'єднані із заднім крилом

Елемент кузова	Характер з'єднання	Призначення з'єднання
Внутрішня арка колеса	Точкове зварювання, зварний шов	Формування колісної ніші та забезпечення жорсткості
Задня панель кузова	Точкове зварювання	З'єднання боковини із задньою частиною кузова
Поріг кузова	Зварювання в нижній частині крила	Передача навантажень між боковиною і нижньою частиною кузова
Стійка кузова біля отвору дверей	Зварювання або заводські зварні точки	Забезпечення геометрії бокової частини кузова
Панель підлоги багажного відділення	Зварювання через внутрішні елементи	Підсилення задньої частини кузова
Внутрішні підсилювачі кузова	Точкове зварювання	Підвищення міцності та жорсткості конструкції

Основними зонами з'єднання заднього крила є край колісної арки, зона переходу до порога, верхня частина боковини, місце прилягання до задньої

панелі та зона отвору задніх дверей або кришки багажника. У цих місцях деталь має складну просторову форму, тому під час ремонту важливо зберегти заводську геометрію кузова.

Особливістю конструкції заднього крила Daewoo Matiz є те, що воно виготовлене порівняно з невеликої товщини металу, має складну криволінійну форму та значну площу відкритої зовнішньої поверхні. Через це під час ремонту існує ризик перегріву металу, утворення хвиль, деформацій і порушення зовнішньої форми кузова. Особливо складними для ремонту є ділянки біля колісної арки, нижньої частини крила та зони переходу до порога, оскільки саме там найчастіше накопичується волога, бруд і реагенти.

Ремонтопридатність заднього крила автомобіля Daewoo Matiz можна оцінити як середню. З одного боку, конструкція крила дозволяє виконувати локальний ремонт, рихтування, заміну пошкодженої частини або встановлення ремонтної вставки. З іншого боку, крило є незнімним елементом кузова, тому його повна заміна є трудомісткою операцією. В таблиці 1.2 приведено перелік основних позитивних ознак ремонтопридатності заднього крила.

Таблиця 1.2 Позитивні ознаки ремонтопридатності заднього крила

Позитивна ознака	Пояснення
Можливість локального ремонту	Невеликі пошкодження можна усунути без повної заміни крила
Доступність зовнішньої поверхні	Основна частина крила доступна для рихтування і підготовки
Можливість використання ремонтної вставки	Пошкоджену або корозійну ділянку можна вирізати і замінити частково
Простота форми нижньої частини	Нижні ділянки крила можна відновлювати за шаблоном
Невелика площа деталі	Порівняно з більшими автомобілями крило має менші габарити

Однак конструкція заднього крила має і певні недоліки з точки зору ремонту. Основний недолік полягає в тому, що заднє крило інтегроване в боковину кузова. Тому при значних пошкодженнях неможливо просто зняти деталь і замінити її, як це робиться з переднім крилом. Необхідно порушувати заводські зварні з’єднання, що підвищує ризик пошкодження суміжних

елементів кузова. В таблиці 1.3 приведено перелік основних недоліків ремонтопридатності заднього крила.

Таблиця 1.3 Основні недоліки ремонтопридатності заднього крила

Недоліки	Вплив на ремонтопридатність
Незнімна конструкція крила	Заміна потребує різання та зварювання
Велика кількість зварних з’єднань	Збільшується трудомісткість демонтажу
Складна форма колісної арки	Важко забезпечити точну геометрію після ремонту
Тонкий листовий метал	Є ризик перегріву і деформації при зварюванні
Обмежений доступ з внутрішньої сторони	Ускладнюється обробка швів і антикорозійний захист
Ризик порушення лакофарбового покриття суміжних деталей	Потрібне додаткове маскування і підготовка
Можливість прихованої корозії	Після розбирання можуть виявитися додаткові пошкодження

Базовий технологічний процес ремонту при значному пошкодженні часто передбачає повну заміну заднього крила або значної частини боковини кузова. Такий спосіб ремонту є технологічно правильним при сильних деформаціях, але не завжди економічно доцільним, особливо якщо пошкоджена лише нижня або аркова частина крила. В таблиці 1.4 приведено перелік основних недоліків при повній заміні заднього крила.

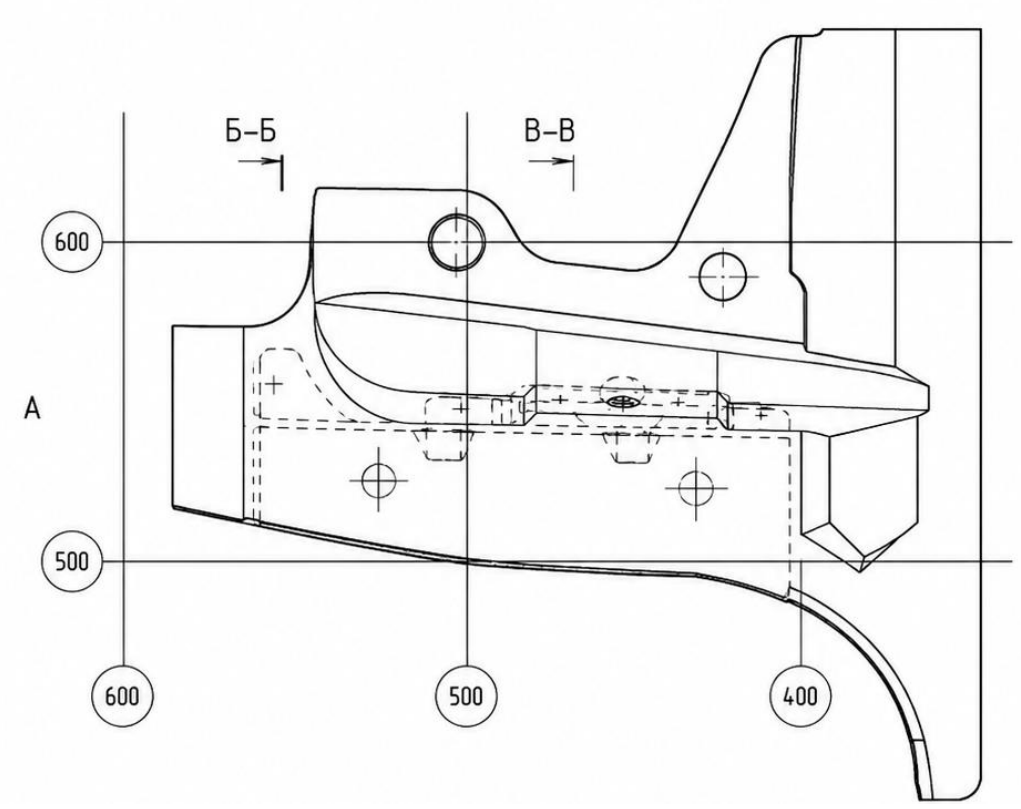
Таблиця 1.4 Перелік недоліків при повній заміні заднього крила

Недолік базового процесу	Наслідок
Висока трудомісткість демонтажу	Потрібно висвердлювати або вирізати заводські зварні точки
Значний обсяг розбирання автомобіля	Необхідно демонтувати обшивку, ущільнювачі, частину салону або багажного відділення
Пошкодження суміжних деталей	При різанні та зварюванні можна пошкодити арку, поріг або задню панель
Велика зона термічного впливу	Під час зварювання можливе викривлення тонкого металу
Збільшення витрат матеріалів	Потрібна нова деталь великого розміру, зварювальні матеріали, герметики, ґрунти
Тривалий час ремонту	Автомобіль довше перебуває в ремонті
Складність відновлення заводської геометрії	Потрібен точний контроль положення крила відносно дверей, багажника і арки
Збільшення площі	Часто потрібно фарбувати не лише крило, а й

фарбування	суміжні елементи з переходом

Одним з головних недоліків повної заміни заднього крила є те, що під час демонтажу порушуються заводські з’єднання кузова. Заводське точкове зварювання забезпечує рівномірне з’єднання деталей і мінімальні деформації. У ремонтних умовах повторити таку якість зварювання складніше, особливо при використанні напівавтоматичного зварювання. Через це після ремонту може знижуватися корозійна стійкість, порушуватися геометрія стиків і збільшуватися ризик появи тріщин або корозії в зоні швів.

Для автомобіля Daewoo Matiz доцільно не завжди застосовувати повну заміну заднього крила, а розглядати можливість локального ремонту пошкодженої ділянки. Найбільш раціональним варіантом є заміна лише пошкодженої частини заднього крила з використанням ремонтної вставки (рис. 1.1). Такий технологічний підхід дозволяє зменшити обсяг різання, зберегти більшу частину заводських з’єднань, скоротити трудомісткість ремонтних робіт і зменшити площу подальшого фарбування.



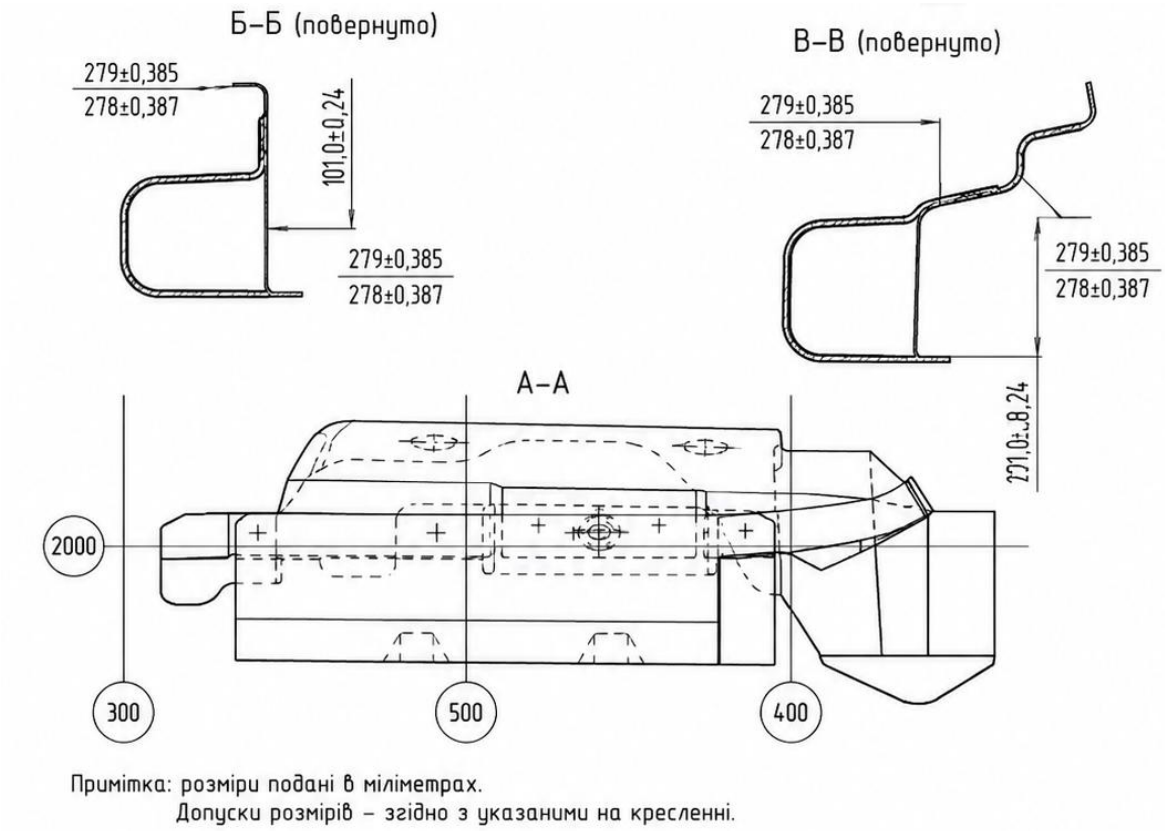


Рисунок 1.1 Ремонтна деталь заднього крила автомобіля Daewoo Matiz в зборі

1.2 Аналіз технологічного процесу локального ремонту заднього крила автомобіля Daewoo Matiz

Локальний ремонт заднього крила застосовують у випадках, коли пошкодження не охоплює всю деталь, а зосереджене на окремій ділянці: біля колісної арки, нижньої частини крила, зони переходу до порога або задньої панелі. Такий ремонт доцільний при невеликих вм’ятинах, локальній корозії, подряпинах, незначних деформаціях та пошкодженнях лакофарбового покриття.

Основними технологічними операціями локального ремонту заднього крила являються: очищення пошкодженої ділянки, оцінка стану металу, рихтування, вирізання корозійної частини за потреби, виготовлення або підгонка ремонтної вставки, зварювання, зачистка швів, нанесення антикорозійного покриття, шпаклювання, ґрунтування та фарбування. В таблиці 1.5 приведено перелік основних недоліків локального ремонту заднього

крила.

Таблиця 1.5 Недоліки локального ремонту заднього крила, які виникають в умовах станцій технічного обслуговування.

Недолік процесу	Причина виникнення	Наслідок
Неточна розмітка пошкодженої ділянки	Виконання розмітки вручну без шаблона	Нерівний виріз, складна підгонка вставки
Перегрів тонкого металу	Неправильний режим зварювання	Деформація крила, утворення хвиль
Нерівномірний зазор між вставкою і крилом	Неточне вирізання або погана підгонка	Складність зварювання, збільшення шару шпаклівки
Прожоги металу	Завеликий зварювальний струм або мала товщина металу	Погіршення якості шва
Недостатня антикорозійна обробка з внутрішнього боку	Обмежений доступ до внутрішньої порожнини	Повторна корозія після ремонту
Надмірне використання шпаклівки	Неякісне рихтування	Зниження довговічності покриття
Відсутність контролю геометрії	Немає контрольного шаблона	Порушення форми арки або стиків

Основною проблемою локального ремонту заднього крила являється те, що якість виконуваних робіт суттєво залежить від виробничого досвіду майстра. Якщо процеси розмітки, рихтування або зварювання виконані неточно, то після фарбування можуть проявитися нерівності, хвилі або тріщини в зоні ремонту. В таблиці 1.6 приведена характеристика основних заходів для вдосконалення процесу локального ремонту заднього крила.

Таблиця1.6 Шляхи вдосконалення технологічного процесу локального ремонту заднього крила

Напрям покращення ремонту	Суть удосконалення ремонту
Використання шаблона для розмітки	Дозволяє точно визначити межі вирізання пошкодженої ділянки
Застосування контрольного пристосування	Забезпечує перевірку форми колісної арки та ремонтної вставки
Використання спотера	Дає змогу виконувати рихтування без значного розбирання кузова

Використання напівавтомата MIG/MAG з регулюванням імпульсу	Зменшує ризик перегріву та пропалів тонкого металу
Застосування мідної підкладки під час зварювання	Зменшує ризик пропалювання металу
Використання зварювання короткими прихватками	Зменшує термічні деформації
Нанесення цинкового ґрунту перед зварюванням	Підвищує корозійну стійкість з’єднання
Обробка внутрішніх порожнин антикором	Запобігає повторному виникненню корозії

Найбільш доцільним процесом є застосування локальної заміни пошкодженої частини заднього крила з використанням ремонтної вставки, шаблона для розмітки та контрольного пристосування. Це дозволяє зменшити трудомісткість виконуваних робіт, підвищити точність ремонту і скоротити кількість ручних операцій.

1.3 Аналіз технологічного процесу повної заміни заднього крила автомобіля Daewoo Matiz

Повна заміна заднього крила виконується у випадках, коли деталь має значні пошкодження: сильну корозію, глибокі деформації після дорожньо-транспортних пригод, порушення геометрії колісної арки, розриви металу або пошкодження заводських зварних з’єднань.

Оскільки заднє крило автомобіля Daewoo Matiz є незнімною частиною боковини кузова, його заміна є складною ремонтною операцією. Вона включає демонтаж внутрішньої обшивки, очищення місць з’єднання, висвердлювання або вирізання заводських зварних точок, відокремлення крила від суміжних деталей, підготовку нового елемента, примірку, фіксацію, зварювання, герметизацію швів, антикорозійну обробку та фарбування. В таблиці 1.7 приведено перелік основних недоліків технологічного процесу повної заміни заднього крила.

Таблиця 1.7 Недоліки технологічного процесу повної заміни заднього крила

Недолік процесу	Причина виникнення	Наслідок
Висока трудомісткість	Велика кількість зварних точок і зон з’єднання	Збільшення часу ремонту
Ризик пошкодження суміжних деталей	Висвердлювання та вирізання заводських з’єднань	Додаткові ремонтні роботи
Складність виставлення нового крила	Відсутність точних базових точок або шаблонів	Нерівномірні зазори з дверима, багажником, бампером
Порушення заводської геометрії	Неточна фіксація перед зварюванням	Перекіс кузовного елемента
Велика зона термічного впливу	Значний обсяг зварювання	Деформація тонкого металу
Потреба у великій площі фарбування	Заміна великого елемента кузова	Збільшення вартості ремонту
Недостатній захист прихованих порожнин	Обмежений доступ після встановлення крила	Повторна корозія
Висока вартість деталі	Потрібна нова або донорська кузовна панель	Зростання загальної вартості ремонту

У реальних умовах станцій технічного обслуговування можна зіткнутися з тим, що нове або донорське заднє крило не завжди ідеально відповідає геометрії кузова. Через це виникає необхідність додаткової підгонки, рихтування, підрізання або зміни положення даної деталі перед зварюванням.

Ще одним недоліком є те, що при повній заміні заднього крила порушується велика кількість заводських зварних точок. У ремонтних умовах не завжди можливо повністю відновити заводську технологію з’єднання, тому часто застосовують напівавтоматичне зварювання. При неправильному режимі зварювання це може призвести до перегріву, деформації та погіршення зовнішнього вигляду кузова. В таблиці 1.8 приведено характеристику основних шляхів покращення технологічного процесу повної заміни заднього крила.

Таблиця 1.8 Шляхи покращення технологічного процесу повної заміни заднього крила

Напрям покращення	Суть способу покращення
Використання свердла для	Дає змогу акуратно видаляти заводські

точкового зварювання	зварні точки без пошкодження основного металу
Застосування кузовних затискачів і фіксаторів	Забезпечує точне положення нового крила перед зварюванням
Використання вимірювальних шаблонів	Дозволяє контролювати зазори та геометрію кузова
Попередня примірка крила з дверима, бампером і кришкою багажника	Дає змогу уникнути перекосів після зварювання
Використання контактного точкового зварювання	Дозволяє наблизити ремонтний процес до заводської технології
Застосування MIG/MAG-зварювання в режимі коротких прихваток	Зменшує термічні деформації
Нанесення зварювального цинкового ґрунту	Захищає місця нахлесту від корозії
Герметизація швів кузовним герметиком	Запобігає проникненню вологи
Антикорозійна обробка прихованих порожнин	Підвищує довговічність ремонту

Для покращення технологічного процесу повної заміни заднього крила доцільно передбачити використання спеціального обладнання: спотера, напівавтомата MIG/MAG, апарата контактного точкового зварювання, свердел для зварних точок, кузовних затискачів, вимірювальних лінійок і шаблонів. В таблиці 1.9 приведено критерії порівняння технологічних процесів локального ремонту заднього крила і його повної заміни.

Таблиця 1.9 Порівняльна характеристика процесів локального ремонту і повної заміни заднього крила

Критерій	Локальний ремонт	Повна заміна крила
Трудомісткість	Менша	Значно більша
Вартість ремонту	Нижча	Вища
Обсяг зварювання	Менший	Більший
Ризик деформації	Середній	Високий
Збереження заводських з’єднань	Частково зберігаються	Значна частина порушується
Площа фарбування	Менша	Більша
Доцільність	При локальних пошкодженнях	При значних деформаціях або корозії
Якість ремонту	Залежить від точності підгонки	Залежить від правильності встановлення всієї деталі

1.4 Висновки

У загально-технічному розділі проведено загальний аналіз конструкції заднього крила автомобіля Daewoo Matiz та визначено його роль у кузові автомобіля. Встановлено, що заднє крило є незнімним елементом кузова, який з'єднується з внутрішньою аркою колеса, порогом, задньою панеллю, підсилювачами та іншими деталями переважно за допомогою зварювання. Така конструкція забезпечує необхідну жорсткість кузова, але водночас ускладнює виконання ремонтних робіт.

У процесі аналізу встановлено, що найбільш поширеними пошкодженнями заднього крила є корозія нижньої частини, пошкодження колісної арки, вм'ятини, деформації після незначних дорожньо-транстортних пригод, тріщини та порушення лакофарбового покриття. Особливо проблемними є ділянки в зоні порога та колісної арки, оскільки вони постійно піддаються дії вологи, бруду, дорожніх реагентів і механічних навантажень.

Розглянуто два основні способи відновлення заднього крила: локальний ремонт пошкодженої ділянки та повну заміну заднього крила. Встановлено, що повна заміна є доцільною лише при значних деформаціях або наскрізній корозії великої площі. Недоліками такого процесу є висока трудомісткість, значний обсяг демонтажних і зварювальних робіт, ризик пошкодження суміжних елементів кузова, складність відновлення заводської геометрії та збільшення вартості ремонту.

Локальний ремонт є більш раціональним при обмежених пошкодженнях, оскільки дозволяє зберегти більшу частину заводських з'єднань, зменшити площу зварювання, скоротити час ремонту і знизити витрати. Проте він також має певні недоліки: складність точної розмітки пошкодженої ділянки, ризик перегріву тонкого металу, можливість утворення хвиль, пропалів, нерівномірного зазору між ремонтною вставкою і основною панеллю, а також недостатній антикорозійний захист внутрішніх порожнин.

Таким чином, аналіз показав необхідність удосконалення технологічного

процесу ремонту заднього крила автомобіля Daewoo Matiz. Основними напрямами покращення є підвищення точності розмітки і підгонки ремонтної вставки, зменшення термічних деформацій під час зварювання, покращення якості рихтування, забезпечення контролю геометрії та підвищення корозійної стійкості відновленої ділянки.

У наступному технологічному розділі буде проведено детальний опис удосконаленого процесу ремонту заднього крила автомобіля, а також будуть запропоновані нові технологічні рішення, підібрано необхідне обладнання, обґрунтовано методи рихтування, зварювання, підготовки ремонтної вставки, контролю геометрії та антикорозійного захисту, що дозволить підвищити якість, надійність і технологічність ремонту заднього крила.

2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ

2.1 Локальний ремонт заднього крила автомобіля Daewoo Matiz

Локальний ремонт заднього крила автомобіля Daewoo Matiz доцільно виконувати у випадку, коли пошкодження або корозія зосереджені на окремій ділянці кузовної панелі, найчастіше в зоні колісної арки або нижньої частини крила. Такий спосіб ремонту дозволяє не виконувати повну заміну заднього крила, а відновити тільки пошкоджену частину, зберігши більшість заводських зварних з’єднань кузова.

Заднє крило автомобіля Daewoo Matiz є незнімним елементом кузова. У зоні колісної арки воно з’єднане з внутрішньою колісною аркою за допомогою точкового зварювання, а також додатково ущільнене кузовним герметиком. Тому основною складністю локального ремонту є акуратне відокремлення зовнішньої панелі крила від внутрішньої арки без пошкодження несучих елементів кузова.

2.1.1 Вирізання, оброблення та заміна частини заднього крила над колісною аркою

Перед початком ремонту проводять зовнішній огляд пошкодженої ділянки, очищення поверхні від бруду, лакофарбового покриття, корозії та старого герметика. Особливу увагу приділяють зоні стику зовнішнього крила з внутрішньою колісною аркою, оскільки в цьому місці найчастіше накопичується волога і виникає прихована корозія. В таблиці 2.1 приведено перелік використовуваного обладнання та інструменту для проведення локального ремонту заднього крила автомобіля.

Таблиця 2.1 Перелік використовуваного обладнання та інструменту для проведення локального ремонту заднього крила автомобіля

Найменування обладнання	Призначення
Кутова шліфувальна машина	Зачищення фарби, корозії, підготовка зони

	різання
Пневматична або електрична відрізна машинка	Акуратне вирізання пошкодженої частини крила
Свердло для точкового зварювання	Від’єднання зовнішньої панелі від внутрішньої арки
Кузовне зубило або розділювальний ніж	Відокремлення панелей після висвердлювання зварних точок
Будівельний фен або індукційний нагрівач	Розм’якшення старого кузовного герметика
Дриль або шуруповерт	Висвердлювання зварних точок
Рихтувальний молоток і підтримка	Виправлення деформованих кромок
Напівавтомат MIG/MAG	Приварювання ремонтної вставки
Затискачі, магніти, фіксатори	Тимчасова фіксація ремонтної вставки
Шаблон колісної арки	Контроль форми та лінії різу

Спочатку визначають межі пошкодженої ділянки. Лінію різання необхідно наносити не по самому краю корозії, а з відступом 20–30 мм у зону здорового металу. Це дозволяє повністю видалити ослаблений корозією метал і забезпечити якісне зварне з’єднання ремонтної вставки з основною панеллю.

Для підвищення точності розмітки доцільно використовувати шаблон колісної арки. Шаблон дозволяє повторити заводську форму заднього крила і уникнути перекосу лінії вирізання. Якщо шаблон відсутній, контроль можна виконувати за допомогою картонного макета або за збереженою непошкодженою ділянкою заднього крила.

Особливістю ремонту заднього крила є те, що зовнішня панель крила з’єднана з внутрішньою колісною аркою. Щоб від’єднати ці елементи без пошкодження внутрішньої арки, необхідно виконувати ремонтні роботи у такій послідовності:

очистити край арки від фарби, бруду, антикору і герметика;

виявити місця заводського точкового зварювання;

висвердлити зварні точки спеціальним свердлом для точкового зварювання;

прогріти ділянку з’єднання феном або індукційним нагрівачем для розм’якшення герметика;

акуратно розділити зовнішнє крило і внутрішню арку тонким кузовним

ножем або зубилом;

не допускати надмірного відгинання внутрішньої арки, щоб не порушити її геометрію.

Застосування звичайної болгарки в зоні з'єднання зовнішнього крила з внутрішньою аркою є небажаним, оскільки можна випадково прорізати внутрішню арку. Тому в місцях заводських зварних точок краще використовувати спеціальне свердло або фрезу для точкового зварювання. Це дозволяє зняти тільки верхній шар металу зовнішньої панелі, не пошкоджуючи нижню деталь.

Після від'єднання пошкоджену частину заднього крила вирізають по нанесеній розмітці. Кромки основної панелі зачищають до чистого металу, видаляють залишки корозії, старого герметика та лакофарбового покриття. Якщо внутрішня колісна арка має сліди корозії, її також необхідно очистити, обробити перетворювачем іржі або замінити пошкоджену частину.

Ремонтну вставку виготовляють із листової сталі відповідної товщини або використовують готову ремонтну частину заднього крила. Перед встановленням вставку підганяють за формою колісної арки. Зазор між ремонтною вставкою і основною панеллю має бути рівномірним. Надмірно великий зазор ускладнює зварювання і збільшує ризик пропалів.

Для тимчасової фіксації ремонтної вставки використовують кузовні затискачі, магнітні тримачі або саморізи, які після прихоплення видаляють. Перед остаточним проведенням зварювальних робіт необхідно перевірити:

відповідність форми арки заводському контуру;

рівність зовнішньої поверхні заднього крила;

зазор між ремонтною вставкою і основною панеллю;

положення заднього крила відносно дверей, бампера та задньої частини кузова;

щільність прилягання зовнішнього крила до внутрішньої колісної арки.

Зварювання ремонтної вставки доцільно виконувати напівавтоматичним зварюванням MIG/MAG короткими прихватками. Суцільний довгий шов на

тонкому кузовному металі виконувати не рекомендується, оскільки це може призвести до перегріву, викривлення панелі та утворення хвиль.

Послідовність виконання зварювальних робіт:

фіксують ремонтну вставку в декількох точках;

перевіряють її положення відносно кузова;

виконують короткі прихватки з різних боків вставки;

дають металу вставки охолонути після кожної серії прихваток;

поступово заповнюють проміжки між прихватками;

зачищають зварювальний шов шліфувальним кругом;

перевіряють поверхню зварювання на наявність перегріву, хвиль і нерівностей.

У зоні з’єднання зовнішнього крила з внутрішньою аркою можна застосовувати точкове зварювання або імітацію заводських зварних точок через попередньо просвердлені отвори у зовнішній панелі. Такий спосіб дозволяє надійно з’єднати зовнішню панель із внутрішньою аркою і наблизити ремонтну технологію до заводської.

Для цього у кромці ремонтної вставки свердлять отвори діаметром 5–6 мм з кроком 30–40 мм. Після встановлення вставки ці отвори заварюють напівавтоматом до внутрішньої арки. Такий спосіб називають пробковим зварюванням. Він забезпечує достатню міцність з’єднання і дозволяє не виконувати довгий суцільний шов у місці нахлесту.

2.1.2 Контроль якості, антикорозійний захист та удосконалення технологічності локального ремонту заднього крила

Якість локального ремонту заднього крила залежить не тільки від правильного вирізання та зварювання, але й від контролю геометрії, якості швів і захисту металу від повторної корозії. В таблиці 2.2 приведено основні етапи контролю якості виконуваних робіт при локальному ремонті заднього крила.

Таблиця 2.2 Основні етапи контролю якості виконуваних робіт

Етап контролю	Параметри перевірки
До вирізання	Межі корозії, стан металу, наявність прихованих пошкоджень
Після вирізання	Повне видалення корозійної ділянки, стан внутрішньої арки
Перед зварюванням	Прилягання ремонтної вставки, рівномірність зазору, форма арки
Під час зварювання	Відсутність пропалів, перегріву, зміщення вставки
Після зварювання	Якість шва, відсутність тріщин, хвиль і перекосів
Після фарбування	Відповідність форми крила, відсутність видимих дефектів

Для контролю форми колісної арки доцільно використовувати шаблон або контрольну лінійку. Шаблон прикладають до відновленої ділянки і перевіряють рівномірність зазору по всій довжині арки. Якщо виявлено відхилення, їх усувають до нанесення шпаклівки та ґрунту.

Якість зварного шва перевіряють візуально. Зварний шов повинен бути рівномірним, без пропалів, тріщин, непроварів і великих напливів металу. Після зачищення зварного шва не допускається надмірне стоншення металу, оскільки це може знизити міцність з’єднання.

Особливу увагу необхідно приділити запобіганню повторній корозії. Після зварювання зона ремонту має бути повністю очищена від окалини, пилу та залишків зварювання. Внутрішню поверхню заднього крила і колісної арки необхідно обробити антикорозійними матеріалами.

Технологія антикорозійного захисту включає в себе:

механічне очищення металу;

нанесення перетворювача іржі на ділянки, де повністю видалити корозію неможливо;

нанесення епоксидного або кислотного ґрунту;

нанесення зварювального цинкового ґрунту в місцях нахлесту перед зварюванням;

герметизацію стику зовнішнього крила з внутрішньою аркою кузовним герметиком;

нанесення антигравійного покриття в зоні колісної арки;

обробку прихованих порожнин восковим або мастичним антикором.

Найбільш небезпечним місцем після ремонту є стик зовнішньої панелі крила з внутрішньою колісною аркою. Якщо стик не загерметизувати, у зазор буде потрапляти вода, бруд і дорожні реагенти. Це призведе до швидкого повторного утворення корозії. Тому після зварювання і ґрунтування необхідно нанести еластичний кузовний герметик по всій довжині стику. У таблиці 2.3 приведено методи удосконалення технологічного процесу локального ремонту заднього крила

Таблиця 2.3 Методи підвищення технологічності локального ремонту заднього крила автомобіля.

Недолік базового ремонту	Запропоноване удосконалення	Очікуваний результат
Розмітка виконується вручну	Використання шаблона арки	Підвищення точності вирізання
Ризик пошкодження внутрішньої арки	Використання свердла для точкового зварювання	Акуратне від’єднання зовнішньої панелі
Складність видалення герметика	Попередній нагрів феном або індукційним нагрівачем	Менше механічних пошкоджень металу
Перегрів тонкого металу	Зварювання короткими прихватками	Зменшення хвиль і деформацій
Ризик прожогів	Використання мідної підкладки	Полегшення зварювання тонкого металу
Неточна форма ремонтної вставки	Попередня підгонка за шаблоном	Менший шар шпаклівки
Повторна корозія	Герметизація і антикорозійна обробка	Підвищення довговічності ремонту
Відсутність контролю геометрії	Контрольний шаблон або лінійка	Стабільна якість ремонту

Таким чином, удосконалений локальний ремонт заднього крила передбачає не тільки заміну пошкодженої частини, але й використання спеціальних прийомів, які зменшують ризик пошкодження суміжних елементів кузова. Основним удосконаленням є акуратне від’єднання зовнішнього крила від внутрішньої колісної арки шляхом висвердлювання точок зварювання і розм’якшення герметика, а не грубого вирізання всієї ділянки болгаркою.

Застосування шаблона, свердла для точкового зварювання, зварювання короткими прихватками, пробкового зварювання, кузовного герметика та антикорозійної обробки дозволяє підвищити якість ремонту, зменшити трудомісткість і продовжити термін служби відновленої ділянки кузова.

У результаті локальний ремонт заднього крила Daewoo Matiz стає більш технологічним, контрольованим і придатним для виконання в умовах станцій технічного обслуговування.

2.1.3 Застосування контрольного пристосування для фіксації щодо геометричних параметрів заднього крила під його час локального ремонту

Під час локального ремонту заднього крила автомобіля Daewoo Matiz важливо враховувати, що навіть пошкоджена або частково корозійна панель до моменту вирізання зберігає певну просторову жорсткість. Це пояснюється тим, що зовнішня панель заднього крила з’єднана з внутрішньою колісною аркою, порогом, задньою панеллю та іншими елементами кузова. Разом ці елементи утворюють просторову конструкцію, яка підтримує заводську форму крила.

Після вирізання пошкодженої частини зовнішньої панелі жорсткість цієї зони зменшується. Вільна кромка заднього крила, яка вже не з’єднана з внутрішньою аркою, може незначно зміщуватися у просторі, змінювати радіус колісної арки або втрачати правильне положення відносно суміжних деталей кузова. Це особливо небезпечно в зоні арки, оскільки навіть невелике відхилення форми після зварювання може призвести до потреби нанесення збільшеного шару шпаклівки, погіршення зовнішнього вигляду та зниження якості ремонту.

Для усунення цього недоліку пропонується застосовувати спеціальне контрольне пристосування для фіксації геометрії заднього крила. Його основне призначення — утримувати ремонтну ділянку в правильному просторовому положенні під час вирізання пошкодженої частини, примірки ремонтної вставки та її зварювання.

Контрольне пристосування встановлюється на кузов автомобіля перед остаточним вирізанням пошкодженої частини заднього крила. Фіксація виконується за реперними точками, які не пошкоджені корозією або деформацією. Такими точками можуть бути:

край внутрішньої колісної арки;

нижня частина порога;

отвори або технологічні елементи в зоні кріплення бампера;

край дверного прорізу;

контрольні точки на непошкодженій частині крила.

Пристосування виконує функцію просторового шаблона. Воно задає правильне положення кромки крила, радіус колісної арки та положення ремонтної вставки відносно основної панелі. Під час підгонки ремонтної вставки майстер має можливість перевірити, чи відповідає її форма заводському контуру крила. Якщо вставка має відхилення, її можна дорихтувати ще до зварювання.

Конструктивно таке пристосування може складатися з опорної планки, дугового шаблона за формою колісної арки, регульованих упорів, затискачів та фіксуючих елементів. Дуговий шаблон повторює заводський контур арки, а регульовані упори дозволяють виставити ремонтну вставку в одній площині з основною панеллю крила. Затискачі утримують деталь під час прихоплення та подальшого зварювання.

Застосування пристосування особливо важливе під час зварювання, оскільки тонкий листовий метал заднього крила чутливий до нагрівання. При виконанні зварних прихваток метал може локально розширюватися, а після охолодження — стягуватися, що призводить до хвиль, перекосів або втрати правильної форми арки. Контрольне пристосування підтримує ремонтну вставку і кромку крила в заданому положенні, зменшуючи ризик деформацій.

Послідовність використання контрольного пристосування:

очищають пошкоджену зону заднього крила та визначають межі ремонту;

встановлюють пристосування на непошкоджені реперні точки кузова;

перевіряють відповідність контуру пристосування заводській формі крила;

виконують розмітку лінії вирізання пошкодженої ділянки;

вирізають пошкоджену частину крила;

встановлюють ремонтну вставку;

за допомогою упорів і шаблона виставляють вставку відносно основної панелі;

виконують прихоплення ремонтної вставки;

контролюють відсутність зміщення після кожної серії прихваток;

завершують зварювання короткими ділянками з проміжним охолодженням. Основні переваги застосування контрольного пристосування наведено в таблиці 2.4.

Таблиця 2.4 Основні переваги при використанні контрольного пристосування

Перевага	Практичне значення
Збереження геометрії крила	Зменшується ризик перекосу арки після вирізання пошкодженої частини
Точне позиціонування ремонтної вставки	Вставка встановлюється відповідно до заводського контуру
Підтримка деталі під час зварювання	Зменшується вплив термічних деформацій
Зменшення шару шпаклівки	Поверхня після ремонту потребує меншого вирівнювання
Підвищення якості фарбування	Зменшується ймовірність проявлення хвиль після нанесення ЛФП
Скорочення часу підгонки	Майстер швидше виставляє вставку в правильне положення
Покращення повторюваності ремонту	Технологія менше залежить від досвіду виконавця

Таким чином, застосування контрольного пристосування є важливим напрямом удосконалення локального ремонту заднього крила Daewoo Matiz. Воно дозволяє забезпечити правильне просторове положення ремонтної вставки, зберегти форму колісної арки та зменшити вплив термічних деформацій під час зварювання. Детальна конструкція пристосування, вибір

матеріалів, його основні елементи, креслення та розрахунки будуть розглянуті в третьому конструкторському розділі.

2.2 Удосконалення технологічного процесу заміни заднього крила автомобіля Daewoo Matiz

Під час аналізу процесу виконання кузовного ремонту в умовах станцій технічного обслуговування було встановлено, що заміна заднього крила автомобіля Daewoo Matiz є трудомісткою операцією. Основні труднощі виникають під час демонтажу пошкодженого крила, підгонки нового елемента, виставлення зазорів та зварювання тонколистового металу.

У базовому технологічному процесі заміни заднього крила майстер переважно орієнтується на власний досвід, візуальну оцінку та ручну підгонку деталі. Через це збільшується час виконання робіт, виникає ризик перекосу крила, нерівномірних зазорів і потреби у нанесенні більшого шару шпаклівки після зварювання. Основні недоліки базового технологічного процесу заміни заднього крила, які були виявлені під час аналізу приведено в таблиці 2.5.

Таблиця 2.5 Недоліки базового технологічного процесу заміни заднього крила автомобіля

Недолік базового процесу	Наслідок
Висвердлювання зварних точок виконується без чіткої схеми	Можливе пошкодження внутрішньої арки та суміжних елементів
Нове крило виставляється переважно візуально	Збільшується час підгонки та ризик перекосу
Застосовуються довгі зварні шви на відкритих ділянках	Зростає ризик термічної деформації металу
Недостатньо використовується пробкове або точкове зварювання	З’єднання відрізняється від заводського
Герметизація стиків виконується після завершення основних робіт без контролю доступу до прихованих зон	Підвищується ризик повторної корозії
Контроль геометрії виконується після зварювання	Виправлення дефектів потребує додаткового часу

Для усунення цих недоліків запропоновано удосконалений технологічний процес заміни заднього крила. Його особливість полягає в тому, що основна увага приділяється не тільки самій заміні деталі, а й правильному вибору місць розрізу, позиціонуванню крила перед зварюванням, застосуванню пробкового зварювання та захисту стиків від корозії.

Удосконалений процес передбачає виконання заміни заднього крила не шляхом довільного вирізання пошкодженої панелі, а з використанням заводських зон з'єднання кузова. Розрізи доцільно виконувати в місцях, де:

менша довжина майбутнього зварного шва;

шов не розташований на великій відкритій площині;

є можливість подальшої герметизації;

менше навантаження на зварне з'єднання;

простіше виконати зачистку, ґрунтування та антикорозійну обробку.

Такий підхід дозволяє зменшити довжину зварного шва, знизити ризик перегріву металу і полегшити подальше шпаклювання та фарбування.

У місцях заводського точкового зварювання запропоновано використовувати висвердлювання точок спеціальним свердлом, а не грубе вирізання болгаркою. Це дозволяє зберегти внутрішню колісну арку, поріг і задню панель без зайвих пошкоджень.

Для встановлення нового або донорського крила запропоновано використовувати попереднє позиціонування за реперними точками кузова. Контроль виконується за положенням дверного прорізу, кришки багажника, заднього бампера, колісної арки та непошкоджених елементів кузова. У таблиці 2.6 запропонована послідовність удосконаленого процесу заміни заднього крила автомобіля.

Таблиця 2.6 Удосконалена послідовність технологічного процесу заміни заднього крила автомобіля

№	Операція	Удосконалення
1	Огляд пошкодженого крила	Визначення меж пошкодження та доцільності повної заміни
2	Демонтаж обшивки, бампера, ущільнювачів	Забезпечення доступу до заводських зварних точок

3	Очищення стиків	Видалення фарби, герметика та антикору
4	Виявлення зварних точок	Використання шліфувального круга або дротяної щітки
5	Висвердлювання точок	Застосування свердла для точкового зварювання
6	Відокремлення крила	Розділення панелей без пошкодження внутрішньої арки
7	Підготовка нового крила	Очищення, примірка, свердління отворів під пробкове зварювання
8	Позиціонування крила	Фіксація затискачами та контроль зазорів
9	Пробкове або точкове зварювання	Наближення до заводської технології
10	Герметизація стиків	Захист від проникнення вологи
11	Антикорозійна обробка	Обробка прихованих порожнин
12	Контроль якості	Перевірка геометрії, швів і підготовка до фарбування

В таблиці 2.7 приведено перелік обладнання, матеріалу, робочих та вимірювальних інструментів для удосконаленого технологічного процесу заміни заднього крила.

Таблиця 2.7 Перелік обладнання, матеріалу, робочих та вимірювальних інструментів для удосконаленого технологічного процесу заміни заднього крила.

Обладнання	Призначення	Очікуваний ефект
Свердло для точкового зварювання	Акуратне висвердлювання заводських точок	Зменшення пошкодження суміжних деталей
Кузовні затискачі	Фіксація нового крила перед зварюванням	Точніше позиціонування
Контрольний шаблон або лінійка	Перевірка геометрії арки і зазорів	Менше перекосів
Напівавтомат MIG/MAG	Виконання пробкового зварювання	Якісне з’єднання тонкого металу
Мідна підкладка	Захист від пропалів	Менше дефектів зварювання
Кузовний герметик	Герметизація стиків	Захист від корозії
Антикорозійний віск	Обробка прихованих порожнин	Підвищення довговічності ремонту

Запропоноване удосконалення технологічного процесу дозволяє зменшити кількість ручних підгінних операцій і підвищити стабільність якості

ремонту. За рахунок використання свердла для точкового зварювання зменшується ризик пошкодження внутрішньої арки. Використання затискачів і контрольного шаблона дозволяє швидше виставити нове крило в правильне положення. Орієнтовне порівняння базового та удосконаленого технологічного процесу заміни заднього крила приведено в таблиці 2.8.

Таблиця 2.8 Порівняння базового та удосконаленого технологічного процесу заміни заднього крила

Показник	Базовий процес	Удосконалений процес
Час демонтажу пошкодженого крила, год	2,5	2,0
Час підгонки нового крила, год	2,0	1,3
Час зварювання, год	1,6	1,2
Час виправлення деформацій після зварювання, год	1,2	0,6
Орієнтовна загальна трудомісткість, год	7,3	5,1

Зменшення трудомісткості виконуваних ремонтних робіт при порівнянні базового і удосконаленого технологічних процесів становить:

$$7,3 - 5,1 = 2,2 \text{ год}$$

Відносне зменшення трудомісткості:

$$\frac{2,2}{7,3} \cdot 100 = 30,1\%$$

Отже, впровадження запропонованого удосконаленого технологічного процесу дозволяє орієнтовно зменшити трудомісткість заміни заднього крила на 30 %. Крім скорочення часу, підвищується якість позиціонування крила, зменшується ризик термічних деформацій і знижується потреба у нанесенні товстого шару шпаклівки.

Обґрунтування ефективності використання запропонованого удосконаленого технологічного процесу заміни заднього крила. Ефективність удосконаленого процесу пояснюється такими чинниками:

Демонтаж заднього крила виконується по заводських точках, тому менше пошкоджуються суміжні елементи;

Нове заднє крило фіксується до зварювання, а не утримується вручну;

пробкове зварювання дозволяє відтворити заводський принцип з’єднання;

зменшення довжини суцільних швів знижує термічні деформації;

герметизація стиків запобігає проникненню вологи;

контроль геометрії виконується до зварювання, а не після нього.

У результаті процес ремонту стає більш контрольованим, технологічним і менш залежним від досвіду окремого виконавця. Це особливо важливо для умов невеликої станції технічного обслуговування, де не завжди є необхідне стапельне обладнання, але можна покращити якість ремонту за рахунок правильного підбору робочого інструменту, послідовності виконання операцій і контролю якості виконуваних робіт.

У процесі аналізу базової технології заміни заднього крила автомобіля Daewoo Matiz встановлено, що основними недоліками є висока трудомісткість, складність позиціонування нового крила, ризик пошкодження внутрішньої арки та можливість утворення деформацій під час зварювання. Для усунення цих недоліків запропоновано удосконалений технологічний процес, який передбачає висвердлювання заводських зварних точок, використання контрольних реперних точок, застосування кузовних затискачів, точкового зварювання, герметизації стиків та антикорозійної обробки.

Запропоновані технічні рішення дозволяють зменшити трудомісткість виконуваних робіт, підвищити точність встановлення заднього крила, зменшити обсяг подальшого шпаклювання та підвищити довговічність відновленої кузовної деталі.

3 КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ

3.1 Опис конструкції та принципу роботи контрольного пристосування для локальної заміни частини заднього крила автомобіля

На рисунку 3.1 показано контрольне пристосування для локальної заміни частини заднього крила автомобіля Daewoo Matiz. Пристосування призначене для точного позиціонування ремонтної вставки відносно кузова автомобіля під час вирізання пошкодженої ділянки, примірювання нової частини заднього крила та її подальшого зварювання.

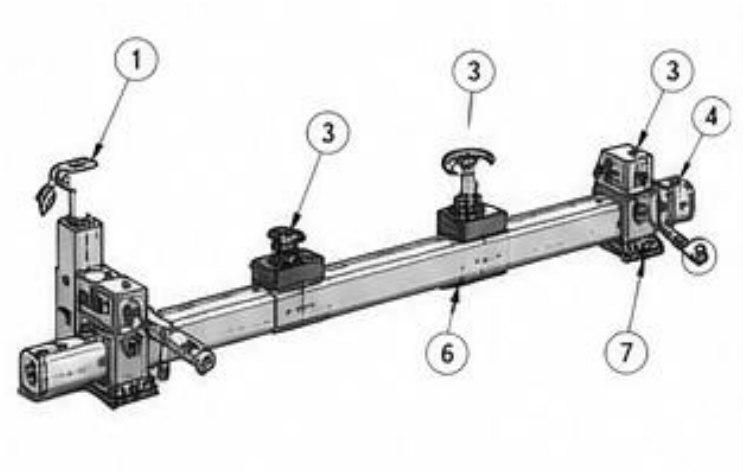


Рисунок 3.1 - Загальний вигляд контрольного пристосування

1 – опорний вузол (петля замка дверей); 2 – направляючий вузол (місце кріплення заднього ліхтаря); 3 – телескопічна лінійка; 4 – магнітний фіксатор (позиціонування ремонтної вставки); 5 – регулюючий гвинт; 6 – затискний елемент 7 – шкала вимірювання.

На рисунку 3.2 показано схему встановлення контрольного пристосування на кузові автомобіля Daewoo Matiz. Пристосування базується на двох основних реперних точках кузова: точці А — у зоні петлі замка дверей, та точці Б — у місці кріплення заднього ліхтаря після його демонтажу. Телескопічна лінійка встановлюється між цими точками та забезпечує фіксовану базову відстань L2, яка використовується для позиціонування ремонтної вставки або нового крила.

У центральній частині лінійки встановлені магнітні фіксатори, які

дозволяють тимчасово утримувати ремонтну вставку в заданому положенні під час підгонки та прихватки зварюванням. Вертикальна координата L1 використовується для контролю положення лінії різу або верхньої частини ремонтної вставки відносно кузова автомобіля.

Запропонована схема встановлення контрольного пристосування дозволяє переносити геометричні параметри між кузовом автомобіля та ремонтною вставкою без постійного повторного встановлення дверей, заднього ліхтаря, бампера або інших суміжних елементів кузова. Це дає змогу зменшити трудомісткість ремонту, скоротити кількість повторних примірок та підвищити точність позиціонування заднього крила під час його локальної або повної заміни.

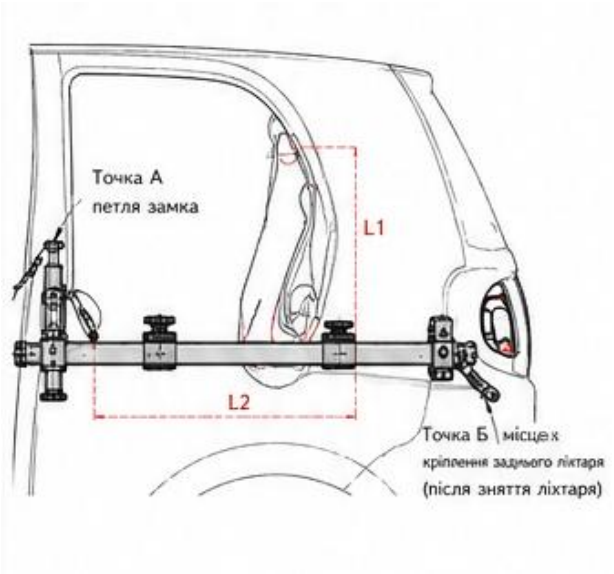


Рисунок 3.2 - Схема встановлення контрольного пристосування на автомобілі Daewoo Matiz.

Точка А – петля замка, L1 – вертикальна відстань, L2 – горизонтальна відстань, Точка Б – місце кріплення заднього ліхтаря (після зняття ліхтаря)

На рисунку 3.3 наведено приклад практичного застосування контрольного пристосування під час кузовного ремонту автомобіля Daewoo Matiz. У верхній частині рисунка показано використання пристосування при локальній заміні пошкодженої частини заднього крила, а в нижній — під час повної заміни заднього крила.

При локальному ремонті (рис. 3.3 а) пристосування використовується для точного позиціонування ремонтної вставки відносно незнімної частини кузова. Магнітні фіксатори утримують вставку в заданому положенні, а телескопічна лінійка забезпечує контроль відстаней між реперними точками кузова. Це дозволяє зменшити кількість повторних примірок, забезпечити правильну геометрію колісної арки та знизити ризик зміщення вставки під час прихватки зварюванням.

Під час повної заміни заднього крила (рис. 3.3, б) контрольне пристосування застосовується для попереднього виставлення нового або донорського крила відносно дверного прорізу, заднього ліхтаря та колісної арки. Використання шаблона-лінійки дає можливість контролювати положення кузовної панелі ще до остаточного зварювання, що дозволяє уникнути перекосів, нерівномірних зазорів та надмірної підгонки.

Застосування контрольного пристосування в обох випадках забезпечує більш точне позиціонування кузовних елементів, скорочує час підготовчих операцій та підвищує якість кузовного ремонту. Крім того, зменшується потреба у значному шарі шпаклівки після зварювання, оскільки ремонтна вставка або нове крило встановлюються ближче до заводської геометрії кузова.

а) Локальна заміна частини крила

б) Повна заміна крила

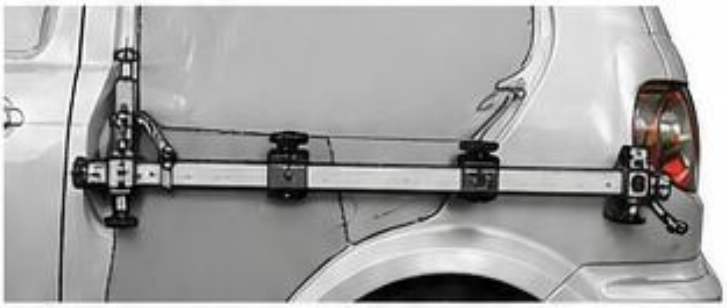


Рисунок 3.3 - Приклад застосування контрольного пристосування на автомобілі Daewoo Matiz

а - локальна заміна частини заднього крила, б - повна заміна заднього крила

В таблиці 3.1 приведено характеристики основних елементів контрольного пристосування.

Таблиця 3.1 - Специфікація деталей та їх характеристики контрольного пристосування

Позиція	Найменування	Кількість	Матеріал	Примітка
1	Опорний вузол (петля замка дверей)	1	сталь	регульований затиск
2	Направляючий вузол (місце кріплення заднього ліхтаря)	1	сталь	вставка-направляюча
3	Телескопічна лінійка	1	алюмінієвий профіль	з шкалою
4	Магнітний фіксатор	4	неодимовий магніт	Ø32, сила 80 кг
5	Регулюючий гвинт	2	сталь	М8
6	Затискний елемент	1	таль	ексцентриковий
7	Шкала вимірювання	1	наклейка	мм

Контрольне пристосування призначене для точного позиціонування вирізаної частини заднього крила та нової ремонтної вставки відносно кузова автомобіля Daewoo Matiz. Пристосування базується на основних реперних точках кузова: петлі замка дверей (точка А) та місці кріплення заднього ліхтаря (точка Б). На телескопічній лінійці встановлено магнітні фіксатори, які утримують ремонтну вставку у потрібному положенні під час прихватки та зварювання.

Конструкція контрольного пристосування є розбірною, легко переноситься і використовується як для локальної, так і для повної заміни заднього крила.

Вихідні дані при використанні контрольного пристосування під час заміни заднього крила:

Відстань між точкою А (петля замка) та точкою Б (місце ліхтаря);

$$L_{2\ min} = 820 \text{ мм}, L_{2\ max} = 1200 \text{ мм}$$

Висота крила в зоні вимірювання:

$$L_1 = 600…1100 \text{ мм}$$

Розрахунок довжини телескопічної лінійки

$$L_{min} = L_{2\ max} + \text{запас на закінчення} = 1200 + 20 = 1220 \text{ мм}$$

Приймаємо стандартний розмір профілю: 1220 мм

Висота вертикальної регулюючої стійки

$$L_{верт} = 600…1100 \text{ мм}$$

Приймаємо хід телескопічної стійки: 500 мм

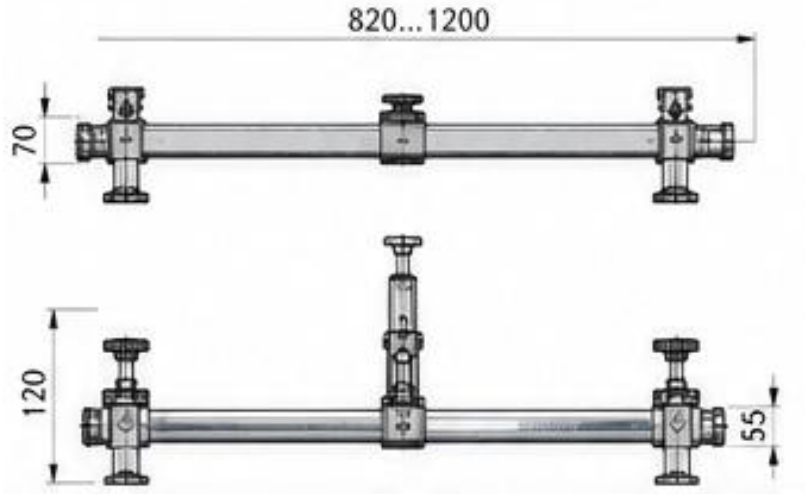


Рисунок 3.4 Загальний вигляд контрольного пристосування

В таблиці 3.2 приведені основні геометричні параметри контрольного пристосування

Таблиця 3.2 Геометричні параметри контрольного пристосування

Геометричний параметр	Позначення	Значення, мм
Горизонтальна відстань, min	L2	820
Горизонтальна відстань, max	L2	1200
Вертикальна відстань	L1	600…1100
Довжина лінійки	Lлін	1220
Хід вертикальної стійки	Lверт	500
Висота корпусу лінійки	hлін	70
Ширина пристосування	B	120

На рисунку 3.5 показано конструкцію затискного елемента контрольного пристосування. Затискний елемент призначений для механічної фіксації шаблона-лінійки на реперних точках кузова автомобіля під час виконання локального ремонту або повної заміни заднього крила.

Конструкція затискача складається з корпусу, ексцентрикового механізму, притискного гвинта М8 та опорної п’ятки. Фіксація пристосування виконується за рахунок створення притискного зусилля ексцентриковим механізмом, який забезпечує швидке встановлення і демонтаж шаблона без пошкодження кузовної панелі.

Особливістю конструкції є те, що затискний елемент дозволяє компенсувати незначні відхилення геометрії кузова та забезпечує надійну

фіксацію пристосування навіть на криволінійних поверхнях. Опорна п’ятка має збільшену площу контакту і може додатково комплектуватись гумовою накладкою для запобігання пошкодженню лакофарбового покриття кузова.

У процесі ремонту затискний елемент встановлюється в зоні дверного прорізу або біля петлі замка дверей і створює необхідне притискне зусилля для стабільного утримання телескопічної лінійки. Завдяки цьому забезпечується точне базування пристосування відносно кузова автомобіля та зменшується ризик зміщення ремонтної вставки під час зварювання.

Застосування ексцентрикового затискача, показаного на рисунку 3.5, дозволяє скоротити час встановлення контрольного пристосування, спростити регулювання положення шаблона та підвищити стабільність його фіксації під час кузовного ремонту.

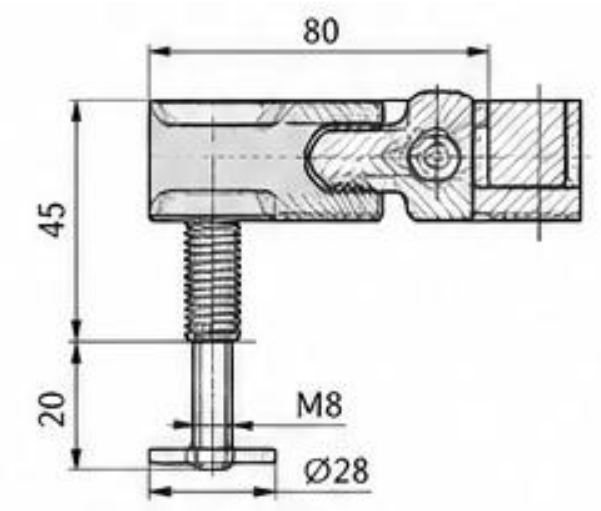


Рисунок 3.5 Загальний вигляд затискного елемента контрольного пристосування

Вихідні дані при виборі силових параметрів затискного елемента контрольного пристосування під час виконання ремонтних робіт заднього крила.

Необхідне зусилля притискання магнітного фіксатора до панелі: $F_{пр}$ = 300 Н (запас на утримання)

Розрахунок моменту затягування: Плече ексцентрика r = 20 мм = 0,02 м

Необхідний крутний момент: $M = F_{пр} \cdot r = 300 \cdot 0{,}02 = 6$ Н·м

Перевірка гвинта М8

Допустиме зусилля затягування для гвинта М8 : $F_{доп}$ = 15 кН

Фактичне зусилля притискання: $F_ф = M / r = 6 / 0,02 = 300$ Н < $F_{доп}$

Умова виконується.

В таблиці 3.3 приведено значення основних параметрів затискного елементу контрольного пристосування.

Таблиця 3.3 – Параметри затискного елемента контрольного пристосування

Параметр	Позначення	Значення
Тип гвинта	–	М8
Плече ексцентрика	r	20 мм
Необхідний момент	M	6 Н·м
Фактичне зусилля	$F_ф$	300 Н
Допустиме зусилля	$F_{доп}$	15000 Н

Затискний елемент призначений для механічної фіксації шаблона-лінійки на реперних точках кузова автомобіля під час виконання локального ремонту або повної заміни заднього крила. Конструкція затискача складається з корпусу, ексцентрикового механізму, притискного гвинта М8 та опорної п’ятки. Фіксація контрольного пристосування виконується за рахунок створення притискного зусилля ексцентриковим механізмом, який забезпечує швидке встановлення і демонтаж шаблона без пошкодження кузовної панелі.

Особливістю даної конструкції є те, що затискний елемент дозволяє компенсувати незначні відхилення геометрії кузова та забезпечує надійну фіксацію пристосування навіть на криволінійних поверхнях. Опорна п’ятка має збільшену площу контакту і може додатково комплектуватись гумовою накладкою для запобігання пошкодженню лакофарбового покриття кузова.

У процесі ремонту затискний елемент встановлюється в зоні дверного прорізу або біля петлі замка дверей і створює необхідне притискне зусилля для стабільного утримання телескопічної лінійки. Завдяки цьому забезпечується точне базування пристосування відносно кузова автомобіля та зменшується ризик зміщення ремонтної вставки під час зварювання.

Застосування ексцентрикового затискача дозволяє скоротити час встановлення контрольного пристосування, спростити регулювання положення

шаблона та підвищити стабільність його фіксації під час кузовного ремонту.

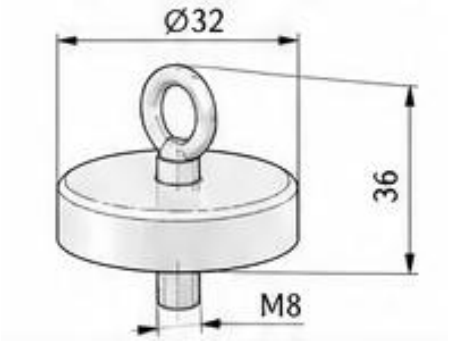


Рисунок 3.5 Робоче креслення магнітного фіксатора контрольного пристосування

Вихідні дані для вибору технічних характеристик магнітного фіксатора:

Необхідна утримуюча сила магніта: Fутр = 200 Н

Прийнято магніт: неодимовий NdFeB Ø32 мм

Каталожна сила відриву: Fкат = 800 Н

Коефіцієнт запасу: k = Fкат / Fутр = 800 / 200 = 4

Умова виконується (рекомендоване значення $k \geq 3$)

В таблиці 3.4 приведено технічні характеристики магнітного фіксатора.

Таблиця 3.4 – Параметри магнітного фіксатора

Параметр	Позначення	Значення
Діаметр магніта	D	32 мм
Висота магніта	H	10 мм
Сила відриву	Fкат	800 Н
Рекомендована сила притискання	Fрек	200 Н
Коефіцієнт запасу	k	4
Кількість магнітів	n	4 шт.

Орієнтовані маси основних елементів контрольного пристосування:

Лінійка телескопічна (алюмінієвий профіль) – 1,10 кг ;

Опорний вузол – 0,80 кг ;

Направляючий вузол – 0,35 кг ;

Магнітні фіксатори (4 шт.) – 0,56 кг ;

Затискний елемент – 0,18 кг ;

Інші елементи (гвинти, шкала тощо) – 0,15 кг;

Разом: G ≈ 3,2 кг

Розроблене контрольне пристосування забезпечує точне позиціонування ремонтної вставки заднього крила Daewoo Matiz відносно кузова. Регульована телескопічна конструкція дозволяє працювати з різною геометрією кузова. Магнітні фіксатори забезпечують надійну фіксацію панелі під час зварювання, а ексцентрикові затиски створюють необхідне притискне зусилля при мінімальних витратах часу. Маса пристосування – близько 3,2 кг, що дозволяє легко переносити його та швидко встановлювати на автомобіль.

3.2 Розрахунок основних елементів контрольного пристосування

3.2.1 Вихідні дані для розрахунку

Контрольне пристосування призначене для фіксації ремонтної вставки заднього крила відносно кузова автомобіля Daewoo Matiz. Пристосування є переносним, тому його конструкція повинна бути достатньо жорсткою, але водночас легкою. В таблиці 3.5 приведено параметри при розрахунку основних елементів контрольного пристосування.

Таблиця 3.5 Вихідні розрахункові дані основних параметрів контрольного пристосування:

Параметр	Позначення	Значення
Мінімальна робоча довжина пристосування	Lmin	820 мм
Максимальна робоча довжина пристосування	Lmax	1200 мм
Прийнята довжина телескопічної лінійки	L	1220 мм
Максимальна маса ремонтної вставки	m	1,2 кг
Коефіцієнт запасу	k	2,5
Кількість магнітних фіксаторів	n	4 шт.
Рекомендована сила утримання вставки	Fутр	200 Н

Робоча довжина контрольного пристосування визначається за формулою:

$$L=Lmax+aL$$

Де: Lmax - максимальна відстань між реперними точками, мм;

а - запас на регулювання і закріплення, мм.

L=1200+20=1220мм

Довжину телескопічної лінійки приймаємо 1220 мм.

3.2.2 Розрахунок телескопічної лінійки на жорсткість

Телескопічна лінійка є основним несучим елементом контрольного пристосування. Вона повинна забезпечувати стабільність розміру між реперними точками кузова і не прогинатися під дією власної маси та зусилля притискання.

Для телескопічної лінійки приймаємо алюмінієвий профіль прямокутного перерізу:

40×20×2 мм

Момент інерції прямокутного трубчастого профілю визначаємо за формулою:

$$I = \frac{BH^3 - bh^3}{12}$$

де B=40 мм — зовнішня ширина профілю;

H=20 мм — зовнішня висота профілю;

b=36 мм — внутрішня ширина;

h=16 мм — внутрішня висота.

$$I = \frac{40 \cdot 20^3 - 36 \cdot 16^3}{12}$$

$$I = \frac{320000 - 147456}{12} = 14378,7 \text{ мм}^4$$

Прогин лінійки при центральному навантаженні визначаємо за формулою:

$$f = \frac{FL^3}{48EI}$$

де F=50 Н — умовне навантаження від притискачів і маси вставки;

L=1220 мм — довжина лінійки;

E=70000 МПа — модуль пружності алюмінію;

I=14378,7 мм⁴.

$$f = \frac{50 \cdot 1220^3}{48 \cdot 70000 \cdot 14378,7}$$

$$f \approx 1,88 \text{ мм}$$

Отриманий прогин є допустимим для допоміжного кузовного пристосування. Для підвищення жорсткості можна застосувати профіль більшого перерізу 40×25×2 мм або використати стальний профіль.

3.2.3 Розрахунок магнітних фіксаторів

Магнітні фіксатори використовуються не для кріплення всього пристосування до кузова, а для утримання ремонтної вставки в заданому положенні.

Сила, необхідна для утримання вставки, визначається за формулою:

$$F = m \cdot g \cdot k$$

де m=1,2 кг — маса ремонтної вставки;

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

k=2,5 — коефіцієнт запасу.

$$F = 1,2 \cdot 9,81 \cdot 2,5 = 29,43 \text{ Н}$$

Оскільки застосовуються 4 магнітні фіксатори, сила на один магніт становить:

$$F_1 = \frac{F}{n}$$

$$F_1 = \frac{29,43}{4} = 7,36 \text{ Н}$$

Проте з урахуванням можливих вібрацій, перекосу вставки та зусиль під

час підгонки приймаємо неодимові магніти з силою утримання не менше:

$$F_{\text{магн}} = 80 \text{ Н}$$

Коефіцієнт запасу магнітного фіксатора:

$$k_{\text{магн}} = \frac{F_{\text{магн}} \cdot n}{F}$$

$$k_{\text{магн}} = \frac{80 \cdot 4}{29,43} = 10,9$$

Отже, чотири магнітні фіксатори із силою утримання 80 Н кожен забезпечують надійне утримання ремонтної вставки.

3.2.4 Розрахунок затискного елемента

Затискний елемент призначений для механічної фіксації пристосування в зоні дверного прорізу або петлі замка дверей. Для затиску приймаємо гвинт М8.

Необхідне зусилля притискання приймаємо:

$$F_{\text{пр}} = 300 \text{ Н}$$

Крутний момент на гвинті визначаємо за формулою:

$$M = F_{\text{пр}} \cdot r$$

де r=0,02 м — умовне плече ручки затиску.

$$M = 300 \cdot 0,02 = 6 \text{ Нм}$$

Для гвинта М8 допустиме зусилля значно вище за прийняте робоче навантаження, тому такий гвинт забезпечує достатній запас міцності.

Перевіримо запас за зусиллям:

$$k = \frac{F_{\text{доп}}}{F_{\text{пр}}}$$

де Fдоп=15000 Н — допустиме осьове зусилля для гвинта М8.

$$k = \frac{15000}{300} = 50$$

Отже, гвинт М8 має значний запас міцності і може бути використаний у

конструкції затискача.

3.2.5 Розрахунок маси контрольного пристосування

Маса контрольного пристосування визначається як сума мас основних його елементів. В таблиці 3.6 приведено значення мас основних елементів контрольного пристосування.

Таблиця 3.6 Маси основних елементів контрольного пристосування.

Елемент контрольного пристосування	Орієнтовна маса, кг
Телескопічна лінійка	1,10
Опорний вузол	0,45
Направляючий вузол	0,45
Магнітні фіксатори, 4 шт.	0,56
Затискний елемент	0,18
Регулювальні гвинти, шкала, дрібні елементи	0,30
Загальна маса	3,04 кг

Отже, орієнтовна маса контрольного пристосування становить:

$$m_{заг}=3,04 \text{ кг}$$

Така маса дозволяє переносити і встановлювати контрольне пристосування пристосування однією людиною без використання додаткового підіймального обладнання.

3.2.6 Висновок за результатами розрахунку основних елементів контрольного пристосування

Проведені розрахунки показали, що прийнята конструкція контрольного пристосування є достатньо жорсткою, легкою та придатною для використання в умовах станцій технічного обслуговування. Довжина телескопічної лінійки 1220 мм забезпечує роботу в діапазоні від 820 до 1200 мм. Застосування алюмінієвого профілю 40×20×2 мм дозволяє зменшити масу пристосування, а

використання магнітних фіксаторів із силою утримання 80 Н забезпечує надійну фіксацію ремонтної вставки.

Механічний затиск із гвинтом М8 має достатній запас міцності та забезпечує надійне кріплення контрольного пристосування до реперної точки кузова. Загальна маса пристосування становить приблизно 3 кг, що робить його зручним для ручного встановлення і швидкого використання під час локального ремонту заднього крила.

3.3 Розробка конструкції універсального шаблона-лінійки для вимірювання та позиціонування ремонтної вставки заднього крила

Для підвищення точності повної або часткової заміни заднього крила автомобіля Daewoo Matiz запропоновано універсальний шаблон-лінійку. На відміну від звичайних гнучких або багатострижневих шаблонів, які складно точно встановити в одне й те саме положення, розроблена шаблон-лінійка дозволяє знімати розміри між конкретними реперними точками кузова та переносити їх на ремонтну вставку.

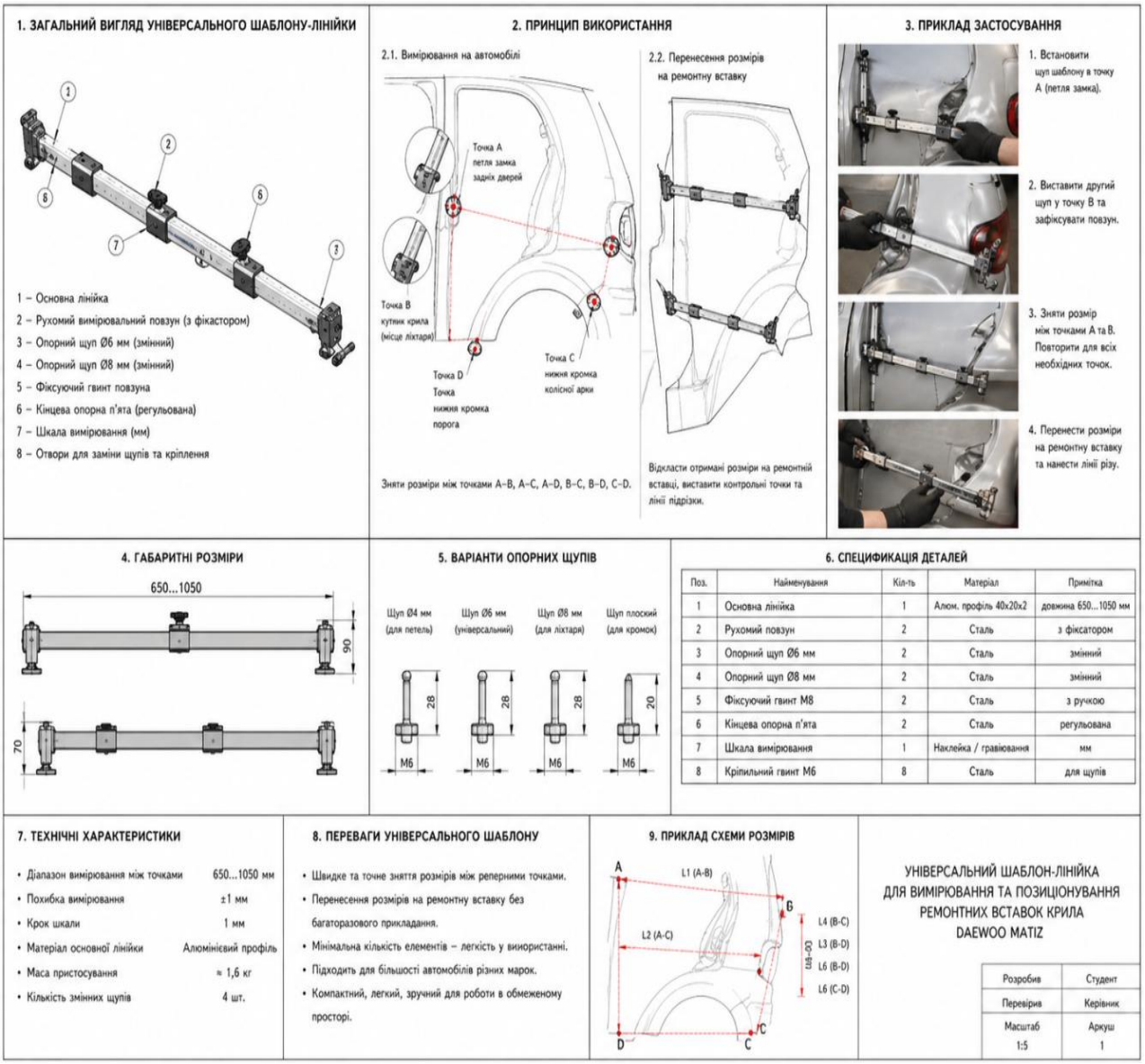


Рисунок 3.6 Конструктивні особливості та технологічні характеристики шаблона-лінійки при виконанні ремонтних робіт заднього крила

Шаблон-лінійка застосовується для визначення лінії різу на кузові автомобіля та відповідної лінії різу на новому крилі або ремонтній вставці. Це дає змогу зменшити кількість повторних примірок деталі, скоротити час підгонки та забезпечити більш точне з'єднання ремонтної вставки з основною частиною кузова.

Принцип роботи шаблона-лінійки. Перед вирізанням пошкодженої частини майстер вибирає декілька стабільних реперних точок кузова. До таких точок відносяться:

отвір або місце кріплення заднього ліхтаря;

край дверного прорізу;

зона петлі або замка задніх дверей;

нижня кромка порога;

контрольні точки колісної арки;

край заводського стику кузовної панелі.

Шаблон-лінійку встановлюють між двома вибраними точками, після чого рухомими повзунками фіксують необхідні відстані. Отримані розміри переносять на ремонтну вставку або донорське крило. Таким чином, лінія відрізання формується за стабільними контрольними координатами.

Це особливо важливо при повній заміні заднього крила, коли двері, бампер, задній ліхтар або кришка багажника можуть бути зняті і постійно приміряти їх під час підгонки незручно. В таблиці 3.7 приведена детальна інформація про конструкцію та принцип роботи шаблона-лінійки.

Таблиця 3.7 Конструкція та принцип роботи шаблона-лінійки

Позначення	Найменування деталі	Кількість	Матеріал	Призначення
1	Основна телескопічна лінійка	1	Алюмінієвий профіль 40×20×2 мм	Забезпечує базову відстань між реперними точками
2	Рухомий вимірювальний повзун	2	Сталь або алюміній	Фіксує проміжні контрольні точки
3	Змінний опорний щуп Ø6 мм	2	Сталь	Встановлення в отвори малого діаметра
4	Змінний опорний щуп Ø8 мм	2	Сталь	Встановлення в отвори кріплення ліхтаря або кузовні отвори

5	Плоский опорний щуп	2	Сталь	Опора по кромці крила, порога або арки
6	Фіксуючий гвинт М8	2	Сталь	Закріплення повзунів у потрібному положенні
7	Кінцева регульована опора	2	Сталь / гума	Упор у реперну точку без пошкодження ЛФП
8	Шкала вимірювання	1	Гравіювання або наклейка	Відлік розміру в міліметрах
9	Кріпильні гвинти М6	8	Сталь	Кріплення змінних щупів
10	Захисна гумова накладка	2	Гума	Захист кузова від подряпин

Конструкція шаблона-лінійки є розбірною. Це дозволяє використовувати різні типи щупів залежно від конкретної точки базування. Наприклад, для отворів кріплення заднього ліхтаря зручно застосовувати циліндричний щуп Ø8 мм, а для кромки порога або арки — плоский щуп.

3.3.1 Вибір габаритних розмірів шаблона-лінійки

Для автомобіля Daewoo Matiz приймаємо робочий діапазон вимірювання:

$$L_{min} = 650 \text{ мм};$$

$$L_{max} = 1050 \text{ мм}.$$

Запас на величину регулювання приймаємо:

$$a = 30 \text{ мм}.$$

Повна конструктивна довжина лінійки:

$$L = L\,max + a;$$

$$L = 1050 + 30 = 1080 \text{ мм}.$$

Приймаємо довжину основної телескопічної лінійки:

$$L = 1080 \text{ мм}.$$

Для зручності виготовлення приймаємо стандартну довжину:

$$L = 1100 \text{ мм}.$$

Ширину пристосування приймаємо:

$$B = 90 \text{ мм}.$$

Висота пристосування з урахуванням щупів:

$$H = 120 \text{ мм}.$$

3.3.2 Порядок розрахунку похибки вимірювання

Загальна похибка вимірювання залежить від точності шкали, люфту повзунів і точності встановлення щупів.

Для проведення розрахунку приймаємо:

Причина похибки	Позначення	Значення
Похибка шкали	$\Delta 1$	0,5 мм
Люфт рухомого повзуна	$\Delta 2$	0,3 мм
Похибка встановлення щупа	$\Delta 3$	0,2 мм

Загальна похибка визначається за формулою:

$$\Delta = \Delta_1 + \Delta_2 + \Delta_3$$

$$\Delta = 0,5 + 0,3 + 0,2 = 1,0 \text{ мм}$$

Отже, очікувана похибка вимірювання становить:

$$\Delta = \pm 1,0 \text{ мм}$$

Для кузовного ремонту така точність вимірювання є достатньою, оскільки зазор між ремонтною вставкою і основною панеллю під час зварювання зазвичай допускається в межах 0,8…1,5 мм.

3.3.3 Розрахунок жорсткості основної лінійки

Основна лінійка виготовлена з алюмінієвого прямокутного профілю:

40 х 20 х 2 мм

Момент інерції профілю лінійки:

$$I = \frac{BH^3 - bh^3}{12}$$

Де:

$$B = 40 \text{ мм}, \quad H = 20 \text{ мм}$$

$$b = 36 \text{ мм}, \quad h = 16 \text{ мм}$$

$$I = \frac{40 \cdot 20^3 - 36 \cdot 16^3}{12}$$

$$I = \frac{320000 - 147456}{12}$$

$$I = 14378,7 \text{ мм}^4$$

Приймаємо умовне навантаження від натискання під час вимірювання:

F = 30 Н

Довжина лінійки:

L = 1100 мм

Модуль пружності алюмінію:

E = 70000 МПа

Прогин визначаємо:

$$f = \frac{FL^3}{48EI}$$

$$f = \frac{30 \cdot 1100^3}{48 \cdot 70000 \cdot 14378,7}$$

$$f \approx 0,83 \text{ мм}$$

Отриманий прогин не перевищує допустиму похибку вимірювання, тому профіль 40×20×2 мм можна прийняти для виготовлення основної лінійки.

3.3.4 Розрахунок фіксуючого гвинта повзуна

Рухомий повзун фіксується на лінійці гвинтом М8. Необхідне зусилля притискання приймаємо:

$$F_{пр} = 250 \text{ Н}$$

Крутний момент затягування:

$$M = Fпр \cdot r$$

Де:

$$r = 0{,}018 \text{ м}$$

$$M = 250 \cdot 0{,}018 = 4{,}5 \text{ Нм}$$

Для ручного затягування гвинта М8 такий момент є допустимим. Затиск забезпечує нерухомість повзуна під час перенесення розмірів на ремонтну вставку.

3.3.5 Розрахунок маси шаблона-лінійки

Для розрахунку маси шаблона-лінійки приймаємо наступні значення мас конструктивних елементів

Елемент	Кількість	Маса одного елемента, кг	Загальна маса, кг
Алюмінієва лінійка 40×20×2 мм, L = 1100 мм	1	0,75	0,75
Рухомі повзуни	2	0,20	0,40
Змінні щупи	4	0,05	0,20
Кінцеві опори	2	0,12	0,24
Гвинти, шайби, накладки	1 компл.	0,20	0,20
Разом			1,79 кг

Отже, орієнтовна маса універсального шаблона-лінійки становить:

$$m = 1{,}79 \text{ кг}$$

Така маса шаблона-лінійки дозволяє використовувати дане пристосування вручну без додаткової опори.

3.3.6 Очікуване покращення технологічного процесу ремонту заднього крила автомобіля із використанням шаблона-лінійки

Показник	Без шаблона-лінійки	Із шаблоном-лінійкою
Кількість примірок ремонтної вставки	4…6 разів	1…2 рази
Час розмітки та перенесення розмірів	35…45 хв	15…20 хв
Точність перенесення лінії різу	Візуальна	±1 мм
Ризик надмірного зазору	Підвищений	Зменшений
Потреба у додатковій підгонці	Значна	Менша

Отже, використання даного пристосування дає змогу скоротити час підготовчих операцій більш ніж на 50 %.

4 БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ ТА ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ

4.1 Аналіз небезпечних та шкідливих виробничих факторів під час ремонту заднього крила автомобіля Daewoo Matiz

Ремонт кузовних елементів автомобілів належить до робіт підвищеної небезпеки, оскільки супроводжується використанням зварювального обладнання, електроінструменту, рихтувального інструменту, абразивних матеріалів та хімічних речовин. Під час виконання ремонту заднього крила автомобіля Daewoo Matiz на працівника діє комплекс небезпечних та шкідливих виробничих факторів, які можуть призвести до травмування або професійних захворювань.

Одним із основних небезпечних факторів є ураження електричним струмом під час роботи з напівавтоматичним зварювальним обладнанням MIG/MAG. Причинами виникнення електротравм можуть бути пошкодження ізоляції кабелів, несправність обладнання, порушення правил експлуатації та відсутність захисного заземлення.

Під час різання пошкоджених ділянок крила за допомогою кутової шліфувальної машини виникає небезпека травмування уламками абразивного круга та металевими частинками. Швидкість вильоту частинок може перевищувати 50–70 м/с, що створює загрозу для органів зору та відкритих ділянок тіла.

Особливу небезпеку становлять зварювальні роботи. У процесі зварювання утворюється інтенсивне ультрафіолетове та інфрачервоне випромінювання, яке може викликати опіки шкіри та ураження органів зору. Крім того, у повітря робочої зони виділяються аерозолі металів, оксиди азоту, озон та інші шкідливі речовини.

Під час зачистки зварних швів та видалення корозії утворюється значна кількість металевого та абразивного пилу. Тривалий вплив такого пилу негативно впливає на органи дихання працівника та може призвести до

розвитку професійних захворювань.

До шкідливих виробничих факторів також належать шум та вібрація. Рівень шуму при роботі шліфувальних машин і пневматичного інструменту може досягати 85–95 дБ, що перевищує комфортні умови праці та спричиняє швидку втому персоналу.

При виконанні рихтувальних робіт виникає ризик механічного травмування рук, пальців та передпліччя. Небезпеку становлять також гострі кромки вирізаного металу, які можуть спричинити порізи різного ступеня тяжкості.

Таблиця 4.1 – Основні небезпечні та шкідливі виробничі фактори

Небезпечний фактор	Джерело виникнення	Можливі наслідки
Електричний струм	Зварювальне обладнання	Електротравма
УФ-випромінювання	Зварювальна дуга	Опіки шкіри та очей
Металевий пил	Зачистка та шліфування	Захворювання органів дихання
Шум	Пневмоінструмент, шліфмашини	Погіршення слуху
Гострі кромки металу	Вирізання крила	Порізи
Іскри та бризки металу	Зварювання	Опіки

Таким чином, ремонт заднього крила автомобіля супроводжується дією ряду небезпечних факторів, які необхідно враховувати під час організації робочого місця та виконання ремонтних операцій.

4.2 Забезпечення безпечного виконання технологічного процесу ремонту заднього крила

До виконання кузовних ремонтних робіт допускаються особи, які пройшли медичний огляд, навчання з охорони праці та перевірку знань правил

безпечної експлуатації обладнання.

Перед початком роботи необхідно перевірити справність зварювального обладнання, електроінструменту, пневматичних пристроїв та стан заземлення. Особливу увагу слід приділити перевірці цілісності електричних кабелів та шлангів подачі захисного газу.

Робоче місце повинно бути очищене від сторонніх предметів, легкозаймистих матеріалів та розлитих технічних рідин. Автомобіль необхідно надійно зафіксувати на робочому посту.

Під час виконання локального ремонту заднього крила необхідно використовувати засоби індивідуального захисту:

– зварювальну маску з автоматичним світлофільтром;

– захисні окуляри;

– рукавиці для кузовних робіт;

– бавовняний спецодяг;

– захисне взуття;

– респіратор під час шліфування та нанесення ґрунтів.

Особливе значення для безпеки має використання розробленого контрольного пристосування для фіксації геометрії заднього крила. Запропоноване пристосування дозволяє утримувати ремонтну вставку в заданому положенні під час підгонки та зварювання. Це зменшує необхідність утримання деталі вручну та суттєво знижує ризик травмування працівника.

Під час зварювання необхідно використовувати режим коротких прихваток, що не лише покращує якість ремонту, але й зменшує ризик перегріву металу та утворення деформацій. Забороняється виконувати зварювання поблизу паливних магістралей або елементів електрообладнання без їх попереднього захисту.

Після завершення ремонтних робіт необхідно відключити обладнання від електромережі, прибрати робоче місце та перевірити відсутність осередків займання.

Отже, виконання комплексу організаційних та технічних заходів дозволяє

забезпечити безпечне виконання кузовного ремонту та мінімізувати ризик виробничого травматизму.

4.3 Ергономічне та технічне обґрунтування безпечності застосування контрольного пристосування

У третьому розділі роботи запропоновано контрольне пристосування для фіксації геометрії заднього крила під час локального ремонту. Його використання не лише покращує якість ремонту, але й позитивно впливає на умови праці виконавця.

У традиційній технології майстер змушений багаторазово утримувати ремонтну вставку вручну, виконувати повторні примірки та коригування її положення. Це збільшує фізичне навантаження та підвищує ризик отримання травм від гострих кромок металу.

Запропоноване пристосування забезпечує фіксацію ремонтної вставки за реперними точками кузова та дозволяє виконувати зварювання без додаткового утримання деталі руками.

За даними технологічного розділу трудомісткість процесу ремонту зменшується завдяки використанню контрольного пристосування та удосконаленню технології ремонту. Орієнтовне зменшення трудомісткості становить:

$$K = \frac{T_1 - T_2}{T_1} \cdot 100\%$$

Відносне зменшення трудомісткості:

$$K = \frac{7,3 - 5,1}{7,3} \cdot 100 = 30,1\%$$

Отже, застосування пристосування дозволяє знизити трудомісткість ремонту приблизно на 30 %, що одночасно зменшує фізичне навантаження на працівника та скорочує час перебування в зоні дії небезпечних виробничих факторів.

Для забезпечення нормативних умов праці кузовна дільниця повинна бути обладнана припливно-витяжною вентиляцією. Температура повітря повинна підтримуватися в межах 18–22 °С, відносна вологість — 40–60 %, а освітленість робочої поверхні — не менше 300 лк.

З метою пожежної безпеки дільниця повинна бути оснащена порошковими вогнегасниками типу ВП-5 та ящиком з піском. Забороняється зберігання легкозаймистих матеріалів поблизу місця проведення зварювальних робіт.

ВИСНОВКИ

У кваліфікаційній роботі проведено аналіз конструкції кузова автомобіля Daewoo Matiz та умов експлуатації його кузовних елементів. Встановлено, що заднє крило належить до деталей, які найбільш інтенсивно піддаються впливу корозійних процесів, механічних навантажень та пошкоджень під час експлуатації автомобіля.

Проаналізовано основні дефекти заднього крила та причини їх виникнення. Визначено, що найбільш поширеними пошкодженнями є корозійне руйнування металу, локальні деформації, тріщини та наскрізні пошкодження кузовного елемента.

Розглянуто сучасні методи ремонту кузовних деталей легкових автомобілів. На підставі проведеного аналізу обґрунтовано доцільність застосування локального ремонту із використанням ремонтної вставки та механізованого зварювання в середовищі захисного газу як найбільш ефективного способу відновлення заднього крила автомобіля Daewoo Matiz.

Розроблено технологічний процес ремонту заднього крила автомобіля, який включає операції дефектування, підготовки пошкодженої ділянки, виготовлення ремонтної вставки, її встановлення, зварювання, зачистки швів та контролю якості виконаного ремонту.

У конструкторському розділі розроблено контрольне пристосування для забезпечення точності встановлення ремонтної вставки та контролю геометричних параметрів кузовної деталі. Використання пристосування дозволяє підвищити точність виконання ремонтних робіт, скоротити час підгонки деталей та покращити якість відновлення кузова.

У розділі безпеки життєдіяльності проведено аналіз небезпечних і шкідливих виробничих факторів, характерних для кузовного ремонту, та запропоновано комплекс заходів щодо підвищення рівня безпеки праці під час виконання ремонтних робіт.

У результаті виконання роботи удосконалено технологічний процес ремонту заднього крила автомобіля Daewoo Matiz, що дозволяє підвищити

якість відновлення кузовних деталей, забезпечити точність геометричних параметрів відремонтованої ділянки та знизити трудомісткість виконання ремонтних операцій.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Конспект лекцій з дисципліни «Відновлення деталей» для здобувачів освітнього рівня бакалавр за спеціальністю 274 «Автомобільний транспорт» / Укладачі: Левкович М.Г., Гупка А.Б., Сіправська М.Д. – Тернопіль: Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, 2021. – 136 с.

2. Розробка моделі узагальненого діагностичного показника технічного стану ходової частини автомобіля з використанням математичних методів теорії планування експерименту / О.Л. Ляшук, І.Б. Гевко, А.Б. Гупка, Л.М. Слободян, Б.Р. Гевко, Р.В. Хорошун // ЛНТУ, Том 2 № 21 (2023): сучасні технології в машинобудуванні та транспорті. Луцьк, - 2023. с. 135-144.

3. Техніко – економічне обґрунтування інженерних рішень на СТО та АТП : Навчальний посібник / Укладачі : Гевко І.Б., Ляшук О.Л., Луциків І.В., Плекан У.М., Клендій В.М. – Тернопіль : Вид – во ТНТУ імені Івана Пулюя, 2021. 276 с.

4. Основи технології виробництва та ремонту автомобілів : Навчальний посібник / Укладачі : Гевко І.Б., Рогатинський Р.М., Ляшук О.Л., Гудь В.З., Левкович М.Г., Сташків М.Я., Сіправська М.Д. – Тернопіль : Вид – во ТНТУ імені Івана Пулюя, 2021. 544 с.

5. 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.

6. Oleg Lyashuk ,Andrii Gupka, Yuriy Pyndus , Vasily Gupka, Mariia Sipravska, Andrzej Wozniak, Mikola Stashkiv The tribology of the car: Research methodology and evaluation criteriaICCPT 2019: Current Problems of Transport: Proceedings of the 1st International Scientific Conference, May 28-29, 2019, Ternopil, Ukraine (ICCPT 2019), Ternopil, Ukraine, May 28-29, 2019.

7. O. Liashuk O. Livitskyi, V. Aulin , S. Lysenko , A. Hrynkiv, A.Gypka Parameters of the lubrication process during operational wear of the crankshaft

bearings of automobile engines Problems of Tribology, V. 27, No 4/106-2022, 69-81.

8. Конспект лекцій (частина І) з дисципліни «Транспортні засоби» для студентів усіх форм навчання першого рівня освіти за спеціальністю 274 «Автомобільний транспорт», 275 «Транспортні технології» галузі знань 27 «Транспорт» / О.Л. Ляшук, Т.Д.Навроцька., Р.Р. Заверуха., Л.М. Слободян., Р.В. Хорошун. – Тернопіль, ТНТУ імені Івана Пулюя, 2021. – 132 с

9. Параметрична модель фрикційного контакту / Р.Я. Лещук, І.Т. Ярема, А.Б. Гупка // 16-й Міжнародний симпозіум українських інженерів-механіків у Львові (м. Львів, 18 травня – 19 травня 2023 р.) : Матеріали симпозіуму. – Львів : КІНПАТРІ ЛТД, 2023. с. 58.

10. Навчальний посібник «Техноекологія та цивільна безпека. частина «Цивільна безпека»» / автор-укладач В.С. Стручок– Тернопіль: ФОП Паляниця В. А., – 156 с.