

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

(повне найменування вищого навчального закладу)

Інженерії машин, споруд та технологій

(назва факультету)

Автомобілів

(повна назва кафедри)

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня

магістр

(назва освітнього ступеня)

на тему: Удосконалення технологічного процесу ремонту кузовних елементів автомобіля з дослідженням процесу фіксації пристроїв з пошкодженою поверхнею

МАм-62

Виконали: студенти 6 курсу, групи МАм-61
спеціальності 274

«Автомобільний транспорт»

(шифр і назва спеціальності)

Мяковський В.А.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Велещук П.І.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Керівник

Ляшук О.Л.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Нормоконтроль

Левкович М.Г.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Зав. кафедри

Цьонь О.П.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Рецензент

(підпис)

(прізвище та ініціали)

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

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

Кафедра Кафедра автомобілів
(повна назва кафедри)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

Цьонь О.П.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

«20» листопада 2023 р.

ЗАВДАННЯ

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

на здобуття освітнього ступеня магістр
(назва освітнього ступеня)

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

студенту Мяковському Владиславу Андрійовичу
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Удосконалення технологічного процесу ремонту кузовних елементів автомобіля з дослідженням процесу фіксації пристроїв з пошкодженою поверхнею

Керівник роботи Ляшук Олег Леонтійович., д.т.н., проф.
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Затверджені наказом ректора від «20» листопада 2023 року № 4/7-1071, 4/7-1072

2. Термін подання студентом завершеної роботи 20 грудня 2023

3. Вихідні дані до роботи Характеристика кузовних елементів автомобіля

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

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

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

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

Огляд пошкоджень деталей кузова – 1А1. Категорії пошкоджень кузова – 1А1.

Класифікація лакофарбових покриттів – 1А1.

Технологічна карта очищення кузова автомобіля – 1А1.

Гідроабразивна установка – 1А1.

Методи механічного відновлення ушкоджених ділянок кузова автомобіля – 2А1.

Відновлення геометрії кузова шляхом заміни елементів кузова за допомогою моделювання конструкції – 1А1.

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Охорона праці	к.т.н. доц. Ткаченко І.Г.		
Безпека в надзвичайних ситуаціях	ст. викл. Стручок В.С.		

7. Дата видачі завдання 20.11.2023р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Загально-технічний розділ	24.11.2023	
2	Технологічний розділ	30.11.2023	
3	Конструкторський розділ	05.12.2023	
4	Науково-дослідний розділ	07.12.2023	
5	Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях	14.12.2023	
6	Оформлення графічної частини	21.12.2023	
7	Захист кваліфікаційної роботи магістра	25.12.2023	

Студент

(підпис)

Мяковський В.А.

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

(підпис)

Ляшук О.Л.

(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

Цьонь О.П.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

«20» листопада 2023 р.

ЗАВДАННЯ

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

на здобуття освітнього ступеня магістр
(назва освітнього ступеня)

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

студенту Велещуку Петру Івановичу
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Удосконалення технологічного процесу ремонту кузовних елементів автомобіля з дослідженням процесу фіксації пристроїв з пошкодженою поверхнею

Керівник роботи Ляшук Олег Леогтійович., д.т.н., проф.
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Затверджені наказом ректора від «20» листопада 2023 року № 4/7-1071, 4/7-1072

2. Термін подання студентом завершеної роботи 20 грудня 2023

3. Вихідні дані до роботи Характеристика кузовних елементів автомобіля

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

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

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

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

Відновлення геометрії кузова шляхом заміни елементів кузова за допомогою моделювання конструкції – 3А1.

Індукційні пристрої при ремонті кузова автомобіля – 2А1.

Результати наукових досліджень – 2А1.

Порівняння силових та технологічних характеристик мініліфтерів з магнітними захватами та клеючими полімерними – 1А1.

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Охорона праці	к.т.н. доц. Ткаченко І.Г.		
Безпека в надзвичайних ситуаціях	ст. викл. Стручок В.С..		

7. Дата видачі завдання 20.11.2023р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Загально-технічний розділ	24.11.2023	
2	Технологічний розділ	30.11.2023	
3	Конструкторський розділ	05.12.2023	
4	Науково-дослідний розділ	07.12.2023	
5	Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях	14.12.2023	
6	Оформлення графічної частини	21.12.2023	
7	Захист кваліфікаційної роботи магістра	25.12.2023	

Студент

_____ (підпис)

Велещук П.І.

_____ (прізвище та ініціали)

Керівник роботи

_____ (підпис)

Ляшук О.Л.

_____ (прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

Кваліфікаційної роботи магістра на тему: «Удосконалення технологічного процесу ремонту кузовних елементів автомобіля з дослідженням процесу фіксації пристроїв з пошкодженою поверхнею».

Робота виконана на кафедрі автомобілів ТНТУ ім. І. Пулюя. Керівник кваліфікаційної роботи магістра д.т.н., професор Ляшук Олег Леонтійович

Пояснювальна записка складається з п'яти розділів і 123 сторінок формату А4 та 16 аркушів формату А1 графічної частини.

Ключові слова: ремонт кузова, автомобіль, фіксація, пристрої, пошкоджена поверхня

ЗМІСТ

Вступ.....	9
1 ЗАГАЛЬНО-ТЕХНІЧНИЙ РОЗДІЛ.....	11
1.1 Огляд конструкцій кузова легкового автомобіля.....	11
1.2 Огляд матеріалів з яких виготовляють кузова автомобілів.....	13
1.3 Огляд пошкоджень деталей кузова.....	22
1.4 Фактори, що призводять до ушкодження кузова автомобіля.....	30
2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ.....	35
2.1 Методики діагностики та стратегії відновлення пошкоджених ділянок.....	35
2.2 Техніки механічного відновлення ушкоджених ділянок кузова автомобіля.....	37
2.3 Техніка відновлення панелей шляхом використання молотка та опори..	39
2.4 Процес відновлення панелі використовуючи шайби як основний інструмент.....	41
2.5 Виправлення нерівностей та усунення поверхневих дефектів.....	43
2.6 Нагрівання опуклої вм'ятини і осадження металу.....	46
2.7 Основні аспекти відновлення кузовних деталей з алюмінієвого сплаву...	48
2.8 Основні розміри кузовного модуля.....	52
2.9 Відновлення геометрії кузова шляхом заміни елементів кузова за допомогою моделювання конструкції.....	54
3 КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ.....	75
3.1 Індукційні пристрої при ремонті кузова автомобіля.....	75
3.2 Магнітно-імпульсні технології при ремонті.....	79
3.3 Структури магнітних устаткувань для виправлення.....	82
4 НАУКОВО-ДОСЛІДНИЙ РОЗДІЛ.....	87
4.1 Теоретичні дослідження.....	87
4.2 Експериментальні дослідження.....	93
4.3 Основні етапи та нюанси методики рихтування за допомогою мініліфтерів із магнітними з'єднаннями.....	97
5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ	

	8
СИТУАЦІЯХ	101
5.1 Засоби індивідуального захисту органів дихання.....	101
5.2 Джерела, шляхи і засоби забезпечення пожежної безпеки об'єктів галузі.	111
5.3 Метеорологічні небезпечні явища (МНО).....	113
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ	119
БІБЛІОГРАФІЯ	121
ДОДАТКИ	

ВСТУП

Сучасний автомобільний ринок постійно розвивається, і автомобілі стають все більш складними з технічної точки зору. Інтеграція новітніх технологій, таких як електричні двигуни, асистенти водіння, системи автономного управління, зробила сучасні автомобілі чудовими екземплярами інженерної думки. Однак, разом із ростом технологічних можливостей, збільшується й складність їхньої структури та конструкції.

Але незалежно від рівня технічного прогресу автомобілі все ще піддаються механічним пошкодженням, особливо їхні кузовні елементи. Це може відбуватися з різних причин: від дорожньо-транспортних пригод до погодних умов та зовнішніх механічних впливів.

Враховуючи, що кузов автомобіля не лише відіграє естетичну роль, але й є ключовим елементом, який забезпечує безпеку пасажирів під час аварій, важливість якісного ремонту не можна недооцінювати. Більше того, неправильно відремонтовані кузовні елементи можуть знизити загальну вартість автомобіля на вторинному ринку, а також призвести до додаткових витрат на подальший ремонт.

Головною метою магістерської роботи є вдосконалення технологічного процесу ремонту кузовних елементів автомобіля, а також дослідження процесу фіксації пристроїв на пошкодженій поверхні. Це дослідження важливе не лише з точки зору покращення якості ремонту, але й з погляду безпеки водіїв та пасажирів.

У контексті ремонту кузова, правильна фіксація і відновлення пошкоджених елементів є ключовими для забезпечення довговічності ремонту та відновлення оригінальних характеристик безпеки автомобіля. Неправильно відремонтований кузов може призвести до небезпечних ситуацій на дорозі.

Проте, процеси фіксації пристроїв на пошкодженій поверхні є досить складними. Поверхня, що пошкоджена, може мати різні дефекти: від мілких подряпин до глибоких вм'ятин. Крім того, різні матеріали кузова вимагають різних підходів до ремонту та фіксації.

Враховуючи зростаючу популярність автомобілів з кузовами з легких матеріалів, таких як алюміній або композити, та з високоміцних сталей, з'являється новий набір викликів для ремонтників. Такі матеріали можуть вимагати спеціалізованих інструментів, технік та матеріалів для ремонту.

Тому ця магістерська робота зосереджена на вивченні найкращих практик та технологій для вдосконалення процесу ремонту кузовних елементів автомобіля, з акцентом на фіксацію пристроїв на пошкодженій поверхні. Ми розглянемо існуючі методики, вивчимо їхні переваги та недоліки, а також запропонуємо нові підходи для покращення якості та ефективності ремонту.

Завершивши це дослідження, ми сподіваємося надати важливий внесок у поліпшення якості ремонту кузовних елементів автомобілів та підвищення рівня безпеки на дорогах.

1 ЗАГАЛЬНО-ТЕХНІЧНИЙ РОЗДІЛ

1.1 Огляд конструкцій кузова легкового автомобіля

Конструкція кузова легкового автомобіля відіграє ключову роль у безпеці, аеродинаміці, естетиці та зручності автомобіля. Огляд основних конструкцій кузова легкового автомобіля

Кузов сучасних легкових автомобілів, як правило, виготовлений із високоміцних металів і є несучою структурою автомобіля. Основна його мета полягає не лише у з'єднанні всіх компонентів авто, але й у створенні комфортного та безпечного середовища для водія, пасажирів та перевезення вантажів. Кузов служить їхнім щитом від погодних умов, шуму, пилу і, що найважливіше, від ударів під час ДТП. Сучасний кузов повинен бути жорстким і в той же час еластичним, щоб ефективно розсіювати енергію удару, забезпечуючи максимальний захист для пасажирів. Додатково, інновації в матеріалах та технологіях дозволяють автовиробникам створювати кузови, які сприяють покращенню аеродинаміки, знижуючи споживаний паливо і викиди CO₂.

Сучасний легковий автомобіль включає в себе сталеву монококову конструкцію, на якій розміщуються такі елементи, як капот, багажник, двері та крила, а також декоративні елементи. Внутрішній простір кузова включає в себе силовий агрегат, а також сидіння для пасажирів і водія.

Каркас кузова - це складна зварена конструкція, що складається з окремих модулів, включаючи основу, брызговики, зовнішні панелі та дах. Крім того, передня частина каркасу підсилена підмоторною рамою, яка виконує функції кріплення двигуна та передньої підвіски.

Для підвищення жорсткості кузова в нього можуть бути інтегровані додаткові елементи, такі як поперечні та продольні бруси, лонжерони та інші профільні елементи з коробчастим перерізом. Така конструкція дозволяє збільшити жорсткість кузова, при цьому не значно збільшуючи його загальну вагу. Додатково, в конструкції кузова можуть використовуватися легкі матеріали, такі як алюміній, композити, щоб зменшити вагу автомобіля і

поліпшити його експлуатаційні характеристики.

Каркас автомобіля створено на основі ретельно розробленої сталевій панелі, яка може бути виготовлена цілісним штампуванням або бути комбінованою, зібраною з декількох зварених деталей. Ця панель має додаткове посилення завдяки профілю з коробчастим перерізом, який обрамляє внутрішню частину салону.

До центральній частині приєднані як передні, так і задні елементи кузова. У передній частині розташовані щиток, рамка радіатора та захисні панелі від бризок. Задня частина, в свою чергу, містить різноманітні панелі та захисні бризковики.

Бокові частини автомобіля, або боковини, можуть бути виготовлені як з одного штампованого елемента, так і з декількох деталей, що зварені разом. Щодо даху, він може бути виготовлений з металу, який штампується цілісно, або ж бути знімним з м'якою або твердою кришею. Дах також може мати спеціальні відсічення для встановлення вікон або люка, що забезпечує додаткове вентилявання та освітлення салону.

Двері автомобіля створені на основі двох основних компонентів: зовнішніх та внутрішніх панелей, що штамнуються окремо. Ці панелі з'єднуються за допомогою зварювання та спеціальних фланців. Після виготовлення двері монтуються до кузова за допомогою петель.

Коли двері закриті, вони надійно утримуються завдяки замкам, які можуть бути як кулачкового, так і роторного типів. При відкриванні двері утримуються спеціальними фіксаторами, що не дозволяють їм відкриватися на занадто великий кут.

Особливо важливо відзначити, що двері мають дренажні отвори у нижній частині. Ці отвори допомагають вивести воду, яка може потрапити всередину дверей під час дощу або мийки, забезпечуючи захист від корозії та продовжуючи термін служби дверей.

Капот забезпечує доступ до двигуна, що знаходиться в передній частині кузова автомобіля – моторному відділі і закриває його зверху. Він складається з двох панелей, з'єднаних між собою: верхньої (зовнішньої) і нижньої (внутрішньої). Капот з'єднаний з каркасом петлями з пружинами для фіксації

капоту в крайніх положеннях, забезпечений замком з приводом для відкриття із салону.

Коли двигун розташований спереду автомобіля, зазвичай, багажне відділення знаходиться ззаду. Цей простір використовується не лише для транспортування особистих речей, але й для зберігання ряду необхідних предметів, таких як запасне колесо чи набір інструментів.

Кришка цього відділення має двошарову структуру: зовнішню панель, яка є основною видимою частиною, та внутрішню панель, що надає додаткову жорсткість. Ці дві панелі з'єднуються зварюванням. Для забезпечення відкриття та закриття кришка оснащена петлями, а торсіонний фіксатор допомагає утримувати кришку у певному положенні під час відкривання. Для забезпечення безпеки і зберігання вмісту багажника від посторонніх очей, на внутрішній панелі кришки розташований замок.

1.2 Огляд матеріалів з яких виготовляють кузова автомобілів

Кузови автомобілів виготовляються з різноманітних матеріалів, залежно від потреб, вартості, функціональності та дизайнерських рішень. Ось деякі з основних матеріалів та їх використання:

Сталь: Це найбільш традиційний матеріал для виготовлення кузовів. Високоякісна сталь використовується через її міцність, довговічність та вартість. Зазвичай покрита антикорозійними матеріалами для збільшення терміну служби.

Основним матеріалом для створення численних компонентів автомобіля є листові сталі сортів 08Ю і 08КП. Їхня ключова особливість полягає у високому відносному подовженні, що робить їх ідеальними для процесів штампування. Завдяки цьому ризик утворення тріщин або небажаних складок під час обробки мінімізований. Для забезпечення оптимальної пластичності використовуються сталі із заниженим вмістом вуглецю (менше 0,1%) та комбінованим вмістом фосфору та сірки, який не перевищує 0,07%. Така структура гарантує високу якість виробів і надійність їх експлуатації.

В залежності від функціонального призначення та очікуваних

навантажень товщина листового матеріалу може відрізнятись. Для декоративних зовнішніх деталей кузова товщина зазвичай коливається від 0,55 до 0,88 мм. А основні конструктивні частини, які сприймають великі навантаження — такі як лонжерони, опорні стійки тощо — мають товщину в діапазоні 1,25...1,50 мм. Проте найчастіше використовується лист з товщиною 0,75...1,0 мм. Тим не менше, в деяких випадках, коли потрібна додаткова міцність, товщина матеріалу може досягати 3,0 мм.

Деталі кузова з'єднуються за допомогою сучасних методів, зокрема, лазерного зварювання, яке створює міцне і естетично приємне з'єднання з гладкими швами. Однак, оскільки деякі частини кузова схильні до корозії, особливо в місцях з'єднання, їх додатково обробляють захисними речовинами. Фланці, особливо в зонах, де використовуються точкові зварювання, покриваються консервуючими пастами на основі полівінілхлориду або епоксидної смоли, що захищає від впливу корозійних чинників.

Критичні кузовні елементи, які часто піддаються корозійним впливам, такі як пороги, крила та брызговики, виробляють із захищеної від корозії сталі. Ця сталь, відома як цинкометал, має спеціальне покриття для додаткового захисту. Покриття часто включає в себе неорганічний шар, заснований на хромі, який забезпечує адгезію, а також цинконасичений шар, створений на епоксидній основі, для додаткового захисту від корозії. Таке комбіноване покриття забезпечує тривалий захист деталей автомобіля від негативних впливів навколишнього середовища.

В сучасних автомобільних конструкціях використовуються два основних види цинкових покриття для захисту кузовних панелей від корозії:

Електролітичні покриття, які мають цинковий шар завтовшки приблизно 7,5 мкм на кожній стороні панелі. Цей метод передбачає використання електрохімічного процесу для нанесення цинку на сталь.

Гаряче цинкування, при якому панелі диплірують у розплавлений цинк при температурі близько 450 °С. Результатом є створення міцного цинкового покриття товщиною приблизно 10 мкм з обох сторін листа.

Обидва методи забезпечують високу стійкість до корозії, але гаряче цинкування часто вважається більш довговічним захистом, особливо в

екстремальних умовах.

Додатковий тип покриття відрізняється своєю економічністю і забезпечує значущу товщину цинкового шару від 60 до 120 мкм. Цей метод ідеально підходить для виробництва критичних конструктивних елементів, таких як основи, лонжерони тощо. Перевага цього покриття полягає в тому, що деталі, покриті таким способом, не потребують додаткового лакофарбового покриття, що спрощує процес виробництва та знижує вартість.

Компоненти, які потребують високоякісного лакофарбового покриття, зазвичай обробляються методом занурення у спеціалізованому гарячому розплаві на основі цинку та заліза. Цей метод не тільки забезпечує додатковий захист від корозії, але й поліпшує адгезію фарби до поверхні деталі, що сприяє довговічності і зовнішньому вигляду виробу.

Листова сталь, оброблена сплавом на основі цинку та нікелю, володіє корозійною стійкістю, яка перевищує стандартне цинкове покриття у кілька разів. Таке високоефективне покриття значно збільшує термін служби деталей автомобіля і знижує витрати на їх обслуговування та ремонт у майбутньому.

Деталі системи виведення вихлопних газів часто виготовляються зі спеціалізованої сталі, попередньо обробленої у гарячому розплаві на основі алюмінію та кремнію. Ця унікальна комбінація не лише підвищує теплостійкість матеріалу, але і робить його набагато більш стійким до корозійних процесів. Коли оцінюють корозійну стійкість за допомогою показника корозійної активності, ця сталь демонструє характеристики, схожі на нержавіючу сталь. Для порівняння: звичайна листова сталь має показник 1,0, оцинкована сталь - 0,928, спеціальна алюмінієва сталь - 0,301, тоді як нержавіюча сталь має показник лише 0,275.

Сталь, легована свинцем і оловом, відзначається чудовими антикорозійними характеристиками. Крім того, цей сплав демонструє відмінні якості для паяльних робіт, що робить його особливо корисним у певних промислових застосуваннях.

Для покращення акустичного комфорту у салоні використовується спеціалізована сталь з демпфуючими властивостями. Цей матеріал має "сендвіч"-структуру: два сталевих листи оточують внутрішній шар еластичної

смоли товщиною приблизно 50 мкм. Така конструкція забезпечує додаткову ізоляцію від зовнішніх звуків та допомагає створити спокійне та тихе середовище у салоні автомобіля.

Сучасні автомобільні сталеві листи зазвичай обробляються методами, такими як електролітичне цинкування або гаряче цинкування, щоб забезпечити їхній захист від корозії. Ці процеси передбачають нанесення на сталевий лист шару цинку, який діє як антикорозійний бар'єр і захищає матеріал від шкідливого впливу атмосферних чинників. Таким чином, сталь зберігає свою міцність і довговічність на протязі тривалого періоду експлуатації автомобіля.

Термічне цинкування сталі полягає в зануренні її у розплавлений цинк при підвищених температурах. Під час цього процесу сталевий лист покривається захисним шаром цинку, який ефективно виступає в ролі бар'єру від корозії. У відміну від електролітичного методу, термічне цинкування дозволяє отримувати більш товстий захисний шар, який може бути більш стійким до механічних пошкоджень. Такий підхід ідеально підходить для захисту важливих конструктивних елементів автомобіля, таких як шасі чи рама, які піддаються високим механічним навантаженням і потребують додаткового захисту від корозійного впливу.

Термічне цинкування використовують, коли потрібен економний варіант антикорозійного захисту. Сталеву стрічку пропускають крізь басейн із розплавленим цинком, де вона покривається захисним шаром. Цей метод нанесення дозволяє отримати двошаровий захист: внутрішній шар є сплавом заліза та цинку, а зовнішній - чистим цинком. Цей захисний покрив може мати недосконалість у вигляді оксидних плям, які зникають після обробки на вальцях. Оскільки готовий матеріал може мати неперфектний зовнішній вигляд, його часто використовують для виготовлення внутрішніх деталей автомобіля, таких як рама або підкріплення, замість зовнішніх облицювань.

Під час обробки оцинкованого листа його унікальні властивості дозволяють оптимізувати процеси виробництва. Штампування деталей з такого матеріалу сприяє розтягуванню цинкової покривної плівки, що особливо важливо для країв заготовки. Це допомагає забезпечити відмінний антикорозійний захист важливих та найбільш схильних до впливу

навколишнього середовища частин автомобільного кузова. Така особливість робить оцинкований лист відмінним вибором для виробництва деталей, які повинні служити тривалий час без корозійних пошкоджень.

В сучасних автомобілях інженери постійно шукають способи оптимізації ваги без жертви міцності. Один з підходів полягає у використанні високоміцної сталі для виготовлення деталей кузова. Така сталь, що використовується в основних областях кузова, може складати від 50% до 60% ваги загального кузова. Це дозволяє автовиробникам виробляти легший кузов, знижуючи його загальну вагу приблизно на чверть, при цьому зберігаючи високий рівень міцності і безпеки для пасажирів. Такий підхід також сприяє покращенню показників пального споживання автомобіля та його екологічних характеристик.

У процесі виготовлення автомобільних деталей інженери приділяють особливу увагу матеріалам, які вони використовують. Характеристики, такі як межа міцності при розтягуванні, опір руйнуванню та межа пружності, критичні для визначення довговічності та надійності виробів. Високоміцна сталь відрізняється від стандартних марок сталі завдяки своєму вищому показнику межі плинності при розтягуванні.

Основа підвищення міцності сталі полягає у впровадженні різних добавок та оптимізації технологічного процесу виплавки. Також сучасні методи термічної обробки та зміцнення грають ключову роль у формуванні її властивостей. Завдяки цьому автовиробники можуть створювати легші, але при цьому міцніші компоненти для сучасних транспортних засобів, що сприяє підвищенню ефективності пального споживання та безпеки пасажирів.

Спеціалізована сталь. Ця сталь характеризується наявністю певних додаткових елементів - ніобію та титану, хоча їх вміст у складі матеріалу є досить малим (лише декілька десятків часток на мільйон). Такі мікродобавки сприяють покращенню деяких властивостей сталі, зокрема її опору корозії, міцності та пластичності.

Модифікована сталь. У процесі її виготовлення проводять складний маніпуляційний процес з фосфором. Спочатку з матеріалу видаляють зайвий фосфор, який може негативно впливати на якість зварювання. Після цього, для

покращення міцносних характеристик, у сталь вводять додаткові дрібні дози фосфору, але не перевищуючи загальний його вміст 0,1%. Така оптимізація композиції сприяє збалансованому поєднанню характеристик матеріалу.

Багатофазна сталь (МР). Основною особливістю цього матеріалу є комбінація різних мікроструктур, зокрема мартенситу, що сприяє покращенню міцносних характеристик. Використання різноманітних фаз дозволяє досягати оптимального балансу між міцністю та пластичністю сталі.

Алюміній: Легший за сталь, алюміній дозволяє підвищити економічність пального та покращити динаміку автомобіля. Хоча він менш жорсткий, ніж сталь, але відмінно підходить для певних частин автомобіля.

Підвищення ефективності автомобілів стало можливим завдяки використанню алюмінієвих конструкцій. Алюміній, завдяки своєму низькому ваговому показнику ($2,7 \text{ г/см}^3$) і властивостям стійкості до корозії через наявність захисного оксидного шару, виявився відмінним матеріалом для автомобільних кузовів. Це дозволяє знизити вагу транспортного засобу, покращуючи його паливну ефективність та динамічні характеристики.

Розвиток матеріалознавства відкрив шлях до застосування передових алюмінієвих сплавів, що пройшли особливу термообробку, в конструкціях автомобільних кузовів. Такі сплави характеризуються підвищеною міцністю та здатністю абсорбувати енергію, що робить їх відмінним вибором для безпекових елементів транспортного засобу.

Алюмінієвий лист став ключовим матеріалом у авіаційній галузі і знайшов своє застосування у виробництві вантажних автомобільних фургонів. Він викликає зацікавленість завдяки можливості уникнення додаткового фарбування. Проте, у секторі легкового автопрому, де естетика грає важливу роль, кузови, незалежно від використаного матеріалу, зазвичай покриваються фарбою. Листовий алюміній, ймовірно, буде активно використовуватись у частинах автомобіля, які вимагають комбінації легкості та стійкості, таких як капоти та двері. Цікаво, що Honda була піонером у впровадженні повністю алюмінієвого кузова ще у 1991 році. Сучасні авто-гіганти, такі як Audi та Daimler-Benz, також втілюють інновації, використовуючи алюмінієві рами в своїх концепт-карах. Наприклад, завдяки цьому кузов Audi A8 важить всього

810 кг.

Під час розробки новітнього автомобіля Lupo 3L, компанія Volkswagen активно використовувала сучасні матеріали та технології. В результаті застосування інноваційних легких сплавів вони досягли значного зниження маси окремих компонентів автомобіля. Зокрема, маса передньої двері була скорочена на імпонуючі 26 кг, тоді як задні двері стали легшими на 4,65 кг. Вдосконалення капота дозволило зекономити 4,2 кг, а новітній дизайн крил вивільнив ще 3,4 кг. Окрім цього, конструкція спинки сидіння була оптимізована, завдяки чому її маса знизилась на 7,0 кг. Ці зміни не тільки сприяли покращенню ефективності пального споживання автомобіля, але й підвищили його динамічні характеристики та комфорт.

Безпосередній листовий алюміній без внесення конкретних легуючих речовин, таких як магній та кремній, має відносно низьку твердість, що робить його непридатним для створення деталей автомобільних кузовів. Проте, завдяки додаванню цих легуючих елементів, алюмінієві сплави стають набагато міцнішими та довговічнішими. Основна перевага таких сплавів порівняно із звичайною сталлю полягає у їхній легкості: питома вага алюмінієвих сплавів становить лише приблизно третину від ваги сталі, що сприяє економії пального та зниженню викидів CO₂ автомобілів.

Алюмінієві сплави відзначаються високою корозійною стійкістю завдяки наявності природного оксидного шару на їхній поверхні. Цей оксидний шар утворюється при взаємодії металу з киснем атмосфери і виступає як ефективний захисний бар'єр. Проте, якщо оксидний шар пошкоджується та алюмінієва поверхня опиняється у безпосередньому контакті з іншими металами, може виникнути гальванічна корозія. Це явище пов'язане з електричними різницями між металами, що призводить до прискореного руйнування алюмінієвої поверхні. Тому при конструктивних рішеннях важливо враховувати інтеракцію металів та уникати такого контакту.

Отже, при збірці або ремонті алюмінієвого кузова важливо враховувати матеріал з'єднувальних елементів. Використання болтів і гайок, які не мають антикорозійного покриття, може спровокувати гальванічну корозію. Щоб уникнути подібних проблем, рекомендується використовувати спеціально

покриті елементи або застосовувати захисні мазання та роз'єднувачі при монтажі.

Деталі, виготовлені з алюмінієвих сплавів, чутливі до взаємодії з агресивними речовинами, такими як кислоти та луги. При прямому контакті з цими речовинами на поверхні алюмінію можуть виникати корозійні процеси. Особливо небезпечним є довготривале взаємодія з такими розчинами, оскільки це може призвести до значного зниження міцності та довговічності деталей. Для запобігання такої корозії важливо забезпечити правильне зберігання алюмінієвих виробів та уникати їх контакту з агресивними рідинами.

Алюмінієві сплави володіють вражаючою провідністю для електрики та тепла. Вони переводять електричний струм з швидкістю, що в п'ять разів перевищує залізо, а їх теплопередача набагато ефективніша. Ці характеристики роблять зварювання алюмінієвих деталей викликом. Звичайні методи зварювання, призначені для інших матеріалів, можуть бути неефективними для алюмінію. Наприклад, зварювальні пристрої, розроблені для контактного зварювання, можуть потребувати суттєво більшого струму для роботи з алюмінієм. Навіть при спробі збільшити час зварювання, добитися оптимального з'єднання може бути складно через швидке розсіювання тепла в алюмінієвих деталях.

Алюмінієві сплави відсутні у магнітних реакціях, що робить їх відмінними від сталі. Їхній плавлений пункт знаходиться приблизно при 640 °C, тоді як сталь плавиться при багато вищій температурі, приблизно 1500 °C. Особливість алюмінію полягає в тому, що при нагріванні він не змінює колір, що може призвести до несподіваного його плавлення. Тому потрібно виявляти особливу обережність при обробці цього металу. Однак алюмінієві сплави легко рециклуються, що робить їх екологічно сприятливим матеріалом, а також вони є безпечними для здоров'я людини.

Піноалюміній стає все популярнішим у сфері автомобілебудування завдяки своїм унікальним властивостям. Цей матеріал демонструє не тільки надзвичайну легкість та жорсткість, але і відмінні показники у поглинанні енергії при аварійних ситуаціях. Окрім того, металеві пінисті матеріали відрізняються хорошою шумоізоляцією і відмінною стійкістю до високих

температур. Єдина підводина – ціна. Вартість деталей з піноалюмінію в середньому на 20% вища за звичайні сталеві компоненти. Тим не менш, інвестиції в цей матеріал можуть бути виправдані його тривалим терміном служби та високими експлуатаційними характеристиками.

Композитні матеріали дедалі частіше знаходять застосування у виробництві автомобілів. Частини кузова, такі як захисні панелі, декоративні елементи, кришки, аеродинамічні елементи та інше, часто виготовляються з композитних пластиків. Особливу увагу привертає інноваційний матеріал Fibropur. Він базується на комбінації поліуретану та природних волокон, таких як льон та сизаль. Елементи, створені на основі Fibropur, підкреслюються своєю легкістю, стійкістю до ударів, високою жорсткістю та конкурентоспроможною вартістю в порівнянні з чистим поліуретаном. Така інтеграція природних матеріалів і синтетики може вказувати на новий тренд у виробництві автомобільних деталей.

У Японії створений новий полімер із властивістю самовідновлення, який розглядається як матеріал для виготовлення автомобільних бамперів. Основа цього полімеру - специфічні молекулярні зв'язки, що містять тритіокарбонатні групи. Ці зв'язки, які складаються з одного атома вуглецю та трьох атомів сірки, під впливом ультрафіолетового світла реорганізуються, що дозволяє полімеру "зцілювати" свої пошкодження. Уявіть, якщо невеликі подряпини чи пошкодження на бампері можна було б відновити просто під впливом сонячного світла.

Застосування пластикових компонентів замість металевих сприяло зниженню витрат на виробництво окремих вузлів. Відтак, завдяки цьому інноваційному підходу очікується, що вартість автомобіля може знизитися на приблизно 15...25%.

На сьогоднішній день приблизно 55% усіх пластикових компонентів легкового автомобіля використовуються для оформлення інтер'єру. Проте полімери також знаходять застосування у різноманітних системах та агрегатах авто. Наприклад, використовуються ламіновані пластмасові покриття для посилення та оптимізації ваги каркасу автомобіля, вікна з полікарбонату, що є на 35% легшими в порівнянні зі звичайним склом, та деталі для систем

охолодження з полімерів.

Цей інноваційний підхід може стати революцією в автомобілебудуванні. Використання спеціалізованих клеїв забезпечує міцне і довговічне з'єднання компонентів, водночас знижуючи вагу автомобіля та вартість його виробництва.

Додатково, такі клейові з'єднання забезпечують герметичність та відмінну антикорозійну захист. Також, ці способи з'єднання значно прискорюють процес збірки автомобілів, що дозволяє збільшити продуктивність на заводах.

1.3 Огляд пошкоджень деталей кузова

Класифікація механічних пошкоджень внаслідок ДТП. Під час аварії, автомобіль піддається впливу великої зупиняльної сили в короткий проміжок часу. Це може призвести до ряду механічних ушкоджень, які можуть мати різний ступінь важливості та вплив на функціональний стан автомобіля.

Це безпосередні ушкодження, які виникли внаслідок зіткнення. Це може бути пошкодження двигуна, трансмісії, або іншої важливої частини автомобіля, яка може робити його непридатним до руху.

Пошкодження, які виникають в результаті первинного удару, але не є безпосередньою наслідком його. Наприклад, витік рідини через пошкоджений радіатор або зламане дзеркало.

Для детального вивчення та аналізу пошкоджень рекомендується звернутися до спеціалізованих діаграм та графіків, таких як рис. 1.1, який був згаданий вище.

Під час аварії, автомобіль може отримати ряд ушкоджень в залежності від характеру зіткнення та об'єкта взаємодії. Основні типи ушкоджень можуть бути класифіковані таким чином:

Прямі ушкодження це ті, які виникли безпосередньо в місці контакту з перешкодою або іншим автомобілем. Наприклад, вмятини на крилі, розбите вікно чи пошкоджена бампера.

Вторинні ушкодження ці ушкодження виникають у результаті передачі сил від прямого удару до інших частин автомобіля. Може стосуватися систем охолодження, трансмісії або електрики.

Ушкодження від розподілу енергії удару: При зіткненні, енергія удару передається по всьому автомобілю, викликаючи ушкодження далеко від первинного місця удару. Це може бути вигин рами, зміщення підвіски або деформації корпусу.

Завдяки сучасним технологіям та матеріалам, багато автомобілів оснащені системами пасивної безпеки, які розсіюють енергію удару та зменшують ризик серйозних ушкоджень. Тим не менше, розуміння типів ушкоджень допомагає ефективно визначати необхідний обсяг ремонту після аварії.

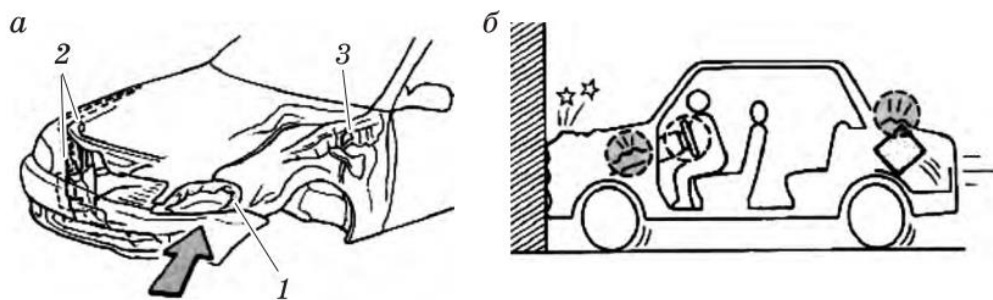


Рис. 1.1. Класифікація пошкоджень автомобіля:

1 - безпосередні; 2 - вимушені; 3 - пошкодження в результаті хвильового ефекту); б – другорядні

Ефект розповсюдження хвилі від удару можна порівняти з потоком води, який на своєму шляху зустрічає перепади висот. Так, як і при русі води, де швидкість течії може змінюватися внаслідок впливу перешкод, так і при ударі в автомобіль, сила удару проходить через лонжерон, зустрічаючи на своєму шляху (зони, що поглинають енергію) та підйоми (усилувачі) рис. 1.2.

Силу удару легко передається через міцні ділянки кузова, але вона згасає в менш міцних місцях, залишаючи після себе ушкодження. Як наочний приклад можна розглянути дію хвильового ефекту на передню частину автомобіля, що відображено на рисунку 1.3. Таким чином, енергія удару розподіляється по кузову автомобіля, викликаючи різні пошкодження в залежності від їх міцності та конструкції.

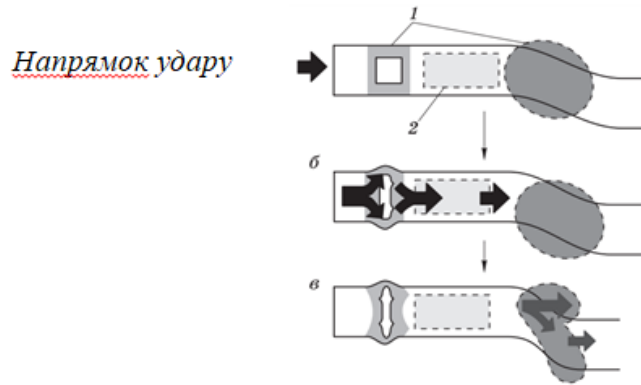


Рис.1.2. Механізм взаємодії хвильового впливу:

а – початок дії сили удару .1 - зона, яка поглинає енергію удару;
2 – посилювач; б, в – поглинання сили удару відповідно першою і
другою зонами

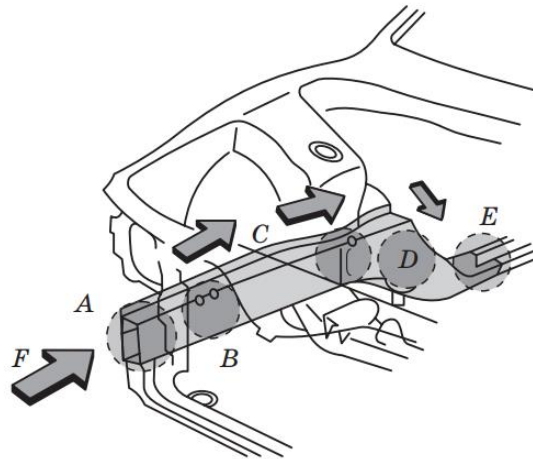


Рис. 1.3. Вплив хвильової динаміки на передній лонжерон автомобіля.

Коли ударна сила F застосовується до передньої частини А лонжерону, вона перш за все розсіюється в зонах А та В, викликаючи найбільше пошкоджень у ділянці С. Після цього, енергія переходить у ділянку D, де вона може змістити або вигнути лонжерон. Змінивши свій курс, енергія потрапляє в зону Е, викликаючи подальші ушкодження.

Зокрема, через вплив хвильової дії удару, ділянки, такі як моторна перегородка та підлога автомобіля, можуть зазнати пошкоджень. Енергія удару, що проходить через ці структури, може також впливати на інші частини автомобіля, поширюючись на ширші території та викликаючи додаткові пошкодження.

Вплив, що виникає через інерційні сили або дії, що мають місце всередині

салону автомобіля, класифікуються як побічні. Ушкодження, спричинене цими внутрішніми діями, відоме як побічне або інерційне пошкодження.

При аваріях та їзді на великих швидкостях по нерівностях дорожнього покриття можливі механічні ушкодження автомобіля. Особливо небезпечні є фронтальні зіткнення та зіткнення під кутами від 40 до 45 градусів. Якщо такі аварії стаються між двома рухомими автомобілями, швидкість зіткнення може суттєво збільшитись. В результаті передня частина автомобіля може бути сильно пошкоджена. Великі сили, які діють під час таких зіткнень, відчуються усіма компонентами автомобіля, особливо ключовими структурними елементами кузова.

Щоб деталізовано вивчити та класифікувати пошкодження автомобіля після ДТП, експерти розділили кузов автомобіля на декілька зон (див. рис. 1.4). Вивчаючи документацію СТО та ремонтні роботи, фахівці проаналізували 669 різних випадків ремонту. На основі цього дослідження було створено діаграму, яка демонструє, з яких напрямків найчастіше отримують удари легкові автомобілі. Цю діаграму можна переглянути на рис. 1.5.

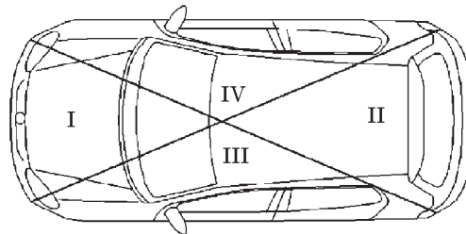


Рис. 1.4. Сегментація кузова за ділянками потенційних ушкоджень:
I - Передня частина автомобіля; II - задня частина; III, IV - відповідно
ліва та права частини

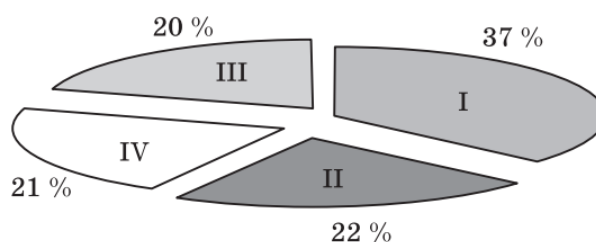


Рис. 1.5. Розподіл ударів за напрямками дії сили.

I - Передня частина автомобіля; II - задня частина; III, IV - відповідно
ліва та права частини

З вивчених автомобілів, що потребують реставрації кузова, передня частина була ушкоджена у 37% випадків, що є лідируючим показником. Пошкодження, як правило, торкалися таких компонентів передньої частини як бампер, його арматура, система охолодження, кріплення для радіатора, двигунний капот, освітлювальні прилади та вітрове скло. Крім того, постраждали і ряд додаткових елементів, розташованих спереду, а також з'єднувальні деталі. Із зазначених аварій, що стосувалися переднього бампера, у 64% випадків було зафіксовано ушкодження його підсилювача.

Із аналізу автомобілів видно, що інші частини автомобіля - задня, ліва та права - мають майже ідентичний розподіл пошкоджень, з відсотками 22, 20 і 21% відповідно. Ці дані надали можливість глибше дослідити, які елементи кузова автомобілів найчастіше потребують ремонту. На рис. 1.6 представлена діаграма, яка ілюструє процентний розподіл ремонту основних деталей кузова. До списку аналізованих деталей входять: крила, двері, бампери, капот, фари, скління, багажне відділення, система охолодження, колісні диски та пороги.

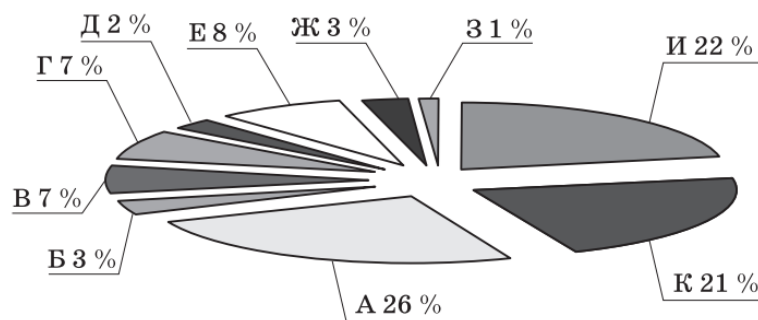


Рис. 1.6. Аналіз частоти ремонту різних деталей кузова автомобіля:

А - бампер; Б - капот; В - оптика; Г - скло; Д - багажник; Е - радіатор;
Ж - колісні диски; З - пороги; И - крила; К — двері.

На діаграмі видно, що бампери лідирують у списку частих ремонтних робіт, складаючи приблизно третину усіх випадків відновлення. На слідуючому рівні йдуть крила автомобілів та двері з показниками 22% та 21% відповідно. Радіатори, через своє розташування та функціональне призначення, зазнають ушкоджень в 8% випадків. Оптика та скління також відіграють значущу роль у статистиці ремонтних робіт, їхній вклад становить по 7%. Інші деталі, такі як капот, колісні диски, пороги та багажники, менш схильні до пошкоджень і займають менший відсоток у загальному розподілі.

Класифікація ушкоджень кузова автомобіля. На основі впливу ДТП на стан кузова авто можна виділити три основні типи ушкоджень:

Критичні ушкодження: цілком знищені або деформовані ділянки, які роблять автомобіль непридатним до подальшого експлуатаційного використання.

Значні ушкодження: деформації, які потребують заміни значущої кількості компонентів або великих витрат на відновлення.

Косметичні дефекти: невеликі вм'ятини, подряпини або незначні деформації, які не впливають на безпеку руху, але порушують естетику зовнішнього вигляду автомобіля. Такі ушкодження часто є результатом столкновень на парковках або при невеликих аваріях на невеликих швидкостях.

Автомобіль може зазнати критичних або важких пошкоджень кузова під час фронтального зіткнення, особливо якщо сила удару припадає на область лівого переднього крила, лонжерону та лівої фари, як зображено на рисунку 1.7. Такий вид удару може спричинити значні деформації конструкції автомобіля, в тому числі поглиблення лонжерону та виведення з ладу більшості систем і елементів, розташованих в передній частині авто, що у свою чергу вимагає дорогої заміни деталей або складного ремонту.

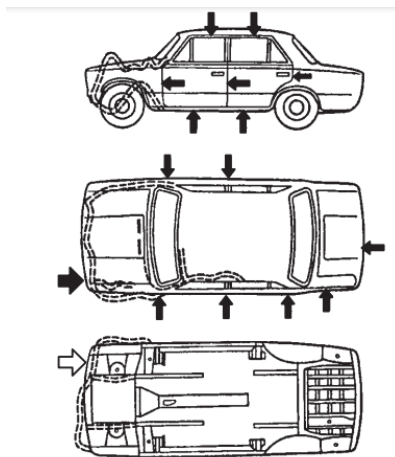


Рис. 1.7. Розподіл ушкоджень кузова під час фронтального зіткнення.

При такому ударі очевидним є значне деформування передньої частини автомобіля: капоту, брызговиків, передніх крил та рамки вітрового скла. Дах та передка також можуть зазнати ушкоджень. Однак не лише зовнішні частини автомобіля можуть бути пошкоджені. Існує й прихована небезпека

пошкодження центральних та задніх стійок, дверей, особливо з лівого боку, а також потенційної деформації заднього крила і задньої частини автомобіля.

Коли кузов автомобіля піддається значному зовнішньому впливу, особливо в області крила та передньої стійки під кутом близько 40 градусів (Рис. 1.8) при великій швидкості, наслідки можуть бути руйнівними. Від такого столкнення об'єднана енергія обох автомобілів (припустимо, кожен з масою в 1000 кг) виливається в екстремально високі динамічні навантаження, досягаючи 80-100 кДж. Ця колосальна енергія вивільняється миттєво (за приблизно 0,1 секунду) і розподіляється по всьому кузову, спричиняючи шкоду в різних місцях. Основними елементами, що найчастіше постраждають від такого удару, є крила, капот, передній бампер, лонжерони та інші суміжні частини кузова.

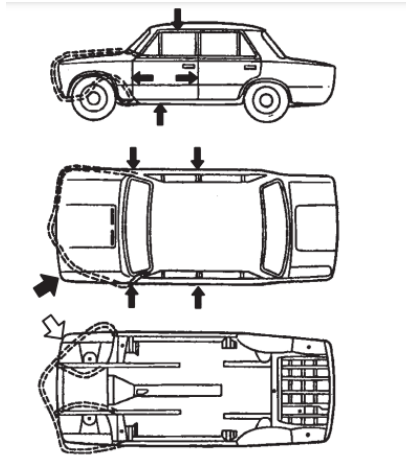


Рис. 1.8. Деталізація зони ушкоджень на кузові від бічного удару під кутом 40...45°.

При виправленні деформацій передньої частини кузова автомобіля величезне значення має точне відновлення його конструктивних параметрів. При такому ремонті основна увага приділяється коректуванню положення прорізів дверей, а також правильному розташуванню передніх і центральних стійок. Це особливо актуально, оскільки ударні навантаження призводять до зміщення основних елементів структури, особливо в районі порогів та верхньої області бокових панелей кузова.

При боковому зіткненні в передньому секторі автомобіля (Рис. 1.9), основні ушкодження спостерігаються на передніх крилах, передній панелі, лінії з'єднання крила із лонжероном, а також на рамці брызговика і самому капоті.

Такий тип удару часто призводить до значних деформацій в області з'єднання лонжерону і передньої панелі, внаслідок чого потрібен ретельний аналіз і підхід до відновлювальних робіт.

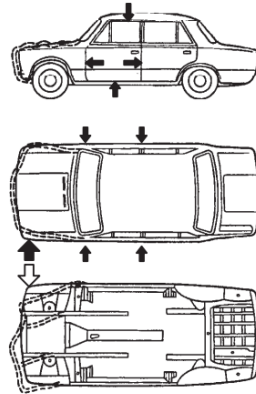


Рис. 1.9. Динаміка ушкоджень кузова внаслідок бокового зіткнення в області з'єднання передньої частини з лонжеронами.

Під час зіткнення зліва основне навантаження спрямовується на ліву передню дверь, внаслідок чого вона може зазнавати розтягуючої деформації. У той же час права частина кузова може відчувати стискальні напруження, що призводять до деформацій в області правих дверей. Також удар може призвести до пошкодження передніх та центральних стійок, які відчують значний стрес і можуть нахилитися або зігнутися.

Під час зіткнення збоку в область лівої передньої стійки найбільше страждають такі елементи кузова, як: ліва передня стійка, рама вітрового вікна, дах, лонжерони передньої частини підлоги, передня панель, капот, крила, брызговики та передні лонжерони (див. Рис. 1.10). В результаті удару передня частина кузова зміщується вліво, поріг і верхня частина правої боковини відчують розтягувальні впливи. Центральні та задні стійки кузова піддаються стисканню. Також необхідно зазначити, що правий брызговик в поєднанні з передньою стійкою може піддаватися розриву в результаті деформації.

Під час зовнішнього огляду автомобіля, що піддався аварійному впливу, можна виявити деформації таких видів, як розриви, вигини, відхилення та деформовані ділянки на стаціонарних та рухомих елементах кузова - наприклад, на дверях, капоті чи кришці багажника. Такі пошкодження свідчать про значні силові впливи на структуру автомобіля під час зіткнення.

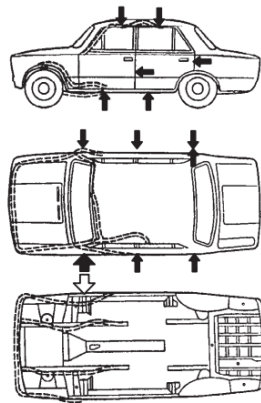


Рис. 1.10. Динаміка ушкоджень кузова під час бокового зіткнення в районі передньої лівої стійки.

1.4 Фактори, що призводять до ушкодження кузова автомобіля

Різні фактори можуть вплинути на стан кузова автомобіля, викликаючи його пошкодження та зношення:

Технологічні та конструкційні дефекти: Це включає в себе проблеми, які виникають через порушення технологічних процесів при обробці металу, фарбуванні, а також помилки в конструкції та збірці кузова, недостатню жорсткість кріплень деталей та інше.

Експлуатаційні пошкодження та зношення: Це пошкодження, які виникають внаслідок постійної експлуатації автомобіля, таких як металева втома, вібрації, статичні і динамічні навантаження.

Аварійні пошкодження: Виникають в результаті ДТП, зіткнень та інших аварійних ситуацій.

Неправильний догляд та умови зберігання: Пошкодження можуть виникнути через недбале ставлення до догляду за автомобілем, його зберігання в несприятливих умовах, що призводить до прискореного зношення деталей кузова.

Розуміння цих причин може допомогти автовласникам уникнути потенційних ушкоджень і забезпечити належний догляд за своїм транспортним засобом.

Основні причини пошкодження кузова автомобіля:

Корозія: Внаслідок взаємодії металу з оточуючим середовищем, таким як вода, волога, антильодові речовини чи атмосферні викиди. Особливо уразливі до корозії є місця, які важко очистити та висушити, такі як складки і зазори.

Абразивне зношення: Потрапляння маленьких твердих частинок на кузов, які можуть бути підняті від доріг або знаходитись у забрудненому повітрі, пошкоджує верхній шар фарби та може спричинити корозію.

Тертя між деталями: Надмірне тертя між рухомими частинами, такими як двері або крила, може призводити до зносу чи пошкоджень.

Вібрації: Нерівні дороги, вібрація від робочого двигуна може призвести до тріщин та інших ушкоджень кузова.

Необхідно також враховувати додаткові ризики для кузова, коли автомобіль знаходиться під відкритим небом або в невідповідних умовах зберігання. Неправильний догляд, такий як рідке миття автомобіля або відсутність захисних покриттів, також може призводити до прискореного зношення та пошкодження кузова.

Різновиди пошкоджень кузова. Кузов автомобіля може зазнавати пошкоджень від ряду чинників, як окремо, так і в їх поєднанні:

Фізичні деформації: Це можуть бути вм'ятини, складки або вигини кузова. Такі деформації можуть впливати на стійкість автомобіля, змінюючи його аеродинаміку. Важкі деформації можуть призводити до проблем з відкриттям/закриттям дверей та вікон.

Неправильне положення основних елементів: Зсув лонжеронів або зміна їх положення може сигналізувати про серйозні проблеми з геометрією кузова.

Тріщини на стиках: В місцях з'єднань стійок і кузова можуть формуватися тріщини через різні фактори, такі як удари, невідповідна балансуювання коліс чи вібрації. Ці тріщини можуть з'являтися і в інших вразливих місцях кузова.

Пошкодження зварювання: Точки зварювання, особливо в областях, що витримують великі навантаження, можуть дати тріщини чи навіть розриватися.

Пошкодження кріплень: Елементи кріплення, такі як болти або гайки, можуть слабшати чи обриватися, що може призводити до нестабільності

кузова.

Невідповідне прилягання частин: Деякі частини кузова можуть не щільно прилягати одна до одної, що створює додаткові проблеми з герметичністю.

Пошкодження покриття: Антикоровізне та лакофарбове покриття можуть пошкоджуватися через фізичний контакт або дію агресивних речовин, що веде до вицвітання кольору та корозії металу.

Захист кузова від таких пошкоджень вимагає своєчасного обслуговування, правильного догляду та використання якісних матеріалів під час ремонту.

Кажучи про косметичні пошкодження кузова, не слід недооцінювати їхнє значення. На перший погляд незначні подряпини можуть порушити цілісність антикоровізного покриття, що сприяє активному розвитку корозії. Існують різні типи корозії: поверхнева, яка захоплює великі ділянки, та місцева, яка проникає глибоко в металеву структуру. Місцева корозія особливо небезпечна, тому що може призвести до підкопування міцності та довговічності металу, роблячи його крихким. Тому неігнорування навіть малих пошкоджень може мати далекосяжні наслідки для стійкості та безпеки автомобіля.

Дефекти в структурі кузова, такі як зміщення геометрії, вигини, тріщини у компонентах та втрати міцності зварювання, можуть вплинути на стабільність та відгук автомобіля під час керування. Такі проблеми знижують безпеку водія та пасажирів, оскільки автомобіль може вести себе непередбачувано на дорозі. Незалежно від того, чи були ці пошкодження викликані корозією, ударом чи іншими факторами, вони вимагають негайного ремонту. Протертини в покритті кузова також слід усувати вчасно, щоб запобігти додатковому поширенню корозії. Неігнорування цих проблем може призвести до серйозних та коштовних ремонтів у майбутньому.

У зв'язку із дією часу та елементів, кузови автомобілів поступово деградують і піддаються корозійному впливу. Взаємодія з ультрафіолетовим випромінюванням, кислотними дощами, дорожніми реагентами, високими та низькими температурами може спричинити пошкодження лакофарбового покриття, що, у свою чергу, призводить до зниження естетичної привабливості автомобіля та послаблення його захисних властивостей.

Крім того, висока вологість і солоні атмосферні впливи можуть сприяти поширенню корозії, особливо в місцях пошкоджень або де антикорозійне покриття було пошкоджено. З часом, ці процеси можуть призвести до структурних пошкоджень кузова, що ставить під загрозу безпеку пасажирів.

Дія зовнішніх чинників на корпус автомобіля різноманітна та шкідлива. Загалом, ці впливи можна класифікувати таким чином:

Хімічні та електрохімічні фактори: це взаємодія корпусу з агресивними речовинами, такими як сіль, дорожні реагенти, кислотні дощі, а також процеси, які відбуваються при контакті різних металів, що призводить до електрохімічної корозії.

Механічні впливи: це пошкодження, що виникають внаслідок контакту з твердими об'єктами (наприклад, камінь, що літає від коліс іншого автомобіля), а також дія великих навантажень, ударів, вм'ятин або інших видів механічного тиску.

Фізичні чинники: до них відносяться впливи, спричинені температурними коливаннями, ультрафіолетовим випромінюванням, вологістю або іншими природними явищами. Наприклад, довготривале виставлення автомобіля під прямими сонячними променями може призвести до вигорання лакофарбового покриття.

Методи реставрації автомобільного кузова. Щоб повернути автомобілю його первісний вигляд після механічних ушкоджень, спеціалісти користуються різними методами:

Рихтування: Це процес, під час якого спеціальними інструментами відновлюється первісна форма пошкодженого елемента. Якщо деталь серйозно пошкоджена і не може бути відновлена до стандартів безпеки, її зазвичай замінюють.

Локальний ремонт: Це метод, за допомогою якого усуваються мінорні зовнішні дефекти, такі як подряпини, вм'ятини або невеликі тріщини без заміни всієї деталі.

Відновлення геометрії кузова: Якщо в результаті ушкодження сталися зміни в геометрії кузова, то необхідно провести відновлення за допомогою

спеціального обладнання, щоб гарантувати правильне розташування всіх елементів автомобіля.

Заміна кузова: У випадку коли пошкодження є настільки значущими, що ремонт не є оптимальним рішенням, може бути рекомендована повна заміна кузова.

Для забезпечення довговічності ремонту і збереження вигляду автомобіля рекомендується також нанести нове лакофарбове покриття на відремонтовану ділянку.

2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ

2.1 Методики діагностики та стратегії відновлення пошкоджених ділянок

На сьогоднішній день розроблено ряд технологій та систем для вирівнювання конкретних ділянок на поверхні тонкостінних листових металів, і ці розробки були в основному спрямовані на задоволення потреб виробничих процесів з реставрації кузовних панелей автомобілів. Ця необхідність виникає не тільки через бажання відновити зовнішній вигляд авто, а й через те, що подальша експлуатація транспортного засобу з пошкодженим кузовом може бути неможливою. Ремонт кузова важливий не тільки для естетики, а й для забезпечення безпеки водія та пасажирів, оскільки пошкодження можуть впливати на міцність конструкції та її стійкість на дорозі.

Використання механічних витяжними пристроїв вимагає досвіду та професійності виконавця. Однак, незважаючи на досвід майстра, завжди існує ризик, що ремонтний процес може не надати гарантованого результату. Це може призвести до того, що відновлений елемент може не витримати навантаження або подальшої експлуатації. Таким чином, деякі втручання можуть мати непередбачувані наслідки, включаючи потенційне пошкодження відновлюваного елемента.

Оцінюючи стан кузова та його деталей, фахівці розрізняють різні рівні ремонту, залежно від обсягу та характеру пошкоджень:

Легкий ремонт (ЛР): виправлення незначних дефектів на зовнішній поверхні кузова без потреби у перефарбуванні.

Стандартний ремонт (СР): робота з незначними дефектами, що займають не більше 20% поверхні деталі, без зварювання.

Поглиблений ремонт (ПР): виправлення дефектів, які потребують зварювання або деформованої деталі до 50% її поверхні.

Капітальний ремонт (КР): ремонт, що включає відновлення критично пошкоджених ділянок або деталей, деформованих до 30%, з можливим зварюванням.

Спеціалізований ремонт (СПР): Робота з деталями, пошкодженими на понад 30%, з можливим відновленням частини деталі.

Часткова заміна (ЧЗ): При необхідності частина деталі замінюється вставкою, яка може бути взята з каталогу запасних частин або спеціально виготовлена.

Повна заміна (ПЗ): Пошкоджена деталь повністю замінюється на нову з запасних частин.

Блоковий ремонт (БР): У випадках критичних пошкоджень великої площі, деталі замінюються на блоки від інших кузовів, з подальшим припасуванням та зварюванням.

Кожен з цих видів ремонту потребує певних навичок та обладнання, і вибір конкретного методу залежить від обсягу та характеру пошкоджень.

Пошкодження автомобільного кузова мають багато особливостей, тому методи їх виправлення варіюються. Щоб визначити обсяг роботи, спочатку потрібно демонтувати деякі компоненти автомобіля. Це не тільки дозволяє краще оцінити ступінь ушкодження, але й забезпечує доступ до складних для досягнення місць. У випадках із значущими деформаціями кузова знімається внутрішня обробка, що сприяє точному вимірюванню та контролю за відновлювальними роботами. Інструменти, такі як гідравлічні домкрати або спеціалізовані рихтувальні пристрої, застосовуються для відновлення правильної геометрії кузова і забезпечення його надійності та безпеки в майбутньому.

Перед початком відновлювальних робіт необхідно глибше розуміти характер та обсяг ушкоджень. Для цього використовуються різні методи діагностики:

Візуальний аналіз - дозволяє виявити очевидні дефекти, такі як вмятини, подряпини або тріщини.

Тактильна перевірка - за допомогою дотику можна виявити нерівності або інші пошкодження, які можуть бути не зовсім помітними на перший погляд.

Вимірювання інструментами - за допомогою лінійки, рулетки або інших вимірювальних приладів можна точно визначити глибину вм'ятини, довжину тріщини або інші параметри пошкоджень.

Після точного визначення обсягу та характеру ушкоджень, можна вибрати найбільш ефективний метод відновлення, що відповідає конкретній ситуації.

При діагностиці вм'ятин чи інших нерівностей на поверхні кузова застосовується метод вимірювання зазорів за допомогою лінійки. Лінійку розміщують на ушкодженій та неушкодженій частинах поверхні, після чого фіксують величину зазору між панеллю та лінійкою. Різниця зазорів на ушкодженій та неушкодженій ділянках дозволяє отримати кількісну оцінку ступеня пошкодження (див. рис. 2.1). Цей метод є більш точним та інформативним у порівнянні з візуальною оцінкою чи тактильним аналізом, оскільки дозволяє отримати кількісні дані щодо глибини вм'ятини чи висоти виступу.

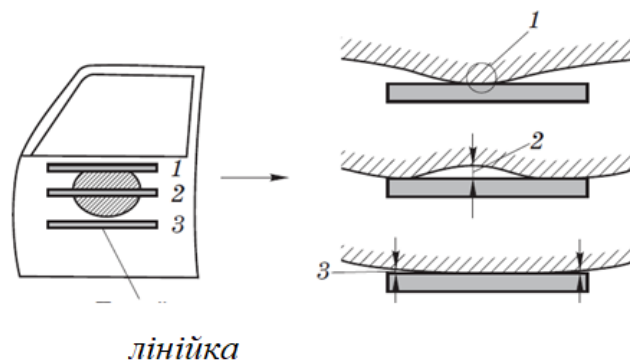


Рис.2.1. Вимірювання глибини вм'ятин на кузові з використанням лінійки:

1 - опуклість; 2 – вм'ятина; 3 - нормальний зазор

2.2 Техніки механічного відновлення ушкоджених ділянок кузова автомобіля

Відновлення ушкоджених ділянок кузова вимагає застосування специфічних методів і інструментів. Для вирівнювання вм'ятин та інших деформацій часто використовують механічні методи, такі як ручне оброблення

молотком і оправкою. При цьому основна мета - повернути металу його первісну форму без пошкодження лакофарбового покриття.

Термічний метод відновлення включає в себе підігрівання деформованої ділянки до певної температури, щоб зробити метал більш пластичним і послабити внутрішні напруги. Після цього деформовану ділянку обробляють механічно.

Додатково, існують сучасні методи відновлення з використанням високоякісних шпаклівок, які наносяться на пошкоджену ділянку і дозволяють досягти гладкої поверхні. Після затвердіння шпаклівки її можна обробити шліфувальним матеріалом для надання необхідної форми.

Приварні шайби дозволяють витягувати вм'ятини з внутрішньої сторони, що є особливо корисним при великих пошкодженнях. Цей метод дозволяє мінімізувати зовнішні пошкодження покриття.

Відновлення кузовних деталей з допомогою механічних методів полягає у корекції їх форми шляхом впливу на металічну структуру. Завдання ремонту полягає в поверненні деталі до її оригінального стану та вигляду.

Методи розтяжки та видавлювання використовуються для відновлення деталей, які мають вм'ятини або інші деформації. Спеціальне обладнання, таке як витяжні пристрої або домкрати, застосовуються для забезпечення рівномірного та контрольованого впливу на пошкоджену ділянку.

Холодний метод ремонту зазвичай використовується для менших вм'ятин або деформацій, коли нагрівання металу не є необхідним. Цей метод передбачає ручне оброблення деталей з допомогою молотків та оправок.

Гарячий метод ремонту застосовується, коли деталь має серйозніше пошкодження або глибокі вм'ятини. Він включає в себе підігрівання деталі до певної температури, щоб зробити метал більш пластичним, а потім виконання рихтувальних робіт. Нагрівання може виконуватися за допомогою газового пальника або інфрачервоних ламп.

Після завершення механічного ремонту деталі, як правило, піддаються додатковому обробленню, такому як шліфування, ґрунтування та фарбування, щоб надати їм завершений вигляд.

При відновленні кузовних деталей важливо мати правильний інструментарій. Хоча молоток та оправлення є класичними інструментами для цього, іноді потрібні додаткові пристосування.

В складних місцях, де стандартні методи можуть бути неефективними, використовують додаткові засоби. Наприклад, у випадку глибоких вм'ятин у важкодоступних зонах застосовують опорні плити, важелі та ударні пристрої. Це дозволяє забезпечити рівномірний та точний тиск на деформовану область.

Коли мова йде про вм'ятини під підсилювачами або іншими жорсткими елементами кузова, плоскі важелі виявляються найефективнішими. Щоб відновити форму виштамповок та ребер жорсткості, опорні плити комбінують із спеціалізованими зубилами.

Зовнішні елементи кузова, такі як двері або крила, мають особливу конструкцію. При їх відновленні важливо враховувати внутрішню структуру цих частин. Тому при виправленні деформацій на дверях або крилах важелі можуть опиратися на внутрішній каркас цих деталей для забезпечення найкращого результату.

2.3 Техніка відновлення панелей шляхом використання молотка та опори

Для відновлення форми панелей, пошкоджених внаслідок ударів або інших механічних пошкоджень, можна використовувати методику кування за допомогою молотка та опори. Цей процес передбачає ретельне нанесення ударів з молотка, в той час як опора розташована ззаду поверхні панелі, допомагаючи відновити її первісний вигляд.

Ось декілька кроків для ефективного відновлення панелі:

Оцінка пошкодження. Перш ніж приступити до кування, необхідно ретельно оцінити обсяг та характер пошкоджень панелі.

Підготовка. Забезпечте собі доступ до обох боків панелі. Якщо можливо, зніміть панель або забезпечте відповідний простір для роботи.

Вибір інструменту. Виберіть молоток відповідної форми та розміру. Опора повинна мати гладку поверхню та бути стійкою до ударів.

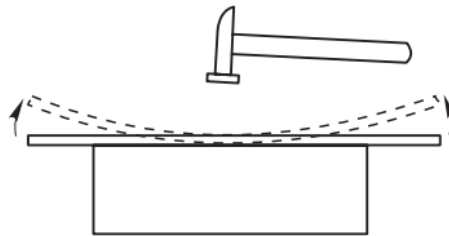
Техніка удару. Почніть з легких ударів, поступово збільшуючи їх інтенсивність. Опора допомагає розподіляти тиск і запобігти подальшому пошкодженню панелі.

Перевірка. Періодично перевіряйте результат своєї роботи, щоб виявити ділянки, які потребують додаткової уваги.

Фінішна обробка. Після того як основна форма панелі відновлена, можна приступити до дрібних корекцій, шліфування та, при необхідності, фарбування.

Цей метод вимагає певного досвіду та майстерності, але з правильним підходом може дати чудові результати.

При обробці плоского металевго листа на опорі, його області на краях вигинаються вгору (див. рис. 2.2). Такий відгук на удар залежить від форми ударної частини молотка. Чим більш вираженою є кривизна ударного боку молотка, тим більше піднімаються краї металу. Тому ідеально підходить молоток з округлим, але плоским ударним боком. Щодо опори або підтримки, її форма повинна бути такою, щоб вона дотримувалася естетики панелі, але при цьому не перевищувала її природної кривизни.



2.2. Обробка плоского металевго аркуша

При виправленні деформованих панелей необхідно уникати використання плоских оправок на увігнутих частинах, оскільки вони можуть залишити сліди або вм'ятини на поверхні деталі. Для оптимального результату важливо вибирати оправки з відповідною кривизною, що наближена до первісної форми деталі. Якщо панель має певний радіус кривизни, оправлення повинне мати радіус, що складає приблизно 80% від цього радіусу, щоб забезпечити максимальний контакт з поверхнею та уникнення непотрібних вм'ятин.

Виправлення деформацій на поверхнях кузова здійснюється з використанням плоского молотка (киянки) та спеціальних фасонних плит або ковадл з потрібним профілем. Під час проведення таких робіт контропора має

бути розташована із зміщенням від центру вм'ятини, при цьому молоток і контропора не повинні знаходитися на одній лінії (див. Рис. 2.3, а).

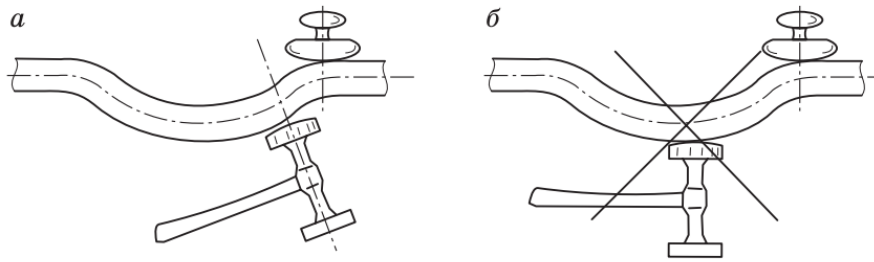


Рис. 2.3. Техніка корекції деформацій рихтувальним інструментарієм: а - оптимальне розташування молотка; б - некоректне розташування молотка.

Важливо також врахувати, що виправлення деформацій слід проводити від країв вм'ятини до її центру, здійснюючи послідовні удари молотком. Це дозволить забезпечити більш рівномірне відновлення форми поверхні. Також слід враховувати, що занадто сильні удари можуть призвести до додаткових пошкоджень, тому слід регулювати силу удару в залежності від конкретної ситуації.

Правильний процес рихтування дозволяє забезпечити відновлення форми деталі без виникнення додаткових напруг у металі. Важливо уникати неправильного удару молотком по деформованій поверхні. Якщо наносити удар посередині деформації (див. рис. 2.3, б), це призведе до переміщення тільки її центральної частини, в той час як периферійні ділянки залишаться нерухомими. Це створить область переходу з напругами стиснення та розтягування між центральною та периферійною частинами, що робить цю ділянку менш пластичною і ускладнює подальше відновлення. Тому ключовим є правильний підхід до процесу рихтування та вибір оптимальних методів його проведення.

2.4 Процес відновлення панелі використовуючи шайби як основний інструмент

Панель можна відремонтувати, використовуючи приварні шайби таким чином: на вм'ятій ділянці панелі приварюється шайба, яку потім витягують,

тим самим виправляючи вм'ятину. Для приварювання шайб використовується електричний зварювальний апарат. Шайба, що утримується електродом, прикладається до листа металу, після чого через контактну зону між шайбою та масою (листом металу) пропускається електричний струм великої сили. Внаслідок тепла, що виділяється при проходженні струму через опір, контактуючі деталі приварюються одна до одної.

Використання спеціалізованого інструментарію (рис. 2.4, а). Для більших вм'ятин або тих, що розташовані у важкодоступних місцях, використовують спеціалізовані інструменти, які дозволяють витягнути приварну шайбу з більшою точністю.

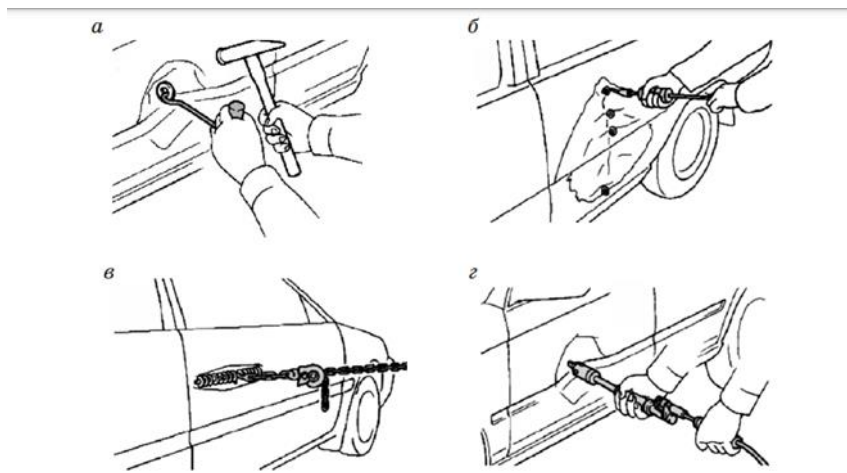


Рис. 2.4. Техніки корекції вм'ятин.

Корекція вм'ятин із використанням спеціалізованого молотка (рис. 2.4, б). За допомогою приварної шайби та спеціалізованого молотка, вм'ятина на панелі виправляється шляхом удару з протилежного боку. Така техніка особливо ефективна для панелей із підвищеною жорсткістю, де звичайні методи можуть бути менш ефективними. Цей метод дозволяє точно та ефективно виправляти вм'ятини, зберігаючи інтегральну структуру матеріалу панелі.

Корекція вм'ятин використовуючи храповий механізм з ланцюгом (рис. 2.4, в). Ця техніка передбачає використання храпового механізму з ланцюгом для ефективного виправлення обширних вм'ятин. На області пошкодження приварюється декілька шайб, які з'єднуються ланцюгом. За допомогою храпового механізму зусилля одночасно розподіляється між усіма шайбами, що дозволяє рівномірно і ефективно виправити вм'ятину, зберігаючи первинну форму панелі.

Корекційний метод із використанням молотка з приварним конектором (рис. 2.4, г). Ця техніка включає в себе використання унікального зворотного молотка із спеціалізованим приварним наконечником. Наконечник цього молотка приварюється безпосередньо до вм'ятини на панелі, після чого за допомогою самого молотка ділянка виправляється. Ця методика особливо ефективна для точного витягування вм'ятин, оскільки надає безпосередній контроль над силою та напрямком виправлення.

Після використання методу витягування для корекції панелі часто залишаються дрібні нерівності або вм'ятини. Для досягнення гладкої поверхні такі місця рекомендується обробляти шпаклівкою та додатково шліфувати.

2.5 Виправлення нерівностей та усунення поверхневих дефектів

Виправлення випуклостей в холодному режимі ґрунтується на методиці розширення металу у вигляді концентричних кіл чи вздовж радіусів, що ведуть від зони випуклості до цілісної ділянки металу (Рис. 2.5).

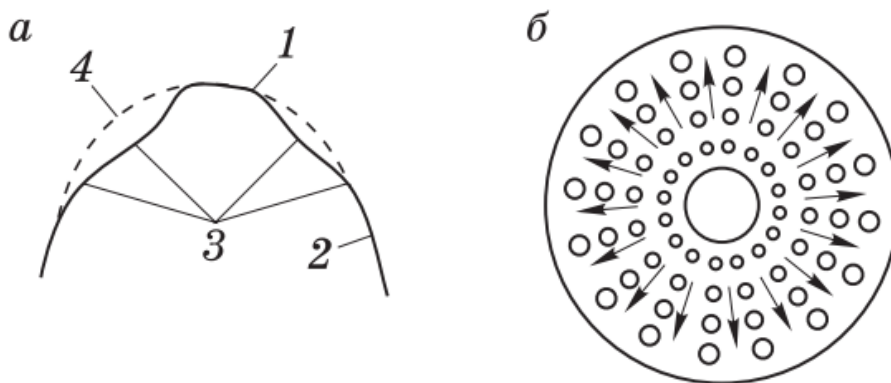


Рис. 2.5. Корекція випуклих ділянок на кузовних панелях методом холодного виправлення:

а - ділянка панелі з випучиною 1 - випучина; 2 - панель; 3 - ділянки панелі, що підлягають розтягуванню рихтуванням за допомогою молотка; 4 - кривизна панелі після виправлення випучини; б - схема напрямку удару молотком

При виправленні мети створюють плавне згладжування від високої точки випуклості до основи панелі. Використовуючи молоток, здійснюють ряд концентричних ударів, починаючи від околиць випуклої частини та рухаючись до її центру. При наближенні до середини випуклості інтенсивність ударів

слабшає. Множинність концентричних кіл під час корекції сприяє створенню гладкого переходу від деформованої зони до інтактної ділянки панелі.

Виправлення при високій температурі виконується за двома методиками: через нагрівання з наступним процесом охолодження та за допомогою нагрівання, а потім формування металу за допомогою ударного втручання.

Термічний метод корекції випуклостей базується на принципах дилатації та контракції металу. Нагрів металічної поверхні досягається за допомогою вугільного електрода або газового пальника. При цьому ділянка металу швидко досягає високої температури, підвищуючи його пластичність. Оточуючий менш нагрітий метал обмежує розширення центральної зони, що веде до її згущення. Під час охолодження метал зменшує свій об'єм, але обмежений навколишньою холодною зоною. Осідання металу прискорюється шляхом ізоляції нагрітої зони, накладаючи на неї мокру тканину, а також ударним втручанням за допомогою киянки або спеціалізованого молотка.

Термічний метод корекції включає етап швидкого охолодження нагрітої частини автомобільного кузова. Для цього використовують азбестовий тампон або мокру ганчірку. Охолодження стимулює згущення металу, допомагаючи йому набуті потрібної форми. Для оптимального охолодження слід дотримуватися послідовності, показаної на схемі 2.6. Ця методика особливо ефективна для виправлення мінорних дефектів, таких як "сліди граду" на кузові - невеликі утвори розміром приблизно 10 мм в діаметрі та 1-2 мм в глибину. Газовим пальником ділянку необхідно обережно нагрівати спіралеподібним рухом від країв до центру, доки не спостерігається зміна кольору лакофарбової поверхні від температурного впливу.

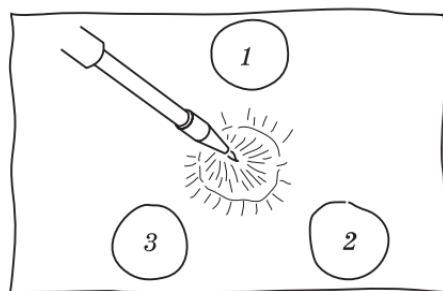


Рис. 2.6. Етапи охолодження деформованої ділянки автомобільного кузова горбик після термічної обробки.

В процесі нагріву метал у ділянці западини починає розширюватися, створюючи тиск на вм'ятину зсередини, що веде до її часткового випрямлення (рис. 2.7). Після зменшення температури розігрітої ділянки метал починає стискатися, проте околиця вм'ятини вже стала жорсткішою через вплив холодного напилка. Внаслідок цього, вм'ятина починає відновлювати свою первісну форму. Для досягнення оптимального результату така процедура може здійснюватися декілька разів.

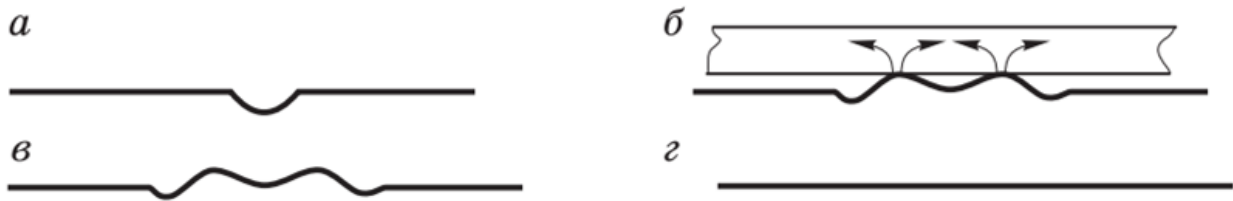


Рис. 2.7. Процес відновлення місцевої деформації через тепловий метод:
а - профіль панелі з вм'ятиною; б - відведення тепла від напилка; в - профіль панелі після нагрівання; г - профіль панелі після завершення операції

Процес підняття деформованої ділянки кузовної панелі, яка набуває форми кратера вулкана, можна проілюструвати так. Коли по панелі кузова завдається точковий удар, відбувається зсув металу в місці контакту, що спричиняє вигин листа панелі та формує певну картину напруг в матеріалі (див. рис. 2.8, а). Це викликає напруження в металі, яке, в свою чергу, може викликати виникнення невеликих тріщин чи втрату цілісності покриття, що може призвести до корозії або інших пошкоджень в майбутньому. Тому важливо враховувати цей аспект при ремонті кузова автомобіля та вживати заходів для відновлення цілісності панелі та її захисту від корозії.

Коли зовнішній тиск на матеріал панелі досягає критичного значення, розпочинається його пластичне деформування. Ділянка, що піддана деформації, залежить від комбінації факторів: сили прикладеного тиску, фізичних властивостей матеріалу та його геометрії. Після припинення зовнішнього тиску, частина матеріалу, яка була лише тимчасово деформована, намагається повернутися до свого первісного стану. Але вона "зустрічає опір" від частини, яка вже пластично деформована. Ця взаємодія викликає розподіл напруг у

панелі, як це зображено на рис. 2.8, в. Результатом такої дії стає стабільне положення панелі з видимими слідами деформації на її поверхні.

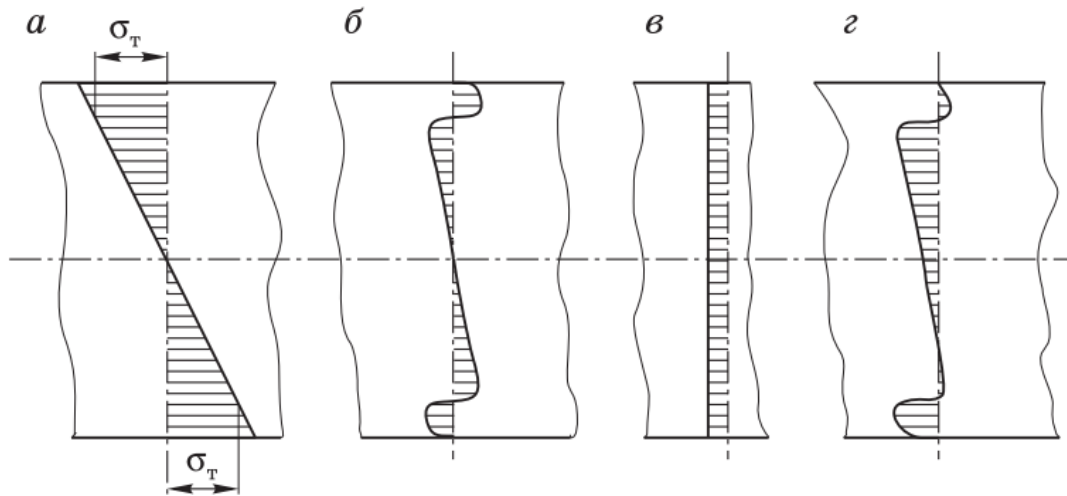


Рис. 2.8. Графічне представлення напругових розподілів в області деформації панелі кузова:

а - у момент деформації панелі; б - після утворення вм'ятини; в - напруги, що виникають при нагріванні панелі; г — сумарна напруга, що призводить до вигину панелі

Під час опалювання панелі круговими рухами пальника довкола вм'ятини відбувається розширення металу, що призводить до появи додаткових стискаючих напруг, які поширюються рівномірно по всій товщині панелі (див. рис. 2.8, в). Ці напруги, накладаючись на напруги, які виникали під час деформації панелі, призводять до формування епюри сумарних напруг, що показано на рис. 2.8, г. Сформована епюра напруг є явно асиметричною, що веде до косоного стиску та нахилу перерізу, і в результаті вигину листа панелі, що призводить до піднімання вм'ятини нагору. При цьому вм'ятини, наче вивертається навиворіт.

2.6 Нагрівання опуклої вм'ятини і осадження металу

Ці операції проводяться в наступній послідовності:

Перед початком відновлення панелі, метал розігрівають до червоного кольору. Діаметр кола розігрітої ділянки повинен бути не більше 10 мм при

товщині металу 0,6-0,8 мм. Це дозволяє зменшити внутрішні напруги в металі і підготувати його до подальшої механічної обробки.

Під розігріту ділянку встановлюють ручне ковадло. Ковадло фіксує метал і слугує опорою при проведенні подальших операцій.

Далі використовують киянку для вистукуючих рухів при усуненні опуклості або молоток-гладилку при усуненні вм'ятини. Важливо не стукати безпосередньо по розігрітій точці, а спочатку обробляти не розігріті ділянки навколо неї, а потім саму розігріту точку.

Важливо пам'ятати про безпеку під час проведення операцій і використовувати відповідні засоби захисту, а також ретельно дотримуватися техніки виконання робіт, щоб досягти якнайкращих результатів.

При виправленні великих вм'ятин дії нагріву та ударів залежать від форми і розміру самої вм'ятини.

Для круглих опуклостей: Центральна частина зазвичай є найглибшою. Тому спочатку працюють над зовнішніми областями, зменшуючи напругу. Точки ударів, як вказано на рис. 2.9, розташовуються по спіралі, починаючи від периферії і завершуючи в центрі. Це сприяє плавному виправленню опуклості.

Для довгих і вузьких опуклостей: Такі вм'ятини можуть виникнути від ударів, що простягаються вздовж частини кузова. Тут необхідний більш контрольований підхід. Точки ударів 1-16, як показано на схемі, розташовуються в вузьких рядах, що дозволяє систематично обробляти і розслабляти кожну частину опуклості.

В обох випадках, після нагріву та ударів, рекомендується перевіряти рівень поверхні, щоб переконатися, що вона вирівнялася належним чином. Використання спеціалізованого інструментарію та технік допоможе досягти оптимальних результатів.

Невеликі дефекти на поверхні панелей можна ефективно усунути, використовуючи ряд матеріалів і технік. Серед них:

Поліефірні шпаклівки. Це густі матеріали, що ідеально підходять для заповнення і вирівнювання нерівностей. Після висихання їх легко обробляють шліфувальним матеріалом.

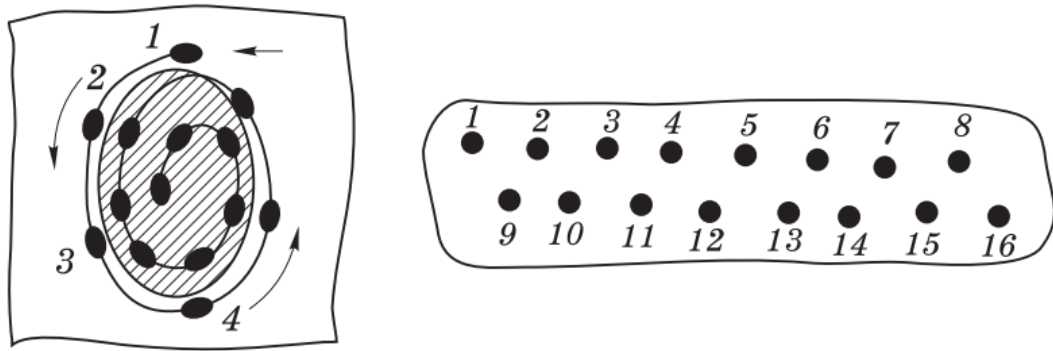


Рис. 2.9. Етапи нагрівання та корекції деформацій металу за допомогою киянки чи молотка при виправленні вм'ятин.

Термопластики. Вони м'які при високих температурах і тверді при низьких, що дозволяє з легкістю моделювати і вирівнювати дефекти на поверхні.

Епоксидні мастики холодного затвердіння. Це двокомпонентні системи, які швидко затвердівають при кімнатній температурі, ідеально підходять для великих і глибоких дефектів.

Припій: Для металевих поверхонь, що потребують більш стійкого рішення, можна використовувати припій для заповнення та вирівнювання нерівностей.

Обираючи найкращий метод для конкретної ситуації, можна відновити первісний вигляд панелі та захистити її від подальших пошкоджень.

2.7 Основні аспекти відновлення кузовних деталей з алюмінієвого сплаву

Відновлення форми алюмінієвої ділянки кузова вимагає особливого підходу. На відміну від сталевих деталей, де робота часто починається з периферійних частин ушкодження, при рихтуванні алюмінієвого кузова оптимально починати з центральної частини вм'ятини. Такий підхід дозволяє зберегти інтегритет матеріалу та запобігти додатковим пошкодженням під час відновлення форми (див. рис. 2.10). Зокрема, завдяки м'якості алюмінію, такий підхід може зменшити ризик тріщин та інших дефектів, що можуть виникнути під час процесу відновлення.

При виправленні алюмінієвого кузова необхідно вживати додаткових заходів обережності, оскільки матеріал має іншу структуру, ніж звичайна сталь. Звертайте увагу на етапи реставрації:

Зосередьте увагу на центрі вм'ятини, де слід використовувати контропору для делікатного відновлення первісної форми (рис. 2.10, а). Поступові легкі удари допоможуть уникнути надмірного розтягування металу.

Коли основний об'єм вм'ятини стане менш помітним, зосередьте увагу на периферійних зонах, рухаючись від центру до країв (рис. 2.10, б).

Використовуйте рихтувальний молоток для точкового коректування, стежачи за рівномірністю обробки поверхні.

У разі виникнення помилок, наприклад, якщо метал став тоншим через прямий удар (рис. 2.16, в), слід зупинитися та обережно вирівняти ділянку.

Для завершення виправлення вм'ятини використовуйте дерев'яну контропору (рис. 2.10, г). Спробуйте використовувати метод видавлювання замість ударів, що забезпечить менший ризик пошкодження матеріалу.

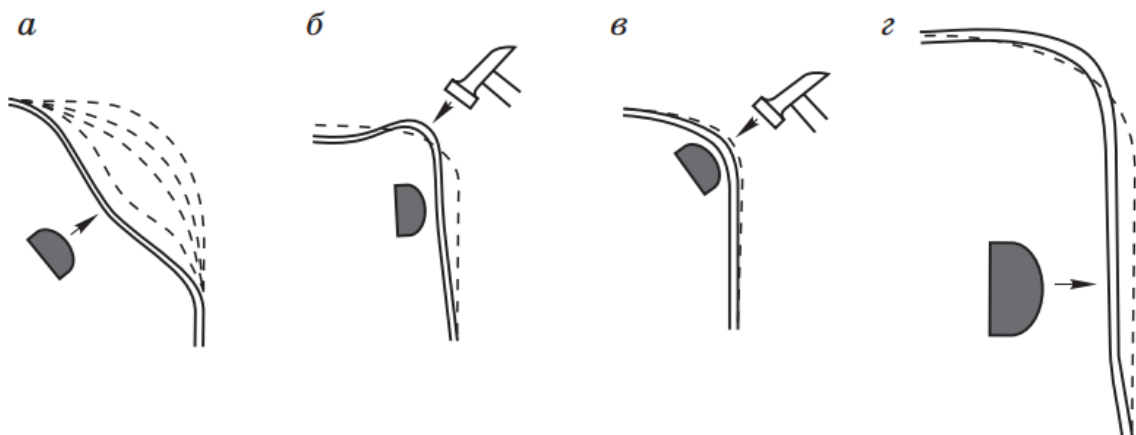


Рис. 2.10. Техніка реставрації алюмінієвої ділянки автомобільного кузова.

При роботі з великими дефектами на алюмінієвому листі важливо розуміти його особливості. Алюміній реагує на температурні зміни інакше, ніж більшість інших металів. Ось декілька важливих рекомендацій для виправлення алюмінієвих деталей:

Великі дефекти краще виправляти після попереднього нагріву листа, але з високим рівнем обережності.

Завдяки високій теплопровідності алюмінію, він може швидко нагріватися. Пам'ятайте, що алюміній розширюється майже удвічі швидше за сталь при нагріванні.

Після нагріву алюмінієвий лист може зазнавати інтенсивної усадки, що веде до ризику утворення тріщин під час зварювання.

Щоб контролювати температуру алюмінію під час роботи і запобігти його перегріву, користуйтеся термочутливим олівцем, який змінює колір при досягненні певної температури.

І завжди пам'ятайте про безпеку: робоча зона має бути вільною від легкозаймистих матеріалів, а також користуйтеся відповідним захисним спорядженням.

Цей інструмент можна використовувати для точного контролю температури поверхні алюмінієвого листа під час його рихтування. За нормальних умов, термоолівець має один колір, який змінюється в залежності від температури поверхні, на яку він наноситься.

Під час роботи термоолівцем наносять короткі штрихи (приблизно 10 мм кожен) по колу в області впливу тепла, яка знаходиться на відстані близько 25 мм від зони нагріву зварювальним пальником (див. рис. 2.11). Потім полум'я пальника ретельно направляють на поверхню, щоб уникнути локального перегріву. Якщо колір термофарби на штрихах різко зміниться, це буде означати, що температура в зоні нагріву досягла приблизно 400°C, і можна приступати до процедури рихтування.

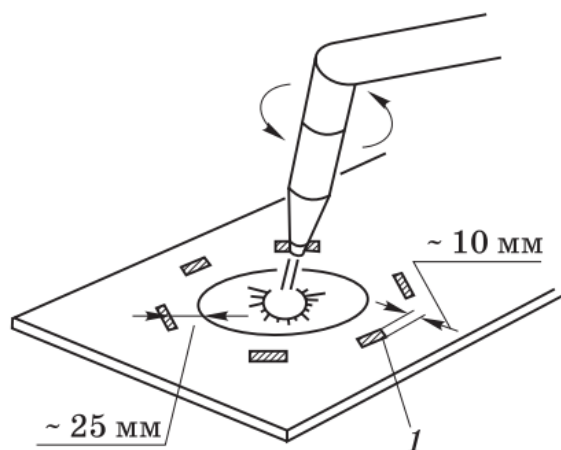


Рис. 2.11. Визначення зони нагріву за допомогою термоіндикаторного маркера.

Додатково варто звертати увагу на рівномірність розподілу тепла, щоб забезпечити якісний результат роботи і зберегти структуру металу. Важливо також пам'ятати про безпеку під час роботи з вогнем і високими температурами.

Після видалення вм'ятин на металевій поверхні, особливо на сталевому листі, часто потрібна додаткова обробка для надання їй ідеального вигляду. Для сталі це може бути паяння, що допомагає вирівняти поверхню та зміцнити її. Однак алюмінієвий лист має інші властивості, через що паяння не є найкращим рішенням для нього. В цьому випадку ефективнішим методом є шпаклювання, яке дозволяє добитися гладкої та ідеально рівної поверхні. Тому, вибираючи метод обробки, важливо враховувати тип металу та його характеристики.

Перед тим, як розпочати процес шпаклювання, важливо підготувати поверхню, забезпечуючи її чистоту та гладкість. Для цього спочатку треба віддалити будь-які залишки старого покриття або лаку. Використовуючи грубий наждачний папір (P80), слід ретельно відшліфувати пошкоджену ділянку. Після цього, для отримання більш гладкої поверхні, можна використовувати більш тонкий наждачний папір. Наступним кроком буде очищення від пилу за допомогою бензинової ганчірки. Адже чиста і безпильна поверхня - запорука якісного шпаклювання. Після очищення рекомендується додатково висушити оброблену ділянку, використовуючи інфрачервоне випромінювання. На завершення процесу підготовки, нанесіть спеціальну ґрунтовку, яка забезпечить краще зчеплення між шпаклівкою та металевією поверхнею.

При відновленні пошкоджених ділянок кузова, виготовленого з алюмінієвих сплавів, важливо дотримуватися специфіки цього матеріалу. Використання рихтувального молотка із насічкою може призвести до додаткового пошкодження алюмінію у вигляді тріщин. Тому рекомендується користуватися спеціалізованими інструментами для алюмінієвих сплавів. Крім того, важливо уникати контакту алюмінієвої поверхні з сталевими частинками, які можуть залишитися від інструментів, використовуваних для роботи зі сталлю. Такі частинки можуть стати причиною розвитку корозійних процесів на алюмінієвій поверхні.

Під час обробки алюмінієвих поверхонь важливо дотримуватися обережності, щоб уникнути їх перегрівання. Використання шліфувальних машинок зі зниженою швидкістю дозволить зберегти структуру металу без засмічення абразивного диска. Невірні швидкості може призвести до появи небажаних надрізів та вм'ятин на оброблюваній поверхні. Також, при обробці алюмінієвих деталей дротяною щіткою, слід обирати моделі з нержавіючої сталі, щоб уникнути корозійних взаємодій між металами.

2.8 Основні розміри кузовного модуля

процесі відновлення кузова автомобіля надзвичайно важливим є дотримання його геометричних параметрів (див. рис. 2.12). Ці параметри можна знайти у технічній документації автомобіля, на контрольних листах для різних моделей авто, а також у базах даних сучасних стендів для контролю і корекції кузовів. Виробники автомобілів зазначають не тільки загальні дані щодо кріплення агрегатів, але й контрольні розміри кузова, зокрема розміри отворів (див. рис. 2.13) та відносне розташування ключових деталей кузова (див. рис. 2.14).

Для оцінки якості виконаного ремонту важливо перевірити рівномірність зазорів між лицьовими панелями кузова, вимірюючи їх лінійкою або штангенциркулем. Потрібно слідкувати за рівномірністю зазорів по лініях з'єднання рухомих та нерухомих лицьових деталей кузова. Двері автомобіля, кришка багажника та капот повинні надійно закриватися, легко відкриватися та бути добре встановлені на своїх місцях. Розбіжність у лініях штампування дверей і крил на одній стороні має бути в межах ± 2 мм. Виступ рухомих лицьових панелей відносно нерухомих поверхонь має бути мінімальним і не перевищувати 3 мм.

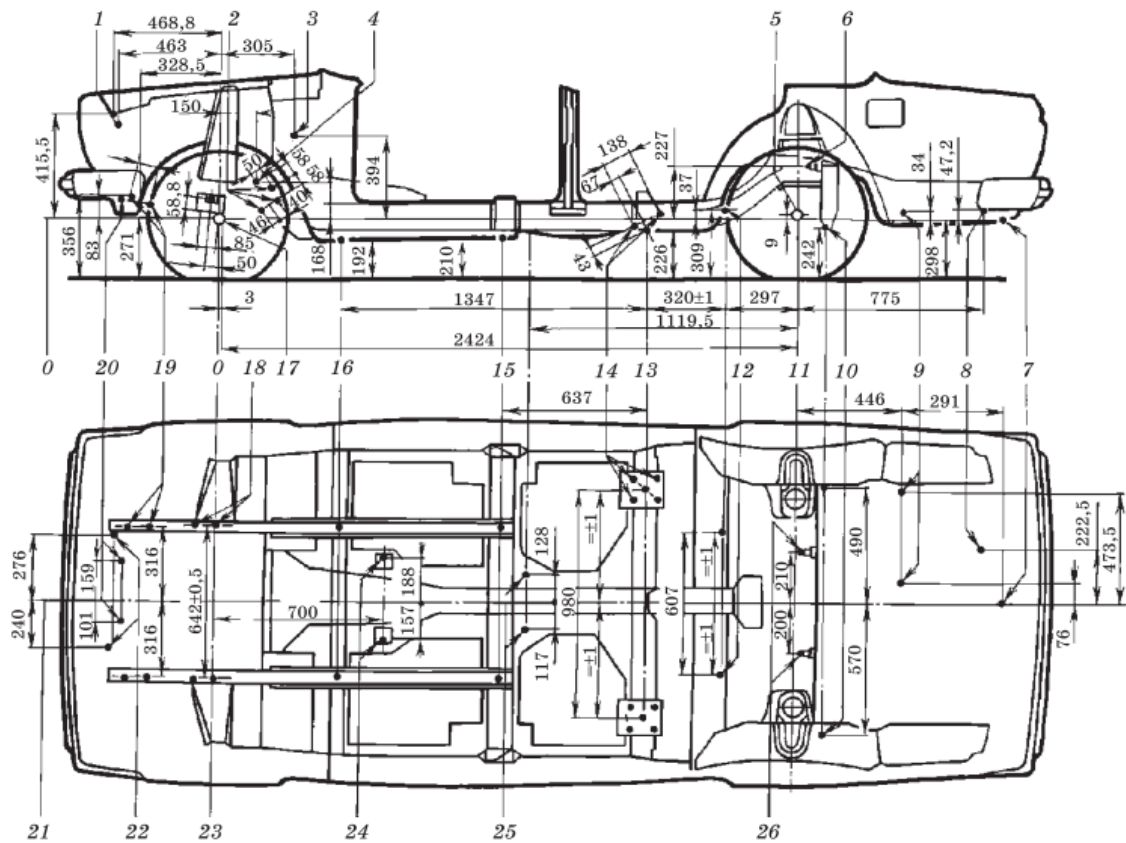


Рис. 2.12. Ключові мірки для визначення положення монтажних пунктів

компонентів:

0 - базова лінія; 1 - верхнє кріплення радіатора; 2 – кріплення картера кермового механізму та маятникового важеля; 3 - вісь педалей гальма та зчеплення; 4 - центр кермового механізму; 5 - центр колеса; 6 - кріплення амортизаторів задньої підвіски; 7 - центр заднього технологічного отвору центрального підсилювача підлоги багажника; 8 - заднє кріплення глушника випуску газів; 9 - переднє кріплення глушника; 10 - кріплення поперечної штанги задньої підвіски; 11 – вісь задніх коліс; 12 - вісь болтів кріплення верхніх поздовжніх штанг задньої підвіски; 13 - вісь болтів кріплення нижніх поздовжніх штанг до кронштейнів кузова; 14 - кріплення кронштейнів нижніх поздовжніх штанг; 15 - центр заднього технологічного отвору переднього лонжерона підлоги; 16 - центральний технологічний отвір переднього лонжерона підлоги; 17 - центр колеса; 18 - точки кріплення поперечини передньої підвіски; 19 - кріплення стабілізатора поперечної стійкості; 20 - нижнє кріплення радіатора; 21 - вісь автомобіля; 22 - верхнє кріплення радіатора; 23 - вісь передніх коліс; 24 – кріплення задньої підвіски двигуна; 25 - кріплення опори карданного валу; 26 - кріплення амортизаторів задньої підвіски.

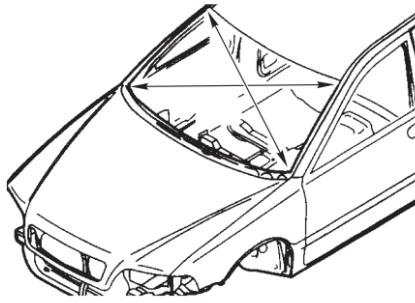


Рис. 2.13. Вимірювальні параметри отвору переднього вікна:

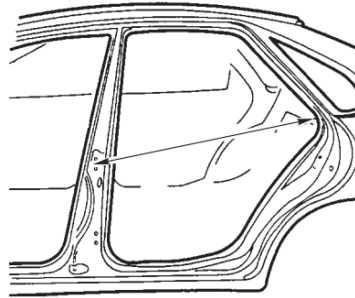


Рис. 2.14. Вимірювання для визначення положення бокових та задніх опорних елементів.

2.9 Відновлення геометрії кузова шляхом заміни елементів кузова за допомогою моделювання конструкції

На рис. 2.15 представлені усі конфігураційні блоки, розроблені для даної моделі. Зверніть увагу на те, що нижній модуль характеризується широкими бортами, у той час як боковий модуль містив численні лазерні з'єднання в стандартній версії, тому при його проектуванні особливий акцент було зроблено на якість бортів.

Як приклад, усі приєднувачі, особливо у варіантах 3Д, були об'єднані для створення профілю кожного дверного отвору (див. рис. 2.16). Цей процес виявився досить вимогливим, адже для формування контурів передніх та задніх дверей було необхідно адаптувати вісім компонентів, що спільно формують рамку дверного отвору. Більше того, конфігураційні блоки не могли бути створені як неперервні структури. Тому кінцеві частини були максимально наближені одна до одної для відсутності прогалів та невідповідностей, а референційні позначки на краях розміщувалися у відповідності одна до одної.

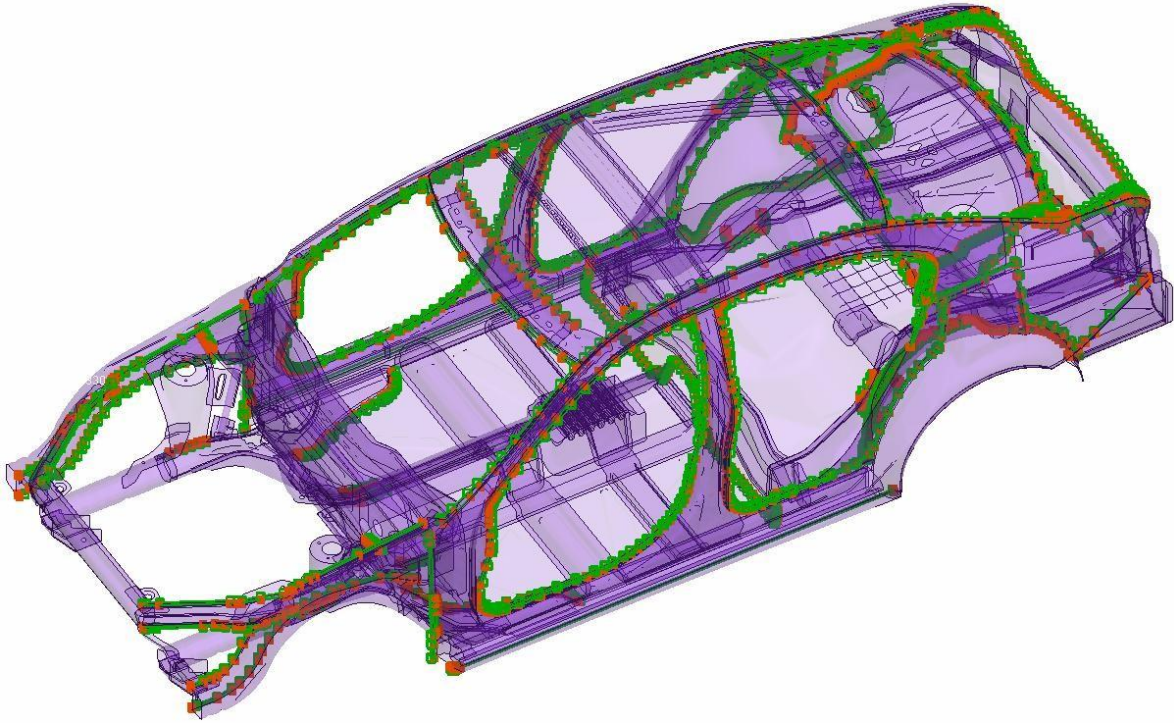


Рис. 2.15. Модулі трансформації, розроблені для оптимізації точково зварюваної конструкції.

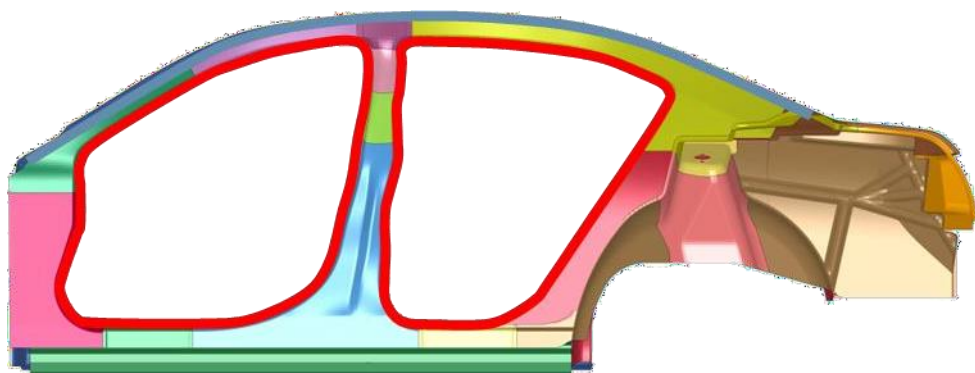


Рис. 2.16. Вхідні отвори дверей (червоні) потребували модифікації для обох моделей.

З усіх змін, що були зроблені у структурі, тепер можна визначити вагу кузова, зібраного виключно точковим зварюванням. Оскільки модель містила всю відповідну інформацію, таку як товщина та дані про матеріал, вагу можна було одразу визначити для кожної частини окремо або загалом.

Як вже зазначалося, модель для аналізу ваги була створена за допомогою передпроцесора ANSA. Тому ця модель могла бути використана майже відразу для проведення аналізу шуму, вібрації та жорсткості (NVH). Єдине, що потребувало оновлення, - це технологія з'єднання. Як було зазначено, вся первісна точкова зварна модель була перетворена на точки з'єднання. Потім проводився перевірка на повноту та на належність обраних деталей до

з'єднання. В результаті всі точки з'єднання були втілені у з'єднання точкового зварювання (див. Рис. 2.17). Цифра 3 вказує на тип. На відміну від 2, центральний вузол залежить від зовнішніх вузлів. Крім того, 3 не розподіляє силу рівномірно між незалежними зовнішніми вузлами, як це роблять елементи 2, але розподіл визначається відстанню від відповідного зовнішнього вузла до центрального. З кожного боку гексаєдра є чотири таких павуки 3, які з'єднуються із чотирма кутами своїм центральним вузлом. Зовнішні вузли павуків у кожному випадку приєднані до сітки деталей для з'єднання. Весь з'єднання також називають моделлю зони з'єднання 2.

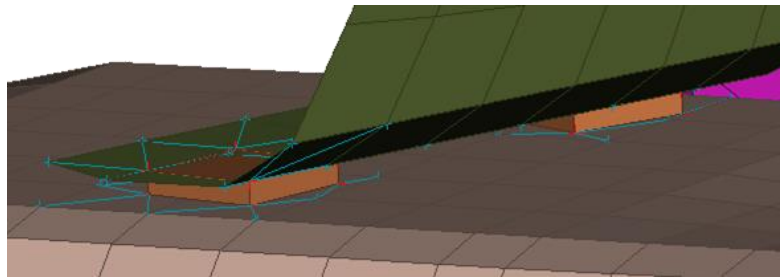


Рис. 2.17. З'єднувальний елемент.

Деякі з'єднання не вдалося реалізувати. Частково це було спричинено тим, що точки з'єднання розташовувалися не на відповідних позиціях після модифікації відповідного фланця. У такому випадку проблему можна було вирішити, пересуваючи точку з'єднання у відповідному напрямку. Іншою причиною невдалої реалізації було перетинання сіток. Оскільки перетини, як правило, не впливають на розрахунки або аналіз ваги, до них не приділялося особливої уваги до цього моменту. Однак створення будь-якого з'єднання безпосередньо на місці перетину, звісно, не є можливим. Тому, переміщуючи певні вузли зон сіток або застосовуючи операцію морфінгу до відповідних регіонів, всі перешкодні перетини було видалено.

Одним із таких було, наприклад, з'єднання балки, що підтримує дах, з напрямними рейками бічної структури. Кінці балки перетиналися з двома шарами бічної структури, як це показано на рисунку 2.18. Тому бокові кінці балки були модифіковані вгору, доки не з'явився малий зазор до частин бічної структури, де можна було розмістити зварювання.

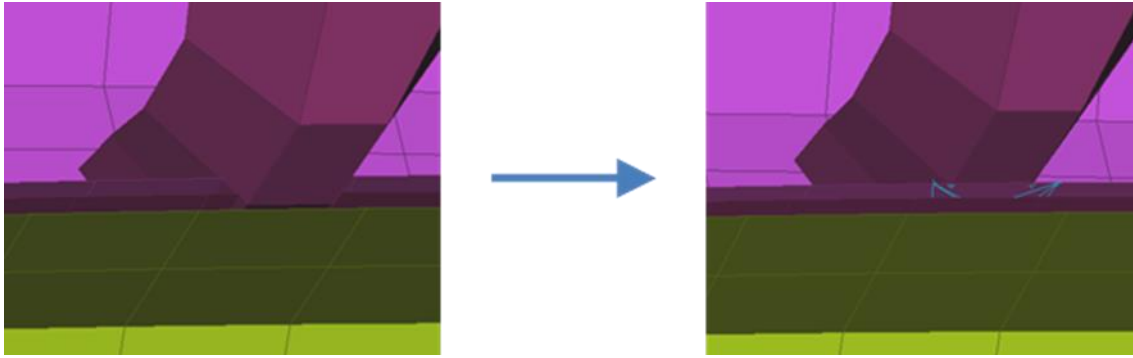


Рис. 2.18. Перетин балки на ділянці дахової рейки до (ліворуч) та після (праворуч) та коректного формування точкового зварювального з'єднання.

Врешті решт до конструкції додані деякі деталі, які фактично не належать до кузовної структури, але зазвичай вони враховуються при оцінці жорсткості кузова, оскільки вони істотно впливають на продуктивність. Переднє та заднє вітрові скла приклеєні, як це видно на рисунку 2.19. Крім того, передній та задній бампери зі стандартної моделі були прикріплені болтами до структури. Інші прикріплені болтами деталі, які не видно на ілюстрації, - це поперечний елемент тунелю заднього кінця та панель приладів. Це перетворює структуру на так звану основну структуру кузова; лише проміжні рами відсутні, хоча вони включені в деякі визначення основної структури кузова. На рисунку 2.19 також чітко видно правильно виконані зварювальні шви.

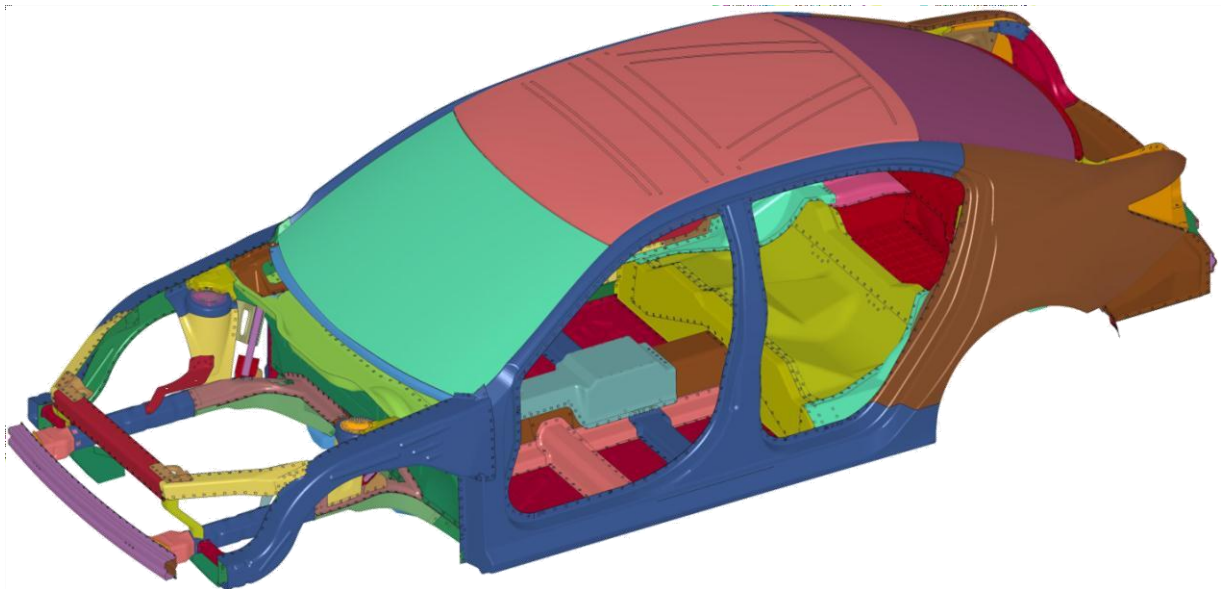


Рис. 2.19. Розрахункова модель кузова

Деталі, додані зі стандартної моделі, частково не мали з'єднань, які були відновлені завдяки встановленню елементів 2. Також лазерне лудження між

покрівельною панеллю та боковими карнизами було виконано за допомогою вручну встановлених 2.

Після всіх цих підготовчих робіт модель нарешті була готова до розрахунків. Жорсткість структури була оцінена на основі природних частот, а також статичної крутної і згинальної жорсткості кузова. Параметри розрахункового аналізу не встановлювалися, а за допомогою одного з інших відомих інструментів для передпроцесора та постпроцесора від. Для аналізу вільної частоти потрібно було лише визначити діапазон частот для вивчення власних мод, який було встановлено до 80 Гц. Розглядаючи моделі деформації різних розрахованих власних частот, можна було визначити боковий режим передньої частини, перший режим згинання та перший режим кручення і пізніше порівняти їх з моделями лазерного зварювання.

Статичні розрахунки потребували трохи більше зусиль для налаштування. Для крутної жорсткості до верхніх панелей всіх чотирьох амортизаторних веж були підключені 2-павуки. Центральні вузли павуків задніх амортизаторних веж просто підтримувалися, тобто всі або деякі трансляційні, але не обертальні ступені свободи були заблоковані. Для переду дві вертикальні сили протилежного напрямку застосовувалися до центральних вузлів. Для стабілізації кузова вузол прямо посередині переднього бампера при $y = 0$ було заблоковано для вертикального руху. Створюючи статично визначене кріплення, у-зміщення однієї задньої амортизаторної вежі не було заблоковано. Обчислене зміщення у центральних вузлах передньої амортизаторної вежі та відстань між двома центральними вузлами використовувалися для розрахунку кута кручення. Порівнюючи цей кут з прикладеними силами, можна було визначити жорсткість у кNm/градус.

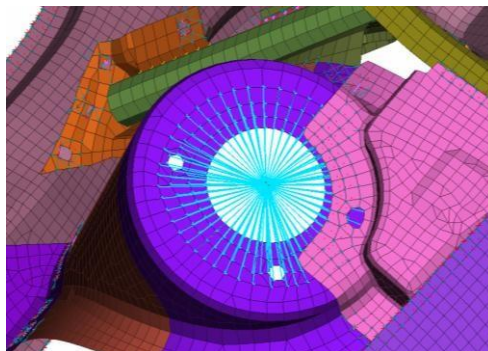


Рис. 2.20. Павук RBE2, підключений до передньої лівої вежі амортизатора.

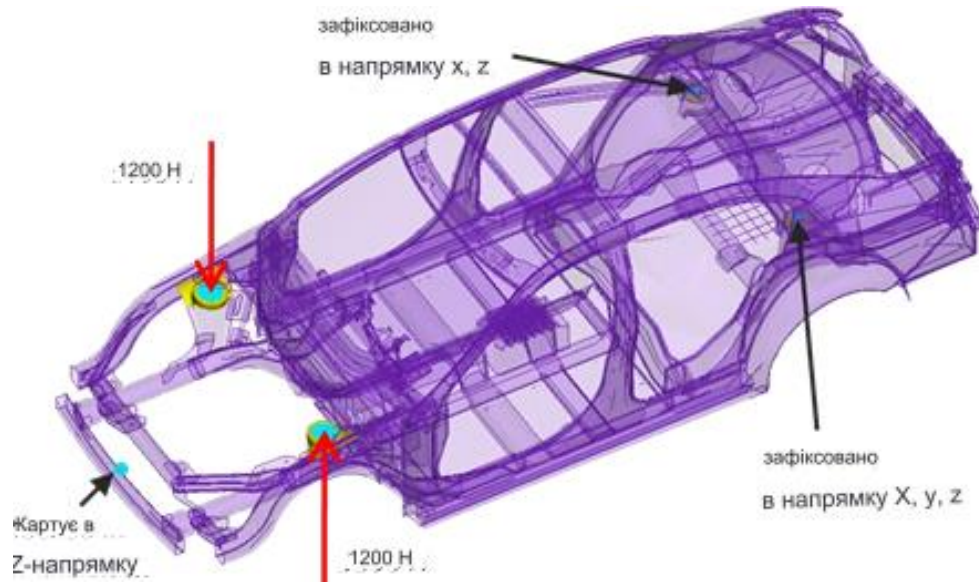


Рис. 2.21. Налаштування для визначення статичної крутної жорсткості.

Для вимірювання згинної жорсткості всі центральні вузли павуків на амортизаційних баштах були просто або вільно підтримувані. В центральних точках чотирьох сидінь застосовувалися вертикальні сили. За допомогою жорстких стрижнів ці сили передавалися до підтримок передніх сидінь та точок передачі навантаження задніх сидінь, розподіляючи вагу чотирьох пасажирів у найгіршому випадку на чотири точки, див. рисунок 2.22. Для застосування сил до структури знову було створено павуків на основі елементів RBE2 (не показано). Порівняння максимального вигину, знайденого на боковому брусі, з силами дало згинну жорсткість у кН/мм. Тому, окрім власних частот, для порівняння було доступно дві характеристики зі статичних даних.

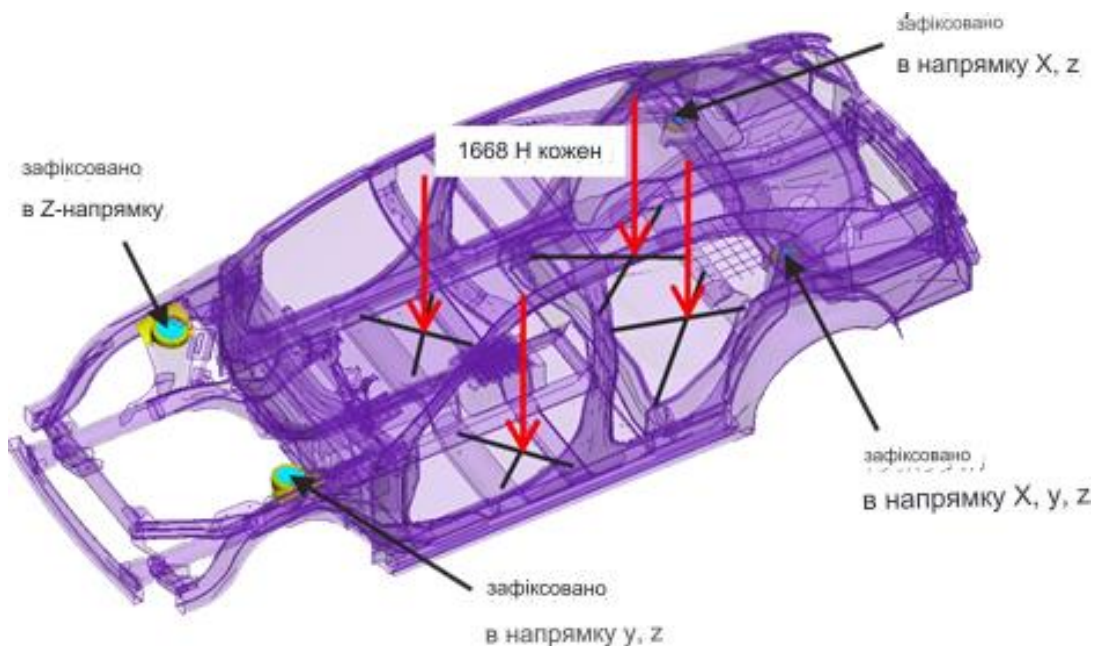


Рис. 2.22. Конфігурація для визначення згинної жорсткості.

Оскільки базова структура кузова проекту містила не тільки точкові, але й лазерні зварювання, потрібно було врахувати невеликі зміни геометрії, щоб дозволити з'єднання за допомогою точкового зварювання майже на всій структурі кузова. Це переважно стосувалося бічної структури, де для базової моделі використовувалося багато лазерного зварювання. Ці зміни фактично не були впроваджені в моделі, а лише аналізувалися щодо їхньої доцільності. Враховувалося, що модифікації були незначними і можна було б адаптувати їх без значного впливу на вартість. Також розглядалася можливість знайти послідовність складання, яка потребувала б найменшої кількості змін порівняно з базовою моделлю. Основною умовою було те, що не потрібно було б вносити зміни в геометрію, які слід було б врахувати при розрахунку витрат.

Одна з конфігурацій з'єднань, яка вимагала деяких конструктивних змін для точкового зварювання, була зона порога. Оскільки порогова панель була розроблена як прокатаний, закритий профіль, вона була ідеальною для лазерного зварювання. Переводячи структуру на точкове зварювання, в профіль потрібно було б додати ще два фланця (зелений), щоб розмістити основну підлогову панель (синій) та внутрішню панель стовпців або кришку порога (сірий), як показано на рисунку 2.23. Оскільки профіль залишався б закритим, були б створені зварні шви з трьох частин. Зовнішня бічна панель (жовтий) могла б бути приєднана за допомогою адгезивного склеювання та одностороннього точкового зварювання. Обидва цих технологічних рішення не демонструють такої високої міцності на розтяг, як звичайне точкове зварювання. Але з'єднання до зовнішньої панелі також несло менше навантажень, оскільки традиційно зовнішня панель має менше конструктивного значення, ніж інші деталі, розглянуті тут.

Внесені модифікації до фланця основного підлогового покриття були самофінансовані, а ті, що були зроблені в секції порога, були незначними з погляду витрат. Тому припускалося, що перетворення цієї зони на точкове зварювання без значних зусиль є доцільним, і увага була зосереджена на наступному лазерному зварному з'єднанні. Як уже сказано, жодні зміни не були зображені в жодній CAE-моделі. Отже, також не аналізувалися зміни ваги, зумовлені вимогами виробництва. Для обраного прикладу були б додаткові

переваги за вагою для лазерної зварної конструкції завдяки доданим фланцям. Але враховувати такі аспекти було б за межами цього дослідження. Подальше дотримання цього підходу призвело б до перепроєктування всієї конструкції.

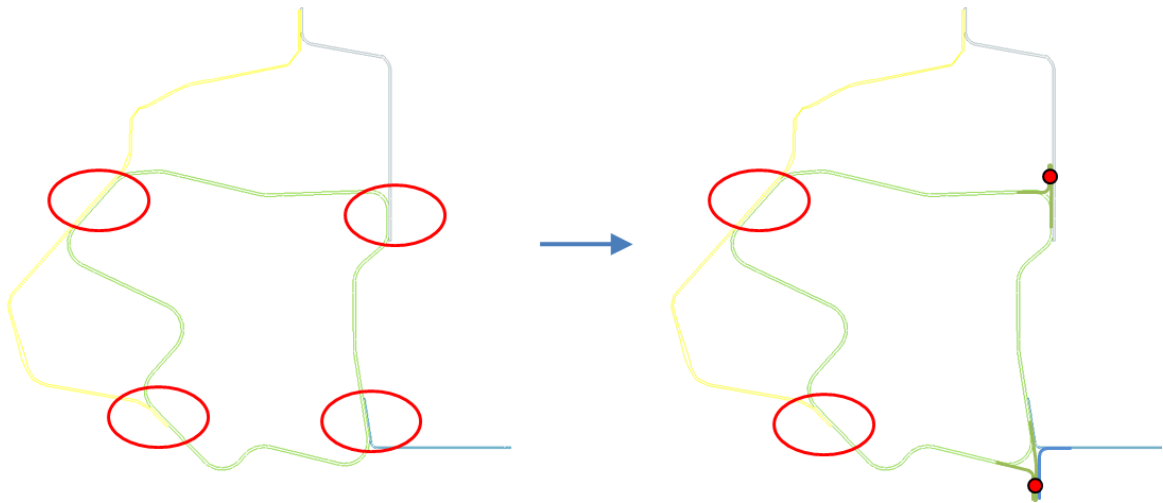


Рис. 2.23. Переріз зони порога, при якому лазерні зварні шви (червоні кільця на лівому зображенні) перетворюються на точкові зварні з'єднання.

Розглядаючи всі такі з'єднання, було розроблено дерево зборки, що показує, які частини будуть приєднуватися або складати яку збірку на якій станції. Через складність управління деревом зборки не можна показати в цьому звіті, але його детально пояснено на наступних сторінках, починаючи з передньої частини нижньої конструкції. Першою підзбіркою, яку обговорюємо, є підзбірка підсилювача панелі приладів, показана на рис. 2.24. Після завантаження деталей на геометричну станцію вони зажимаються з дуже вузькими допусками, щоб гарантувати відповідність збірки вимогам якості. Потім створюється кілька точкових зварних швів, щоб зберегти це точно визначене положення деталей одне відносно іншого. Цей крок називається гео-зварюванням і містить 22 точкові зварні шви для показаної підзбірки. Тому деталі видаляються з геометричної станції для кращого доступу, і решта призначених точкових зварних швів розміщується. Ця операція називається перезварюванням. Іноді перезварювання проводиться на окремих станціях, тому що робот може змінити своє положення, тримаючи деталь. Для підсилювача приладів було застосовано 30 перезварювань у трьох етапах.

Кількість точкових зварних швів, необхідних для з'єднання збірки, визначається вимогами до дизайну. Однак розподіл цих точкових зварних швів

на зварювання та перезварювання повністю залежить від виробничої зручності. Також кількість станцій є виробничим критерієм. Цикловий час для кожної окремої станції для цієї збірки був визначений як 55 секунд. Зайве говорити, що кількість станцій слід зберігати якнайнижчою, забезпечуючи при цьому, що зварювальний пістолет може досягти кожного місця точкового зварювання на певному етапі та здатний зварювати необхідну кількість точок протягом циклового часу. Таким чином, визначення станцій зварювання та перезварювання вже встановлює основні вимоги до компоновання збірки. Саме тому ця інформація надається для кожної частини дерева збірки, яка обговорюється в цьому розділі.

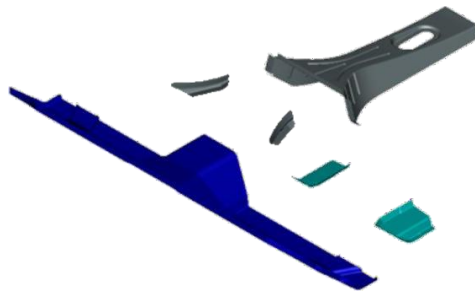


Рис. 2.24. Підсилувачна підзбірка панелі приладів для структури з точковими зварними швами.

Обговорюючи точкові зварювання в цьому розділі, ми зазвичай маємо на увазі 2Т зварки. Якщо застосовувались 3Т зварки, це явно вказано. Зазначена кількість точок стосується відображених деталей, тобто якщо з симетричних частин показана лише одна сторона, дані про кількість точкових зварювань також вказують лише на кількість для цієї однієї сторони підзбірки.

Рисунок 2.25. показує підзбірку приладової панелі. На цю підзбірку нанесено 24 геозварювання та 18 додаткових точок зварювання. Всього вісім з цих зварних швів виконано на трьох товщинах. Підзбірка капота, показана на рисунку 2.26, виготовляється у два етапи. Спочатку верхній капот та дві петлі капота зварюються 22 точками у станції геометрії. Додаткове зварювання включає 6 точкових зварювань. Потім нижній та внутрішній капоти зварюються з 22 геозварюваннями та шістьма додатковими точками. Нарешті, дві створені підзбірки об'єднуються за допомогою 21 геозварки та 8 додаткових точок зварювання.

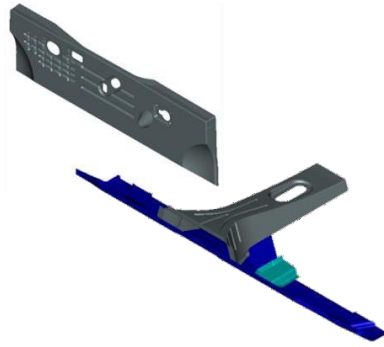


Рис. 2.25. Компонент приладової панелі конструкції з точковим зварюванням.



Рис. 2.26. Підвузол панелі капота конструкції з точковим зварюванням.

Таким чином, панель капота та підвузли панелі приладів з'єднані з підвузлом приладів за допомогою 22 геозварних швів. Після цього встановлюються 9 дві товщини (2Т) і 2 повторних точкових шва 3Т у першому прогоні та 9 у другому прогоні.

Зовнішню підвузол передньої рейки збирали в п'ять етапів. Спочатку верхня частина передньої рейки та верхнє кріплення двигуна (дві нижні зелені частини в правій половині рисунка 2.27) були зварені по 8 геоточок і повторних точок кожна. Потім ударна вежа (сірий) і посилення ударної вежі (зелений) були з'єднані 8 геоточками та двома сходинками з 13 і 8 повторних точок. Ці дві підгрупи були з'єднані знову ж таки 8 географічними точками та 10 повторними точками, щоб створити верхню підвузол передньої рейки. Нижня частина зовнішньої частини передньої рейки була створена шляхом з'єднання нижньої передньої рейки (синя) та нижньої передньої рейки до коромисла (бронза) лише за допомогою 10 зварних швів. Зрештою дві групи були зібрані за допомогою 24 геозварних швів, 12 повторних точкових швів і знову 6 повторних точкових швів. На противагу цьому внутрішня частина передньої рейки може бути з'єднана в один вузол. Це було зроблено за допомогою 20

геозварних швів і 2 повторних точкових швів. Зовнішню та внутрішню рейки було з'єднано за допомогою 22 геоточкових зварних швів.



Рис. 2.27. Внутрішня (ліворуч) і зовнішня (праворуч) передня рейка конструкції зварної конструкції

Для рушниць були потрібні дві внутрішні ступені. До групи, показаної на рис. 2.28 ліворуч, приєдналися 12 геозварних швів і 10 повторних плям. Дві частини справа були з'єднані 12 геоточковими зварними швами та 6 повторними точковими швами. Остаточна збірка була створена за допомогою 14 геозварних швів і 6 повторних точок. Щоб з'єднати передню планку та внутрішню рушницю, знадобилося 24 геозварних шва та 8 повторних точок.



Рис. 2.28. Внутрішня підзбірка рушничного механізму для структури з точковим зварюванням.

Підтримка радіатора з'єднувалася за допомогою 92 точкових зварних швів 2Т та 8 зварних швів 3Т. Нижня частина, яка видна справа на Рисунку 2.29, виготовлялася за допомогою 14 початкових зварних швів, тоді як верхня частина вимагала лише 6. Їх з'єднання виконувалося за допомогою 32 початкових зварних швів, 48 подальших зварних швів у першій фазі та вказаних 3Т швів у другій фазі.

На цьому етапі передню частину нижньої конструкції можна було повністю зібрати. Для цього потрібно було 36 початкових зварювань, двічі 48 додаткових зварювань та, в кінцевому підсумку, 37 зварювань на двох шарах та

4 зварювання на трьох шарах, що в сумі становить 169 зварних з'єднань на двох шарах та 4 зварних з'єднання на трьох шарах.

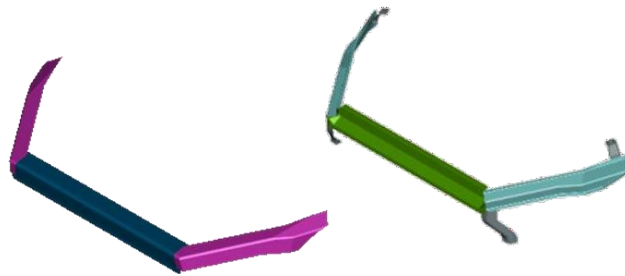


Рис. 2.29. Верхні (зліва) та нижні (справа) підтримки радіатора у звареній конструкції.

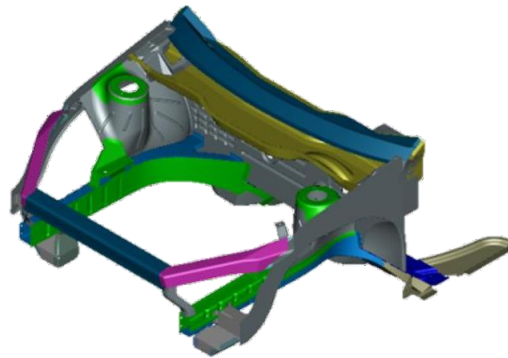


Рис. 2.30. Зібрана передня частина нижньої конструкції з використанням точкового зварювання.

Зібрана передня підлога була створена з двох підгруп. Спочатку з'єднували тунель (темно-синій на рис. 2.31), поперечні елементи сидінь спереду (темно-коричневі) та поперечні елементи тунелю (зелені). Зварювання за геометрією для цього включало в себе 16 точкових зварювань, перший перевар - 10, а другий - 20 зварювань. На наступній станції інші частини були додані з допомогою геометричного та перезварювання, використовуючи ще 200 точкових зварювань.

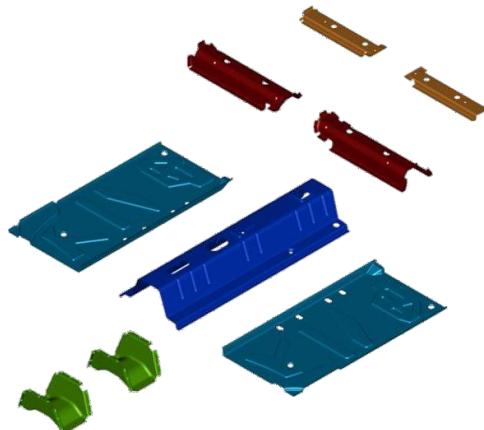


Рис. 2.31. Підборка передньої підлоги з точковим зварюванням.

Для зборки задньої направляючої спершу була з'єднана її нижня частина, яка включала в себе десять деталей, зображених у нижній частині рисунка 2.32. Це була основна нижня направляюча, її розширення до порога та пластина жорсткості, а також кріплення підвіски задньої направляючої. З'єднання було здійснено за допомогою 20 геометричних точок зварювання та 7 додаткових точок для кожної направляючої. Верхній відсік направляючої, що містить сірі та бірюзові деталі, був з'єднаний 8 геометричними точками зварювання та 8 додатковими точками зварювання для кожного боку, включаючи одну опору сидіння з кожного боку.



Рис. 2.32. Задня направляюча підсекція конструкції, з'єднана точковим зварюванням.

Переходячи до зони підлоги, задній вантажний відсік (частина бронзового кольору на Рисунку 2.33) та кріплення бензобака (темно-коричневі) були з'єднані за допомогою 8 геометричних зварювань та 8 додаткових точок. Задній сидінний панель (оливкового кольору) було з'єднано з водоспадною панеллю (коричнева частина ліворуч) та заднім кріпленням тунелю (рожевий) за допомогою 18 геометричних зварювань та 13 додаткових точок. Перед тим, як прикріплювати ці підсекції підлоги до направляючих, обидві нижні направляючі були об'єднані перехресним елементом за допомогою 10 геометричних зварювань та 8 додаткових точок.

Отже, спочатку підсекція вантажного відсіку була з'єднана з основною направляючою за допомогою 18 геометричних зварювань та двічі по 11 додаткових точок в двох різних конфігураціях затискачів. Потім була приєднана задня секція сидіння, з'єднуючись за допомогою 18 геометричних зварювань та 10 додаткових точок. П'ять частин, що складають підсекцію

внутрішньої частини колісної арки, показані на Рисунку 2.34, були з'єднані за допомогою 18 геометричних зварювань, 3 звичайних та 3 трьохшарових додаткових точок зварювання.



Рис. 2.33. Деталі для монтажу до задньої частини підлоги.



Рис.2.34. Внутрішня підборка колісної арки зі структури, з'єднаної точковими зварюваннями.

Останній етап, що належить до підборки заднього підлогового покриття, представлений у рисунку 2.35. як підборка задньої панелі. Деталі з'єднані 10 точковими зварюваннями для геометрії та три етапи додаткового зварювання: двічі по 20 та один раз 13 точкових зварювань.

Для створення підборки заднього підлогового покриття, яка показана на рисунку 2.36, спочатку з'єднувалися секція підлоги, задня панель, внутрішній крило та додатковий поперечний елемент під заднім сидінням (синій колір). Зварювання за геометрією для цієї операції включало 38 двошарових і 2 трьохшарових точкових зварювань. Додаткове зварювання виконувалося у два етапи, з 44 та 43 точковими зварюваннями. Додавши верхню частину, нарешті

стало можливим застосувати всі 3Т зварювання, які супроводжували задню рейку. Ця послідовність вимагала 20 2Т і 3Т точкових зварювань для зварювання за геометрією, 88 для першого етапу додаткового зварювання та 10 для другого етапу додаткового зварювання.

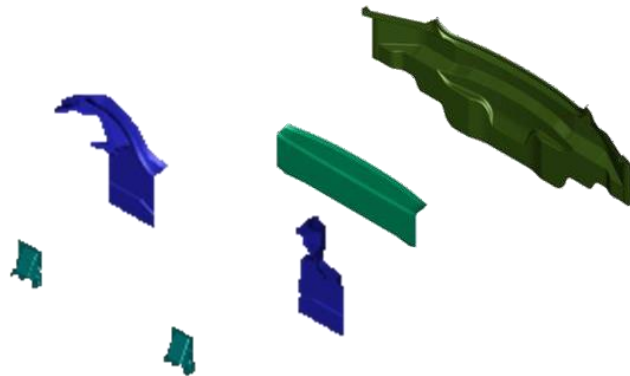


Рис.2.35. Підборка задньої панелі з точковим зварюванням.

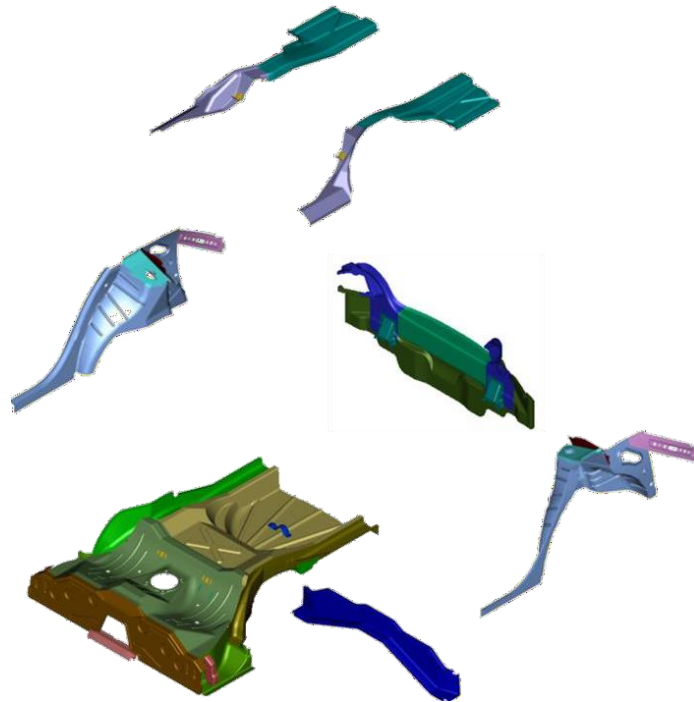


Рис. 2.36. Задня підлогова підсекція з точково звареної структури.

Для завершення нижньої частини кузова необхідно було зібрати передню структуру, передній підлоговий відсік та задній підлоговий відсік (див. Рисунок 2.37). Точкове зварювання виконувалося за допомогою 20 зварювальних точок, після чого складання передавалося на буферний станцію. Потім слідували два станції для точкового зварювання, де було застосовано 52 та 53 точкові зварювання. Після іншого буфера на станції моніторингу перевірялося 20 контрольних точок на складанні, перш ніж він був переданий на наступний станції складання.

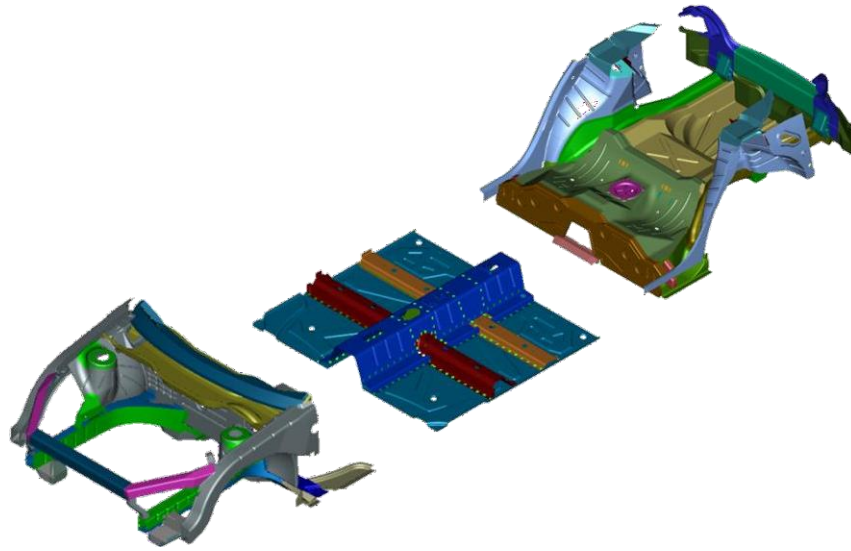


Рис. 2.37. Збірка нижнього корпусу (рама 1) з точково звареної структури.

Відповідно до специфікації, до нижньої структури також належала інша підсбірка, хоча вона в той час не була фізично з'єднана з рештою. Піддон складається з трьох частин, представлених на Рисунку 2.38. Вони з'єднані за допомогою 10 гео-точкових зварювань та трьох етапів післязварювань: два рази по 35 та один раз по 8 точок.

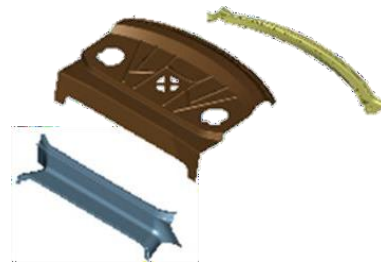


Рис. 2.38. Піддон підсбірки в структурі з точковими зварюваннями.

Паралельно нижній конструкції складалася бічна структура. Зовнішню підсбірку бічної частини кузова показано на рисунку 2.39. Її збирали за допомогою 30 геозварювань та двох операцій повторного зварювання - 12 та 44 точкових зварки відповідно.

Інші підсбірки бічної структури, на жаль, не були детально сплановані на момент створення цього звіту. Далі буде надано лише загальний огляд підсбірок. Рисунок 2.40. показує зовнішню підсбірку колісної арки, яка була створена за допомогою 27 2Т точкових зварювань з кожного боку.

Підсбірка підсилювача бічної частини кузова, показана на рисунку 2.41, була з'єднана за допомогою 13 точкових зварювань. На рисунку 2.42 нижче зображена внутрішня підсбірка бічної частини кузова, для з'єднання якої потрібно було 66 точкових зварювань. Деякі з цих зварювань були 3Т

з'єднаннями, оскільки внутрішній стовпець В, передній кожух порога та внутрішня панель стовпця А з'єднувалися з вальцьованими фланцями порога, про які йшлося вище.

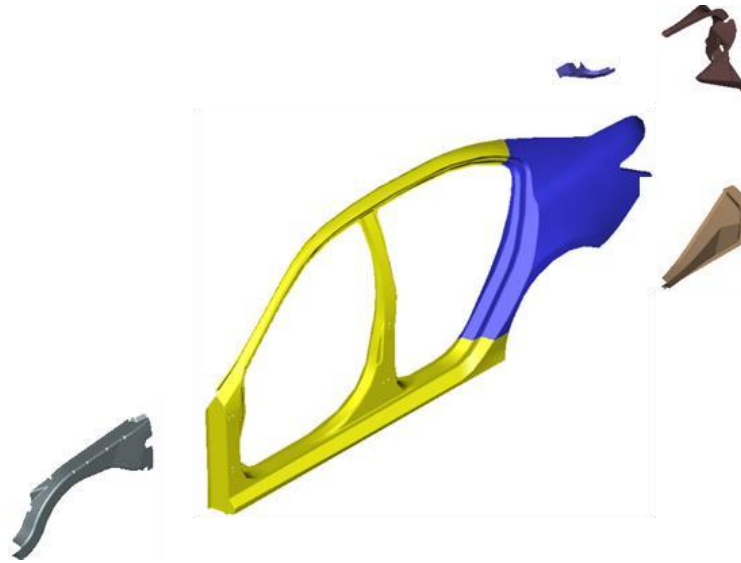


Рис. 2.39. Зовнішня підбірка бічної частини кузова з точковою зваркою.



Рис. 2.40. Зовнішня підбірка колісної арки зі структури, з'єднаної точковим зварюванням.

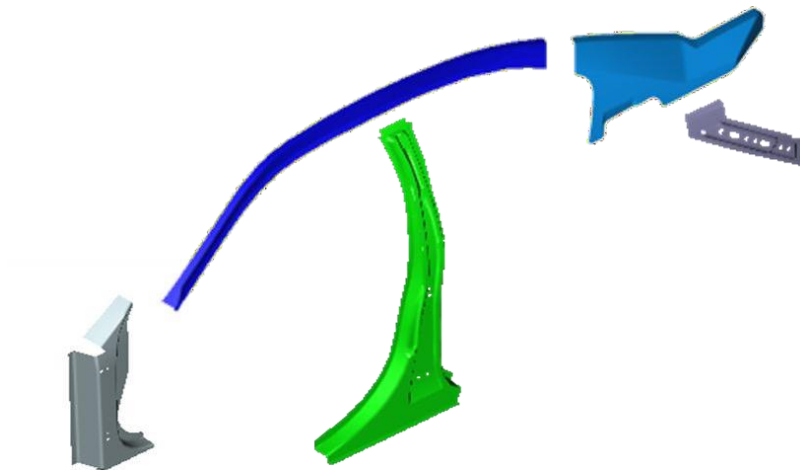


Рис. 2.41. Підбірка підсилювача бічної частини кузова з точковим зварюванням.



Рис. 2.42. Внутрішня підсбірка внутрішньої бічної частини кузова з точковим зварюванням.

Об'єднання зовнішньої частини колісної арки, підсилювача бічної частини та внутрішньої підсбірки бічної частини вимагало 167 точкових зварювань з кожного боку. Також тут довелося застосовувати МАG-зварювання довжиною близько 715 мм, оскільки не було іншого способу закріпити підсилювачі стійок А і В до закритого профілю порога. Передній фланець стійки А насправді мав бути зварений тільки трьома шарами в одній зі станцій рами, включаючи зовнішню частину бічної панелі. Проте через проблеми з доступом частина фланця, яка прихована під зовнішньою частиною кузова, була вже зварена двома шарами у цій підсбірці. Маючи внутрішні та зовнішні підсбірки бічної частини, які приєднуються до конструкції на різних станціях рами, бічна конструкція була завершена.

Будучи найменшою підсбіркою, верхня структура включала лише дві підсбірки, крім панелі даху, яка була додана до конструкції на останньому стенді рами. Центральна частина даху, яка зображена праворуч на Рисунку 2.43, була з'єднана 8 точковими зварюваннями і перезварена двома точками. Решта деталей, які формують передню частину даху, були з'єднані 14 двошаровими та 4 трьохшаровими точковими зварюваннями, а також двічі по 10 післязварювань.

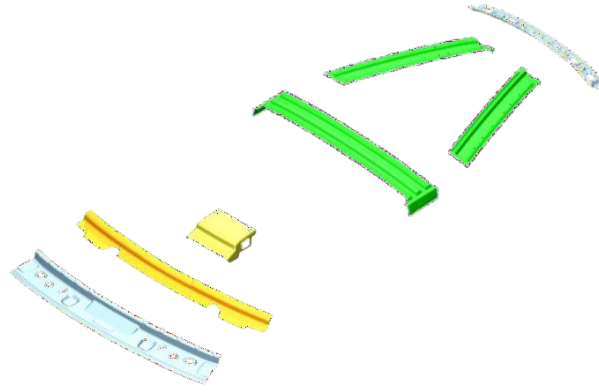


Рис. 2.43. Дві підбірки, що формують верхню структуру.

Після того, як всі підбірки були завершені, їх з'єднали на трьох монтажних ділянках. Починаючи з другої ділянки – перший монтаж став останнім етапом збірки нижньої частини – обидва внутрішні бічні елементи та верхню частину приєднали до нижньої структури. До прикріплення бічних підбірок до нижньої структури було нанесено клей у загальній довжині 7776 мм у областях колісної арки, порога та А-стійки. Така практика є типовою для зварених кузовних структур сьогодні і допомагає зміцнити ці ключові області, а також служить герметиком. Після додавання підбірки даху та вставки частин, показаних на рисунку 2.44, а також додаткового дуги даху, на наступній станції підбірка з'єднується 48 основними зварюваннями та 84 додатковими точками зварювання. Після буферної зони йде ще три ділянки з додатковим зварюванням, де наносяться двічі по 84 та один раз 48 точок зварювання. Після ще однієї буферної зони підбірка перевіряється в 20 місцях для контролю якості. На третій монтажній ділянці додаються зовнішні бічні підбірки та пакетний лоток, як показано на рисунку 2.45. Кількість клею, нанесена на задню колісну арку, поріг та частину А-стійки, приблизно така ж, як і на другому монтажнику. Підбірки кріпилися 42 основними зварюваннями. Усій монтажній процедурі потрібно 13 ділянок. Після того, як незавершена структура була піднята на станцію клеєвого з'єднання та пройшла головний етап зварювання, її спочатку помістили в буферну зону. Потім було дві додаткові ділянки зварювання, буферна зона, знову три додаткові ділянки зварювання, ще одна буферна зона та нарешті станція вимірювання. На цих ділянках з додатковим зварюванням було виконано в сумі 663 зварних точки. Завершальна станція вимірювань перевіряла 50 точок.

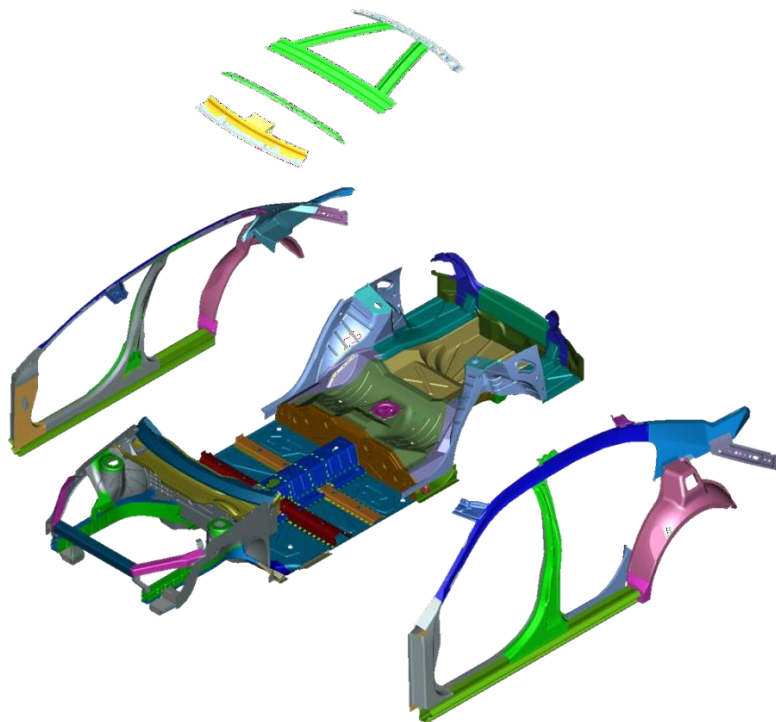


Рис. 2.44. Монтажна ділянка два для звареної точковою зваркою конструкції.

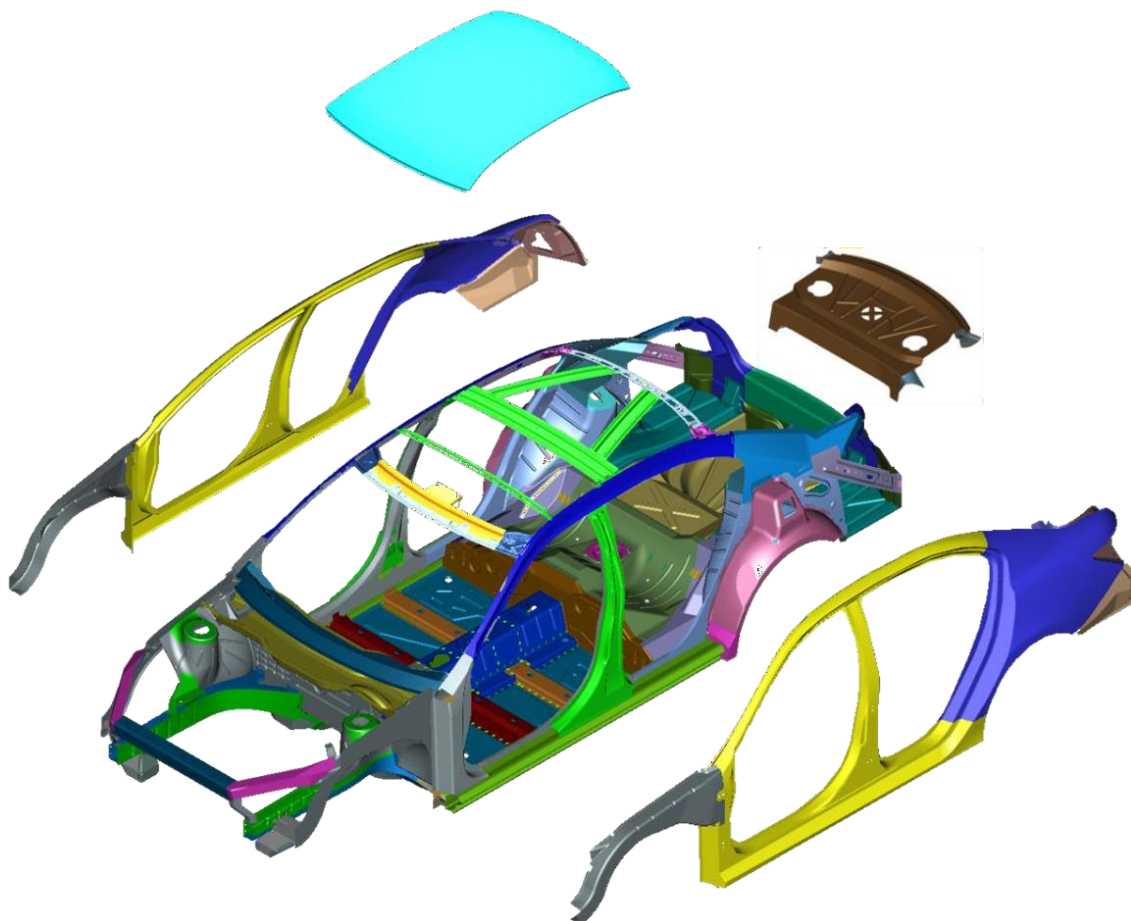


Рис. 2.45. Деталі, зібрані на монтажних ділянках три та чотири.

Станція монтажу номер чотири завершила складання кузова, додавши панель даху, що також видно з Рисунка 64. Спочатку наносили адгезив: приблизно 3000 мм до даху та 4474 мм до кузова, щоб пристосувати панель даху до її опорної структури. Після геозварювання з переднього та заднього

кінців, панель була лазерно паяна з боків до карнизу даху, створюючи два шви загальною довжиною 2822 мм. Здійснено повторне точкове зварювання на передньому та задньому кінцях із 46 зварювальних точок, а паяний шов було очищено. Після двох додаткових буферних станцій, розташованих між чотирма станціями контролю якості та завершальними роботами, кузовна конструкція була готова до переходу до покрасочного цеху.

Як було вказано на початку цього розділу, конфігурація геозварювання та повторного точкового зварювання, а також впливаюча з цього кількість станцій визначали основні вимоги до схеми збірки. Визначення дизайну цієї виробничої процедури надавало інформацію про те, скільки робіт, зварювальних гармат та ін. було потрібно. Від цього можна було розробити дизайн збірки та план виробництва.

3 КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ

3.1 Індукційні пристрої при ремонті кузова автомобіля

Індукційне обладнання для нагріву металів досі мало застосовується в автосервісі, і цю технологію можна вважати піонерською для автомобільних сервісних центрів.

Основна суть цього методу полягає у створенні магнітної індукції, завдяки якій метал швидко нагрівається до глибини близько 5 мм, буквально за долю секунди. Однією з ключових особливостей індукційного нагріву є його локальність: метал досягає оптимальної температури в межах 500-600 ° C, а не 1000-1500 ° C, як при використанні газового пальника. Така модерація температур дозволяє зберегти первісні хімічні та фізичні характеристики металу, недопускаючи його деформацій або пошкоджень. Враховуючи такі переваги, індукційні нагрівачі можуть стати незамінним інструментом в сфері автосервісу у майбутньому.

Індуктор ефективно взаємодіє з різними видами металів, включаючи алюміній. Цікавим є те, що він може нагрівати метал навіть через прослойки гуми чи пластикових деталей. Очевидно, що інтенсивність і площа нагріву прямо пропорційні потужності використовуваного індуктора. Таким чином, вибір правильної потужності інструменту відіграє ключову роль для досягнення бажаних результатів нагріву.

Використання індуктора в автомобільних сервісах відкриває нові можливості для спеціалістів:

Ефективне виправлення поверхневих вм'ятин, таких як ті, що виникли від ударів граду чи камінців, а також коригування деформованих металевих деталей.

Індуктор може використовуватись у комбінації з розтяжними пристроями та векторною гідравлічною системою для оптимального ремонту.

Він забезпечує швидкий нагрів окислених або заржавілих гайок та болтів, що є вкрай корисним під час ремонту старих підвісок або при роботі з вихлопними системами у місцях з обмеженим доступом.

Інструмент дозволяє локально нагрівати і формувати металеві труби, панелі та термоусадчиві матеріали.

Індуктивний нагрівач полегшує процес видалення приклеєних елементів авто, таких як лобове, бокове або заднє скло.

Допомагає в знятті приклеєних деталей, таких як спойлери або молдинги, при цьому зберігаючи їх цілісність для можливого подальшого використання.

Індуктор спрощує видалення захисних плівок, вінілових декоративних елементів та емблем з поверхні автомобіля, не залишаючи за собою пошкоджень на лакофарбовому покритті.

Індукційний нагрівач для рихтування (рис. 3.1) IHR04 від компанії Blackhawk – це передовий інструмент, який використовується у сфері автосервісу для ефективного та швидкого нагріву металевих деталей без пошкодження довколишніх матеріалів.



Рис.3.1. Функціональні компоненти приладу IHR04 Blackhawk.



Рис. 3.2. Етапи процесу роботи з приладом IHR04 Blackhawk.

Основні переваги індукційного нагрівача IHR04 від Blackhawk:

Швидкість і безпека: Завдяки магнітній індукції, нагрівач миттєво нагріває метал на велику глибину, дозволяючи швидко та ефективно виконувати роботи по рихтуванню.

Локальний нагрів. Відрізняється від традиційних методів, таких як газові пальники, тим, що нагріває метал до оптимальних 500-600 ° С, зберігаючи при цьому його структурні та хімічні властивості.

Всеобхватність. Індуктор працює з усіма видами металів, включаючи алюміній, і може нагрівати метал через шари гуми або пластику.

Зручність у використанні. Пристрій забезпечує нагрівання в складних або важкодоступних місцях, спрощуючи процес рихтування та інших ремонтних робіт.

Мобільність. Компактність та портативність пристрою дозволяють використовувати його в різних частинах автосервісу.

Застосування індукційного нагрівача IHR04 від Blackhawk спрощує багато процесів у автосервісі, зокрема, рихтування, виправлення вм'ятин, демонтаж клеєних деталей та ін. Це сучасний інструмент, який значно підвищує продуктивність та якість робіт.

На цьому зображенні представлені ключові особливості та відмінності приладу T-Hot Vox, розробленого спеціально для індукційного нагріву при рихтуванні.

Основні моменти, які можна виділити з рисунку:

Компактний дизайн. Прилад T-Hot Vox відрізняється портативністю та легкістю, що дозволяє швидко переміщувати його в межах автосервісу.

Інтуїтивний інтерфейс. Центральний пульт управління дозволяє легко вибирати режим роботи, а також відстежувати параметри нагріву.

Безпечність у використанні. Технологія індукційного нагріву в T-Hot Vox забезпечує контрольований розігрів без ризику перегріву.

Многофункціональність. Завдяки налаштуванням прилад може використовуватися для різноманітних завдань – від нагріву застарілих болтів до рихтування вм'ятин.

Економія часу. Швидкий і точний розігрів дозволяє скоротити час на виконання робіт і збільшити продуктивність автосервісу.

Рисунок 3.3. ілюструє, яким чином T-Hot Vox може оптимізувати роботу спеціалістів у сфері рихтування та авторемонту, вказуючи на його переваги та можливості використання.



а



б

Рис. 3.3. Прилад T - Hot Vox : а – загальний вигляд, б – приклад роботи

Використання індукційного випромінювання цього приладу цілеспрямовано зосереджено на розігріві металевої поверхні, при цьому залишаючи фарбовані або полімерні покриття недоторканими. Процес нагріву викликає термічне зменшення металу, що сприяє природному відновленню його первісної форми, особливо у зоні вм'ятин. Якщо результат не досягнуто відразу, рекомендується дозволити металу повністю охолонути перед наступним нагріванням, щоб уникнути перевантаження і можливих пошкоджень. Швидке охолодження може бути здійснено розпиленням води.

Ця індукційна технологія є беззаперечно безпечною для людей, за умови, що вони не мають металевих імплантатів або інших предметів у своєму організмі.

Цей інструмент може бути використаний для усунення різного роду пошкоджень кузова автомобіля, таких як:

- пошкодження від паркування;
- вм'ятини, що виникли в результаті градобою;
- пошкодження, отримані під час транспортування авто;
- вм'ятини, спричинені зовнішніми впливами;
- виправлення перерозтягнутого металу.

Переваги використання цього приладу включають:

- простоту і зручність використання;
- широкий спектр можливостей застосування на різних металевих поверхнях;
- відсутність необхідності в трудомісткому демонтажі деталей;
- здатність проводити ремонт без ризику пошкодження лакофарбового покриття;

економія часу і матеріалів, необхідних для зачистки, шпаклювання та фарбування;

відсутність витрат на матеріали при роботі з приладом;

енергозберігаючі властивості, оскільки не потрібно використовувати електроенергію для сушіння.

3.2 Магнітно-імпульсні технології при ремонті

Магнітно-імпульсні технології починають знаходити своє місце в сфері кузовного ремонту автомобілів. Ці методи базуються на використанні електромагнітних імпульсів, які можуть швидко та ефективно виправляти вм'ятини, не пошкоджуючи лакофарбове покриття.

Основні переваги:

Мінімальний фізичний вплив на матеріал, що дозволяє зберегти первісні характеристики металу.

Відсутність потреби в застосуванні тепла, що зменшує ризик пошкодження фарби або інших кузовних елементів.

Значна економія часу порівняно з традиційними методами ремонту.

Додаткові можливості:

Робота з різними типами металу, включаючи алюміній та високоміцні сталі.

Виправлення складних вм'ятин або пошкоджень, що раніше вимагали більш трудомістких процедур.

Тим не менш, є деякі обмеження, пов'язані з глибиною та розміром вм'ятини, а також типом металу, але з розвитком технологій можна очікувати розширення можливостей їх використання в кузовному ремонті.

При традиційних методах обробки металу, таких як видавлювання або скручування, метал може стати менш міцним та деформуватися, особливо в його верхніх шарах, порушуючи його внутрішню структуру. Проте, застосування магнітно-імпульсних технологій у кузовному ремонті забезпечує більш дбайливе і ефективне виправлення вм'ятин. Оскільки ці методи використовують взаємодію магнітного поля і індукованого струму, вони

забезпечують рівномірний вплив на всю товщину металу, зберігаючи його первісні властивості та міцність.

Комплекс безконтактного магнітно-імпульсного ремонту автомобілів базується на схемі, що демонструється на рис. 3.4. Він живиться від стандартної електричної мережі 380/220 В. Центральний елемент - енергетичний модуль, який забезпечує потрібну потужність. Усі операції керуються через систему управління та контролю. Основний робочий інструмент, який користувач використовує для реставрації деформованого металу, підключений до центрального енергетичного модуля за допомогою гнучкого проводу.

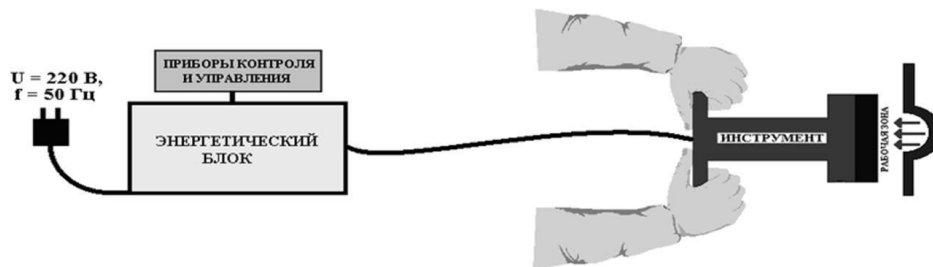


Рис. 3.4. Принцип дії системи безконтактного магнітно-імпульсного відновлення автомобільних деталей.

Процедура використання техніки бездотикового магнітно-імпульсного рихтування включає наступні етапи:

Аналіз шкоди. Огляд кузовних елементів автомобіля з метою виявлення та оцінки обсягу пошкоджень. На основі геометрії та розміру вм'ятин встановлюються параметри впливу.

Позначення зони роботи. Область вм'ятини виділяється за допомогою маркера для чіткого визначення області впливу.

Підготовка до рихтування. Застосовується діелектрична накладка на зовнішній бік панелі для правильної фіксації та концентрації імпульсу.

Налаштування приладу. Оператор встановлює потрібний рівень енергії та кількість імпульсів на пульті управління.

Позиціонування інструмента. Інструмент встановлюється безпосередньо над вм'ятиною.

Запуск процесу. Активація системи, імпульсний вплив на обраній території.

Вплив магнітного поля. За допомогою імпульсів метал "тягнеться" назад до свого первісного положення.

Завершення роботи. Після рихтування обладнання та накладка видаляються, а маркування витирається.

Остаточна корекція. У разі потреби додатково коригують деякі ділянки для надання ідеальної форми панелі.

Ця процедура є більш детальним і докладним описом процесу відновлення кузовних елементів автомобіля за допомогою безконтактного магнітно-імпульсного рихтування.

Відновлення кузовних деталей за допомогою методу безконтактного магнітно-імпульсного рихтування може вимагати декілька проходів, залежно від ступеня пошкодження. Особливо складні вм'ятини великих розмірів можуть вимагати більш деталізованого підходу, комбінуючи різні методики.

При одночасному наявності декількох вм'ятин на одній деталі кузова, кожна вм'ятина обробляється індивідуально відповідно до рекомендованої процедури. Це гарантує якісне відновлення кожної ділянки, забезпечуючи максимальний результат ремонту.



Рис. 3.5. Процес відновлення кузовних елементів з використанням магнітно-імпульсної техніки.

При видаленні вм'ятин із зниженою пластичною деформацією ключовим елементом є застосування принципів імпульсного навантаження. Це навантаження має два основних ефекти на метал:

Релаксація деформацій. Багаторазове імпульсне навантаження допомагає в металі релаксувати залишкові деформації. Це, в свою чергу, сприяє зняттю внутрішніх механічних напруг, що можуть бути причиною утворення вм'ятини.

Ефект гіперпластичності. Цей процес дозволяє металу деформуватися без зміни його первісних структурних та фізичних властивостей. Таким чином, він відновлює свою первісну форму без втрати якості або довговічності.

Отже, з використанням таких методів можливе ефективне видалення вм'ятин, при цьому зберігаючи інтегритет і довговічність матеріалу кузова.

Після проведення ряду робіт було здійснено практичне випробування техніки безконтактного магнітно-імпульсного рихтування на автомобільних кузовних панелях, виготовлених із різних типів сталі. Панелі мали товщину в межах 0,6 до 1,2 мм. За допомогою цієї технології успішно було усунуто вм'ятини радіальними розмірами до 50 мм і глибиною до 2 мм. Застосування цього методу показало його високу ефективність при роботі з різними видами сталевих поверхонь.

Узагальнюючи, можна стверджувати, що магнітно-імпульсна техніка є високоефективною, швидкою та вартісно ефективною альтернативою традиційним методам ремонту кузова. Її застосування може значно підвищити якість та швидкість рихтування, при цьому знижуючи загальні витрати на ремонт.

3.3 Структури магнітних устаткувань для виправлення

У дослідженні розглядається покращення дизайну пристроїв для кузовних робіт, таких як мініліфтери та молотки, з використанням магнітних утримувачів, що базуються на потужних магнітах зі сплаву Nd-Fe-B. Ці магнітні утримувачі вже активно застосовуються у таких сферах як меблева, керамічна та будівельна. Здатність деяких з них утримувати вантаж до 100 кг робить їх привабливими для ряду застосувань. Однак стандартні моделі мають обмеження, зокрема, важкість від'єднання від металевої поверхні. Це вимагало розробки нової конструкції утримувача, яка дозволяє легко змінювати відстань

між магнітом і металевою поверхнею, тим самим регулюючи силу притягування.

Ближчими аналогами запропонованих магнітних утримувачів є конструкції у вигляді грибків, що кріпляться до деформованої поверхні за допомогою клею. Однак цей підхід має свої обмеження, адже вони взаємодіють переважно з покриттям деталі, а не безпосередньо з її металевою частиною. При цьому відділення такого захвату може призвести до пошкодження лакофарбового покриття. Щоразу, коли грибок втрачає адгезію, треба повторно проводити процедуру його прикріплення.

Представлена оптимізована модель магнітного утримувача (див. рис. 3.6) включає корпус 1, високоефективний магніт з матеріалу Nd-Fe-B 2, орієнтований по довжній осі, переходник 3 та болт 4. Корпус 1 та переходник 3 виготовлені з м'якої магнітної сталі з низьким вмістом вуглецю Ст. 3, що служить як якісний магнітний провідник. У такому магнітному комплексі головна магнітна потужність в активному стані фокусується на околиці корпусу, яка використовується для приєднання магнітного утримувача до металевої деталі.

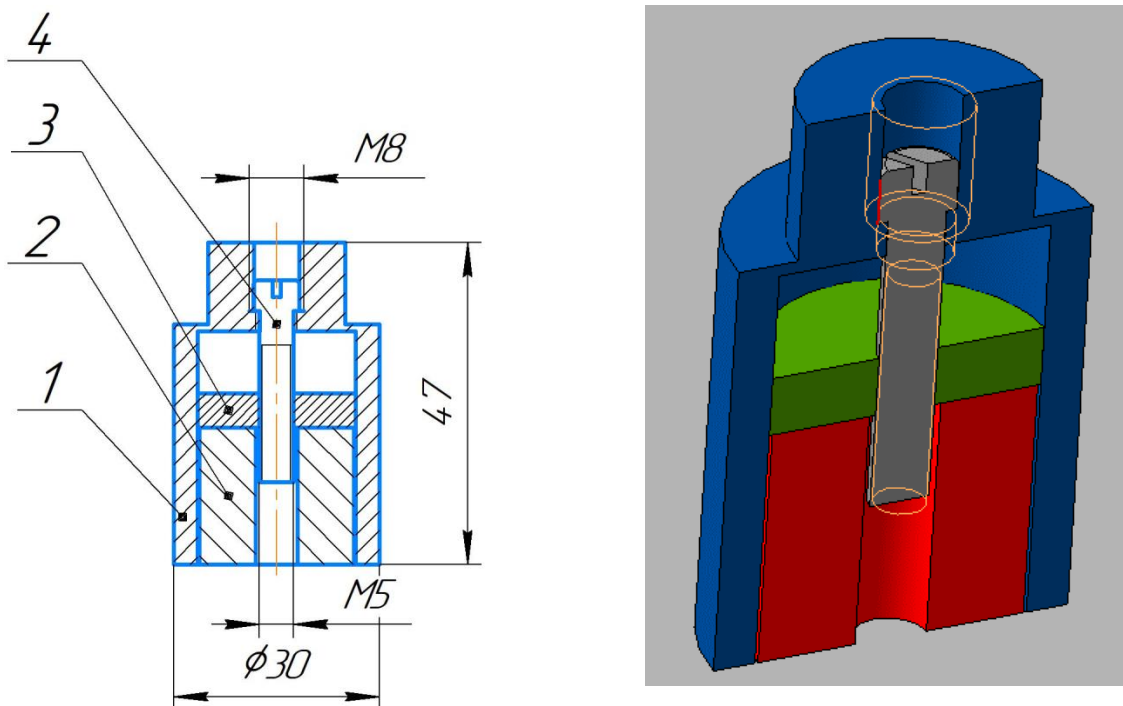


Рис. 3.6. Магнітний захват : 1 – стакан; 2 – магніт Nd - Fe - В марки №38;
3 – шунт; 4 – гвинт

Після завершення процедури виправлення деформацій магнітний утримувач від'єднують від обладнання для рихтування та регулюють болт 4,

дозволяючи магніту разом з переходником зміщуватися на 5 мм всередину корпусу. Завдяки цьому переважна більшість магнітних ліній перестає проходити через поверхню металевого листа, а замість цього з'єднується безпосередньо між стінками корпусу 3 та нижнім полюсом магніту 2. У результаті такого зміщення магнітний утримувач може бути легко видалений без ризику пошкодження металевої поверхні.

Для надійного кріплення магнітного утримувача слід обрати на деформованій частині металевого елемента рівну ділянку діаметром не менше 30 мм. Якщо таку ділянку знайти не вдається, то її створення потребує використання додаткового обладнання.

Для збільшення сили, необхідної для виправлення деформації, можливо застосування кількох магнітних утримувачів, розташованих на спеціальній пластині (див. рис 3.7). Утримувачі на пластині повинні мати можливість деякого руху, щоб вони ідеально підійшли до форми деформованої ділянки. Для цього рекомендується створювати отвори у формі шліців, які дозволяють невелике зміщення магнітних утримувачів.

Якщо під час виправлення магнітний утримувач відчипився, його можна легко встановити назад, що робить його більш зручним, ніж використання клейових з'єднань.

Рис. 3.8. представляє простий дизайн мініліфта з однією магнітною утримувачем. Прилад цієї моделі був створений (див. рис. 3.9). Ілюстрація 3.10 показує мініліфт із трьома магнітними утримувачами.

На ілюстрації 3.11. представлено ударний інструмент із трьома магнітними системами утримання.

Пропоновані моделі мініліфтерів та ударних інструментів із використанням рідкоземельних магнітних систем на основі сплаву Nd-Fe-B вимагають додаткових аналізів та випробувань їх силових властивостей через комп'ютерне моделювання та практичні експерименти.

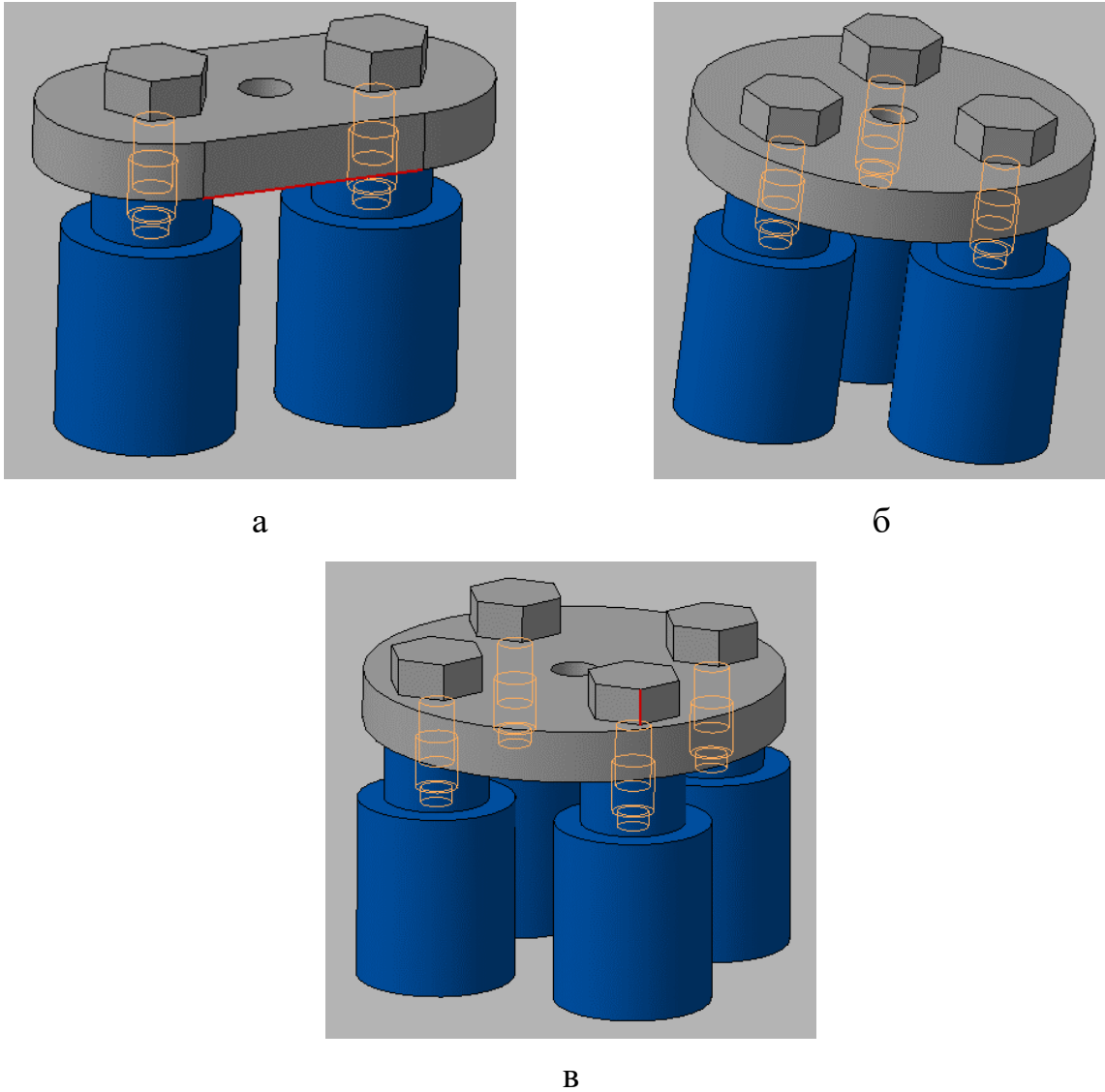


Рис. 3.7. Методи встановлення магнітних утримувачів на єдиній платформі:
 а – 2 магнітних захвати; б – 3 магнітних захвати; в – 4 магнітних захвати

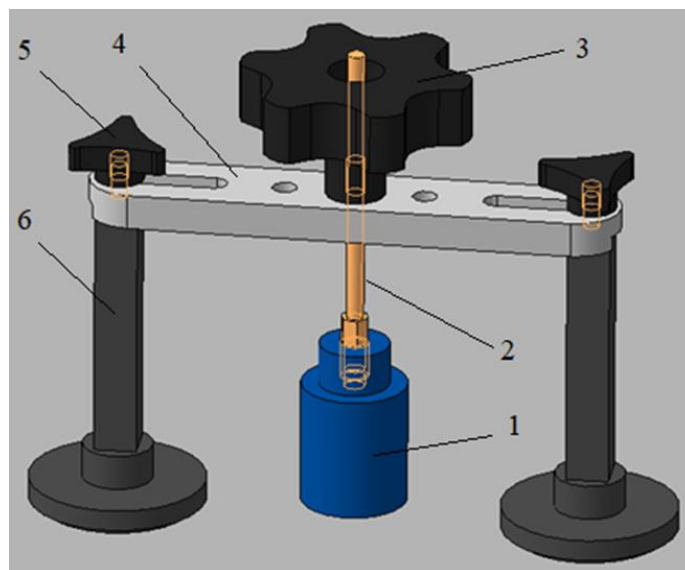


Рис. 3.8. Мініліфтер із єдиним магнітним утримувачем:
 1 – магнітний захват; 2 – гвинт магнітного захвату; 3 – різьбова ручка;
 4 – поперечна планка; 5 – зажим опори; 6 – опора.



Рис. 3.9. Фото мініліфтеру із єдиним магнітним утримувачем

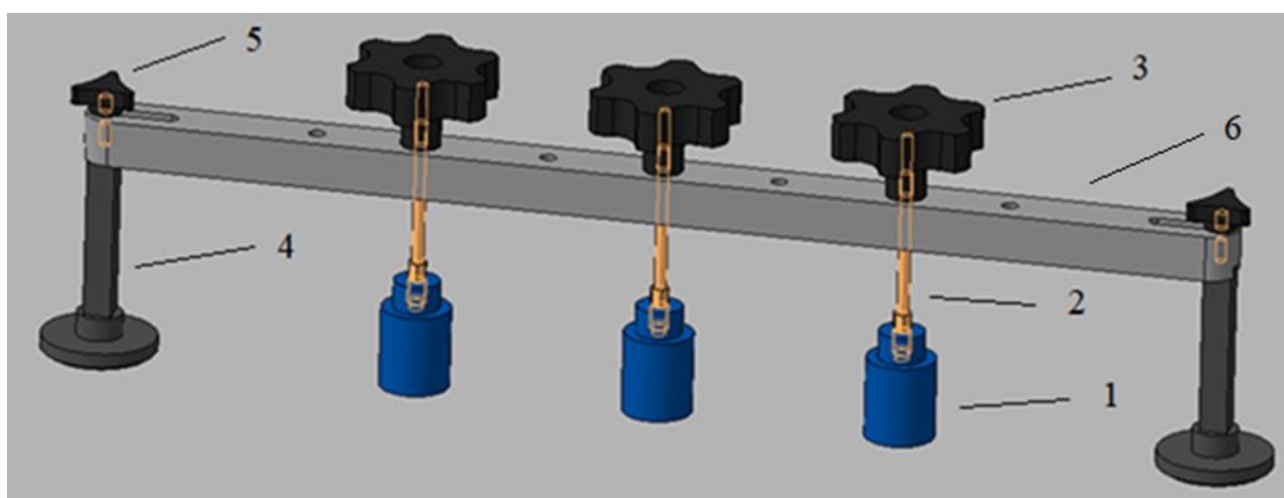


Рис. 3.10. Мініліфтер із 3-ма магнітними утримувачами:

1 – магнітний захват; 2 – гвинт магнітного захвату; 3 – різьбова ручка;
4 – опора; 5 – зажим опори; 6 – поперечна планка

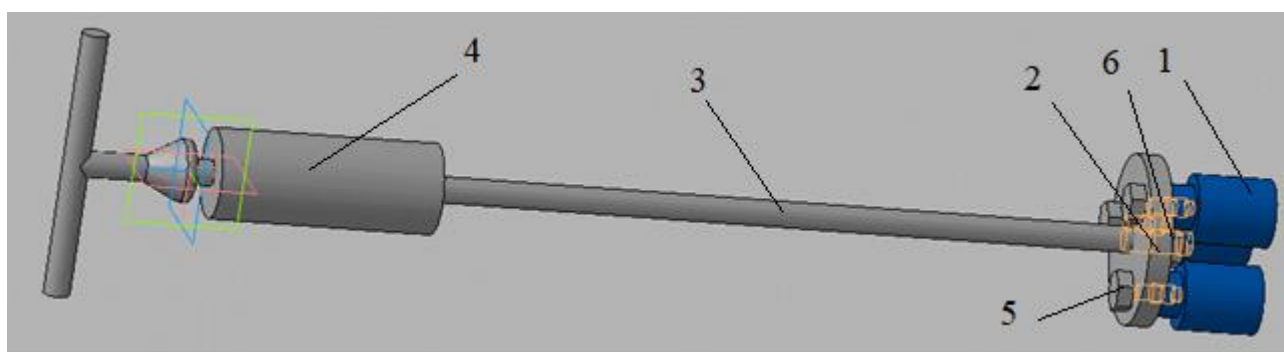


Рис. 3.11. Зворотний молоток з трьома магнітними утримувачами:

1 – магнітний захват; 2 – гвинт магнітного захвату; 3 – різьбова ручка;
4 – опора; 5 – зажим опори; 6 – поперечна планка

4 НАУКОВО-ДОСЛІДНИЙ РОЗДІЛ

4.1 Теоретичні дослідження

Сполуки рідкоземельних елементів часто використовуються в різних галузях науки і техніки завдяки їх унікальним характеристикам. Ці елементи, до яких відносяться лантан та 14 елементів ряду, що слід за ним, володіють рядом особливостей, що робить їх незамінними в певних застосуваннях.

Електронні властивості. Рідкоземельні елементи мають велику кількість вільних електронів, що дозволяє їм взаємодіяти з іншими елементами і утворювати стабільні сполуки.

Магнітні властивості. Деякі рідкоземельні елементи, такі як неодим, є сильними постійними магнітами і широко використовуються у виробництві високоефективних магнітних матеріалів.

Оптичні властивості. Елементи цієї групи володіють властивостями, які дозволяють їм використовуватися в лазерах, оптоелектроніці та інших технологіях, що працюють на основі світлового випромінювання.

Хімічна стійкість. Сполуки рідкоземельних елементів відзначаються високою хімічною стійкістю, що робить їх корисними в різних хімічних процесах і застосуваннях.

У зв'язку з цим, сполуки рідкоземельних елементів відіграють ключову роль у багатьох сучасних технологіях, від електроніки до аерокосмічної промисловості.

Магніти на основі сплаву Nd-Fe-B можна класифікувати на дві категорії: тверді спечені магніти та композитні магнітопласти. Спечені магніти отримуються через процеси порошкової металургії, пропонуючи відмінні магнітні характеристики, проте їх виробництво вартісне, і вони схильні до крихкості. Натомість магнітопласти, які комбінують магнітні частки з полімерами, хоч і мають менш потужні магнітні параметри, вигідно відрізняються своєю вартістю, гнучкістю та легкістю обробки.

Матеріали для створення довгострокових магнітів включають декілька основних типів, заснованих на хімічному складі та внутрішніх властивостях.

Кожен тип має підкатегорії, що відрізняються за магнітними характеристиками і специфічним застосуванням. Основні типи матеріалів такі:

Неодимієві магніти, базуються на комбінації неодиму, заліза та бору (Nd-Fe-B, NdFeB, NIB) (див. рис. 4.1а);

Магніти на основі самарію та кобальту (SmCo);

Леговані магніти, які включають алюміній, нікель, кобальт (Alnico);

Ферромагнітні матеріали або ферити, які зазвичай мають керамічну структуру (див. рис. 4.1б).

Магніти на основі неодиму використовуються в багатьох галузях завдяки їхній великій магнітній силі. Зокрема, їх можна знайти у спеціалізованих захватах, де магніт об'єднаний з корпусом з м'якої магнітної сталі, щоб збільшити його магнітний потенціал. Такі захвати можуть піднімати вантажі до 10-15 кг (див. рис. 4.1 в).



Рис. 4.1. Найбільш поширені магніти : а – неодимовий (Nd - Fe - B);
б – феритовий (керамічний); в – магнітний захват

Сучасні неодимові магніти (Nd-Fe-B) мають специфічну маркування, яка відображає їхні робочі характеристики, такі як діапазон робочих температур і магнітну енергію. Завдяки цьому, користувачі можуть вибрати найбільш підходящий магніт для конкретного застосування.

На класи таких магнітів присвоюють позначення, які можуть включати букви та цифри, такі як N30, 33M, 35H, 38SH, 40UH і так далі. Цифрова частина позначення вказує на магнітну енергію магніту, яка вимірюється в кілоДжоуль на кубічний метр. Цей параметр магніту визначає його потужність і "зусилля на відрив", тобто силу, яку потрібно прикласти, щоб відірвати магніт від поверхні. При цьому припускається, що поверхня (наприклад, сталевий лист) є ідеально рівною, а прикладена сила діє перпендикулярно до поверхні. Ці умови є

ідеальними та теоретичними. Загально прийнято, що чим вище цифрове позначення класу магніту, тим вище його зусилля на відрив.

Взаємодія магніту із металевою поверхнею не лише питання його внутрішніх властивостей, але й зовнішніх характеристик, таких як геометрія та розміри. Наприклад, магніт розмірами D25x20 мм може здаватися менш потужним на відірвання в порівнянні з магнітом D40x5 мм, через більшу площу контакту останнього (40 мм проти 25 мм). Однак, варто пам'ятати, що глибина проникнення магнітного поля також грає роль. У магніта з розмірами 25x20 мм магнітне поле проникає глибше, що забезпечує більше зчиплення зі сталевим листом.

Магнітні властивості магнітів зі сплаву Nd-Fe-B відзначаються такими основними характеристиками:

Густина: приблизно $7,5 \text{ (гр./см}^3\text{)}$;

Точка Кюрі: близько 320°C , після якої матеріал втрачає свої магнітні властивості;

Механічна твердість: на рівні 580 (Hv) за шкалою Віккерса, що свідчить про його досить велику міцність;

Електрична провідність: з електричним опором близько 142 (Ом•см), що робить його досить електропровідним для ряду застосувань.

Залежно від орієнтації магнітного поля, неодимові магніти класифікують на декілька типів: вертикальний, горизонтальний та перерізний. Кожен тип визначається напрямом намагнічування, як ілюстровано на рисунку 4.2.

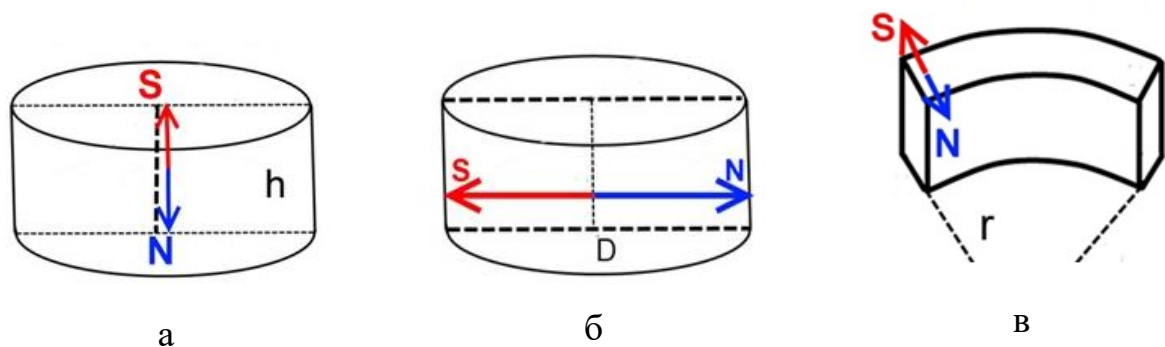


Рис. 4.2. Напрямки намагнічування магнітів Nd - Fe - B : а – аксіальний;
б – діаметральний; в – радіальний

Сучасний ринок пропонує магніти високої потужності з великим зусиллям відриву у 10-15 кг або навіть більше, що знаходить своє застосування

в сфері ремонту автомобільних кузовів. Однак однією з проблем таких магнітів є складність їх від'єднання від металевої поверхні без ризику її пошкодження.

Дослідження магнітної динаміки магнітних утримувачів та їх властивостей проведено за допомогою програми ELCUT. Враховуючи геометрію магнітного утримувача як об'єкта обертання, було встановлено завдання з осовою симетрією, яке дозволяло вивчати магнітне поле у поперечному розрізі. Для визначення загальної силової дії на поверхню листового металу було застосовано інтегральний калькулятор. Відображення результатів дослідження можна побачити на рисунках 4.3–4.6.

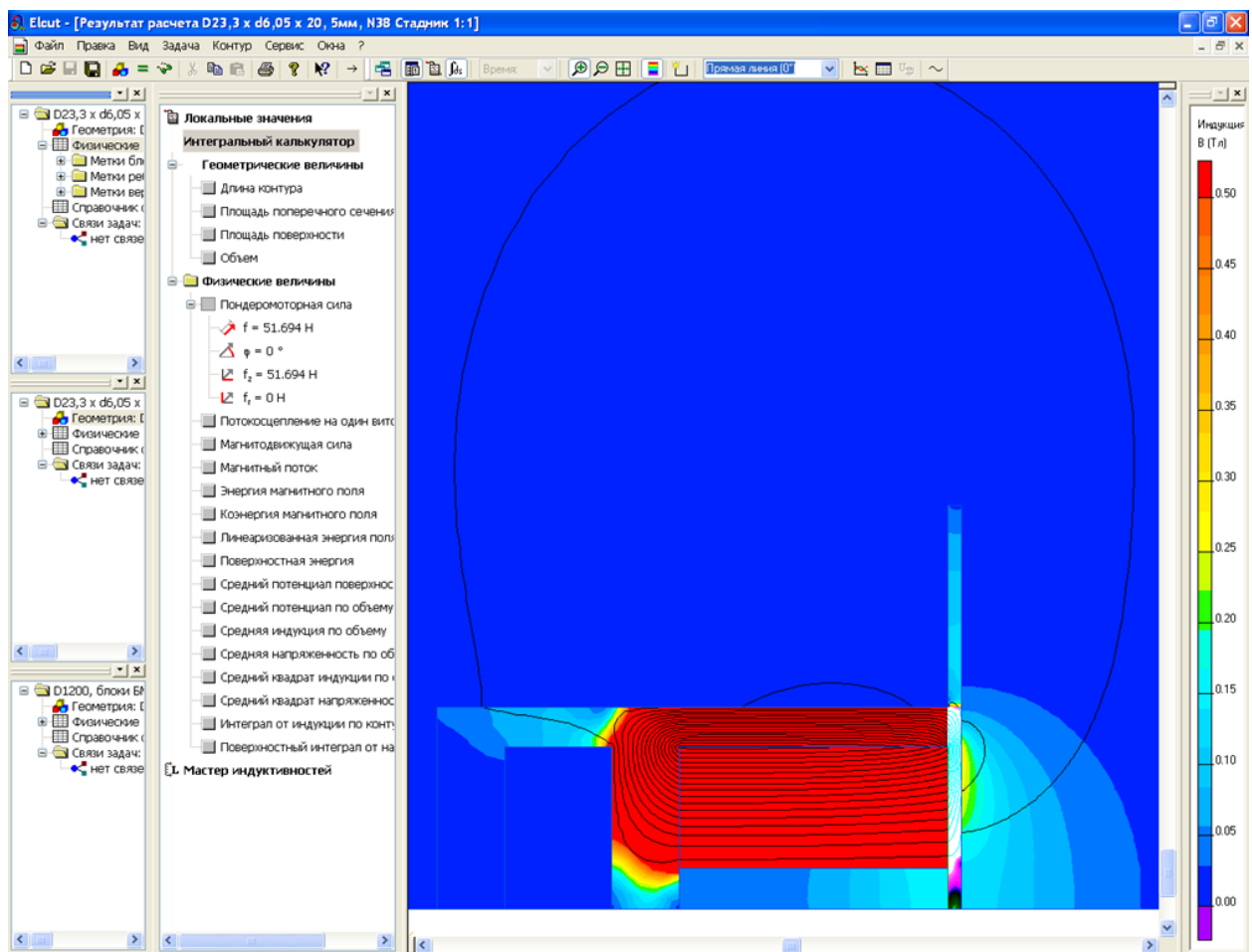


Рис. 4.3. Відображення розподілу магнітної індукції та вивчення основних силових показників між магнітним утримувачем та металевою пластиною 1 мм у програмі ELCUT.

У розрахунках використано наступні матеріали: магніт створений зі сплаву Nd-Fe-B класу №38, конструктивні елементи стакана та шунта виготовлені з сталі Ст. 3, відомої своєю високою магнітною провідністю, а

листовий метал представлений сталлю 08. Зовнішнє оточення розрахунків - атмосферне повітря.

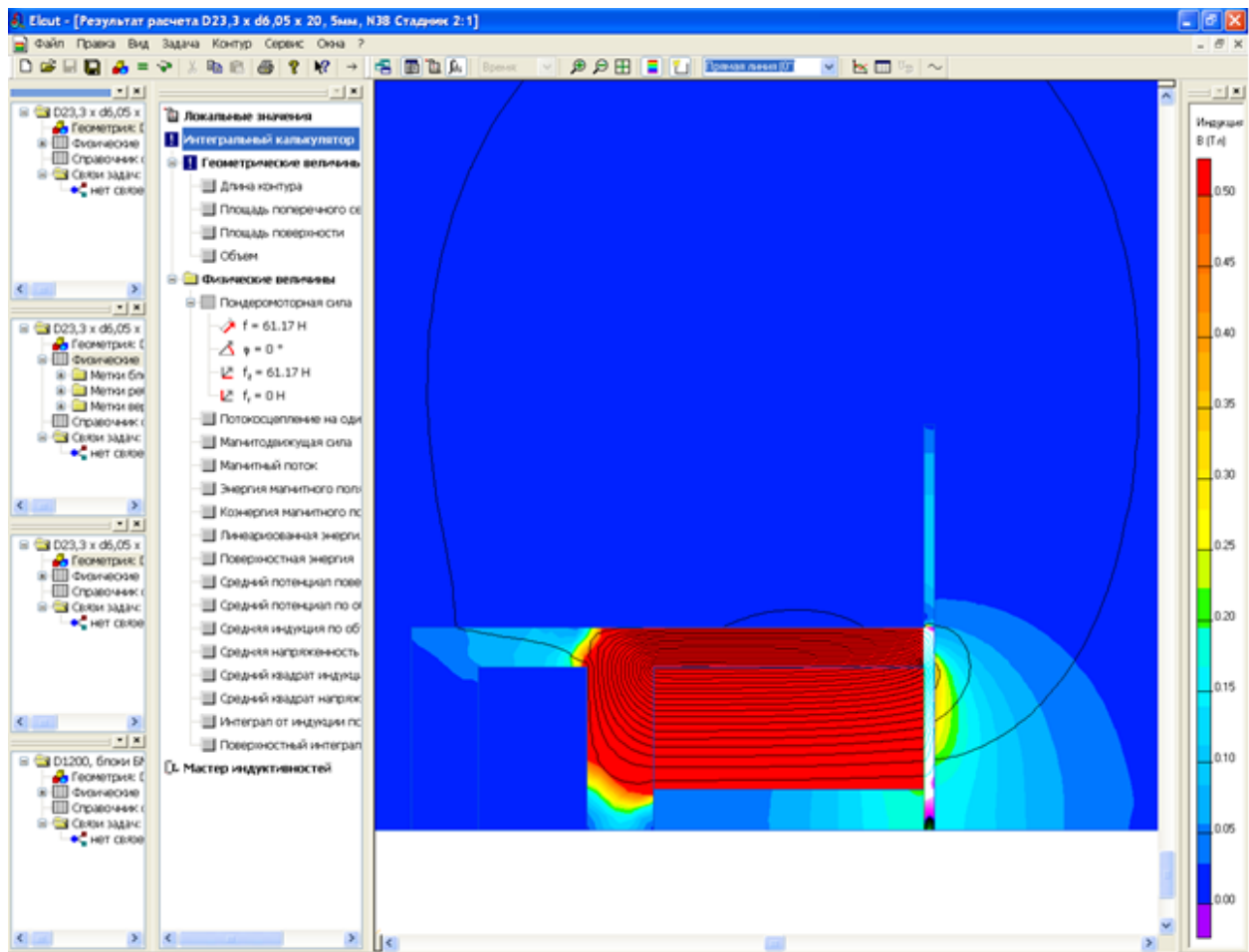


Рис. 4.4. Аналіз магнітного поля та цілісних взаємодій при контакті магнітного пристрою з листовою сталлю 0,8 мм у програмі ELCUT.

Основний магнітний потік при взаємодії з листовим металом концентрувався на периферії стакану. Такий розподіл магнітного поля сприяє оптимальному замиканню магнітного потоку, підсилюючи силову взаємодію захвату з листовим металом. Результативна сила цієї взаємодії для металу товщиною 1 мм досягла значення 51,69 Н, що еквівалентно 5,3 кг (див. рис. 4.3).

Коли магнітний захват контактує з листовим металом товщиною 0,8 мм, сила взаємодії дорівнює 61,17 Н, що дорівнює 6,2 кг (див. рис. 4.4). Зі зменшенням товщини листа сила взаємодії істотно збільшується, відображаючи експоненційну залежність.

Змінивши положення магніту у стакані захвату (рис. 4.5), сила взаємодії з листовим металом спадає до 16,87 Н або 1,7 кг. Така сила дозволяє безпечно від'єднати захват від листа після завершення робіт.

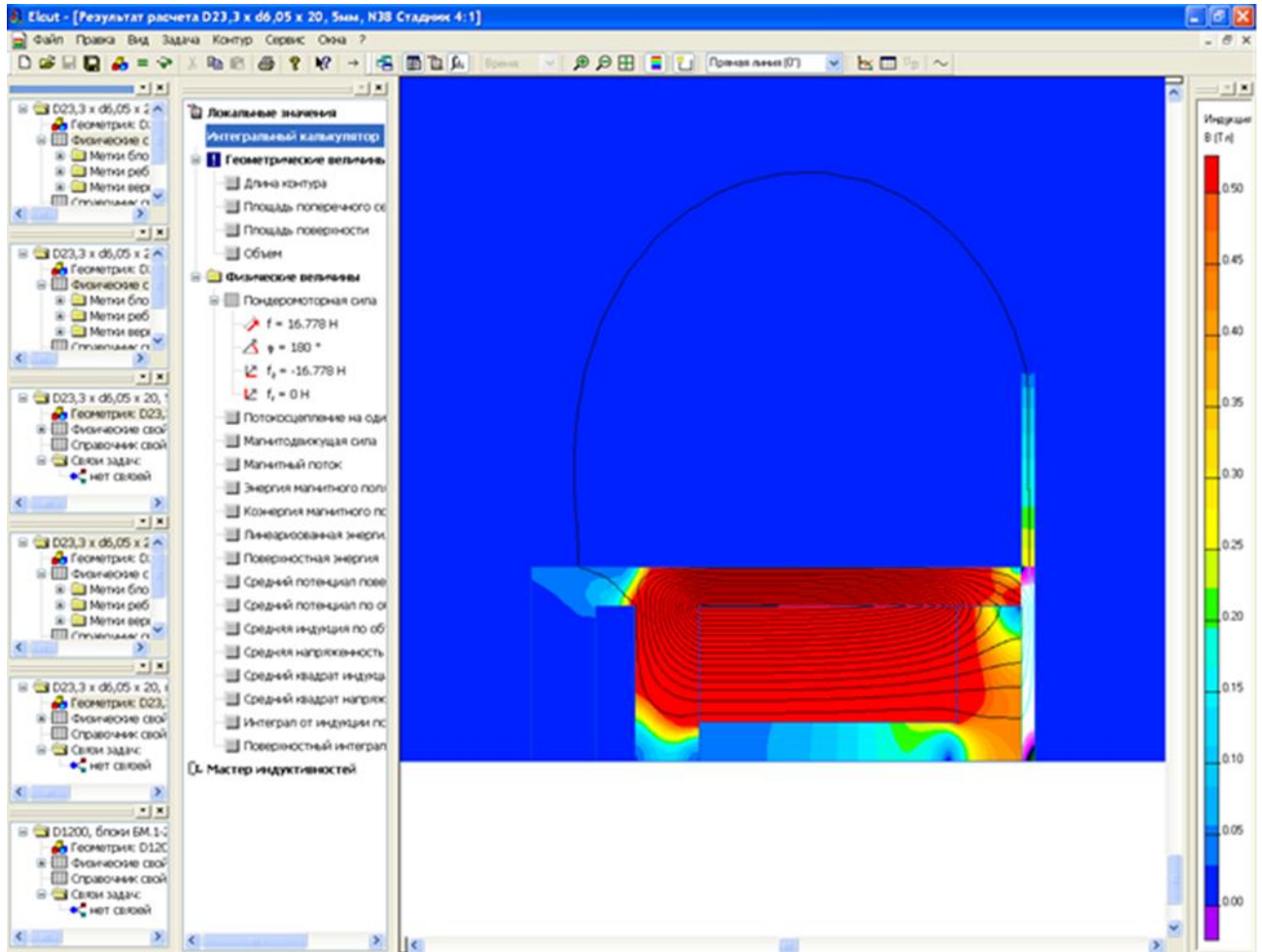


Рис. 4.5. Аналіз магнітного поля та загальних силових властивостей магнітного захвату під час від'єднання від листового металу 0,8 мм за допомогою програми ELCUT.

Рис. 4.6. Магнітна індукція на поверхні магнітного захвату в стані спокою, без контакту з листовим металом. Максимально зареєстроване значення тесламетром дорівнює 0,67 Тл. Величина магнітної індукції є ключовою для визначення силового взаємодії магнітного захвату, оскільки вона впливає на його силові параметри.

У дизайні магнітного пристрою застосовано магніт Nd-Fe-B класу №38. Але на ринку вже доступні магніти класу №52, які на 1,36 рази потужніші, дозволяючи збільшити взаємодію магнітного захвату до 9 кг. Щоб оптимізувати силу взаємодії, магнітні захвати можна групувати в модулі з декількох одиниць, розташованих на одній базі. Такий підхід дозволить створювати магнітні системи для рихтування із потрібними характеристиками.

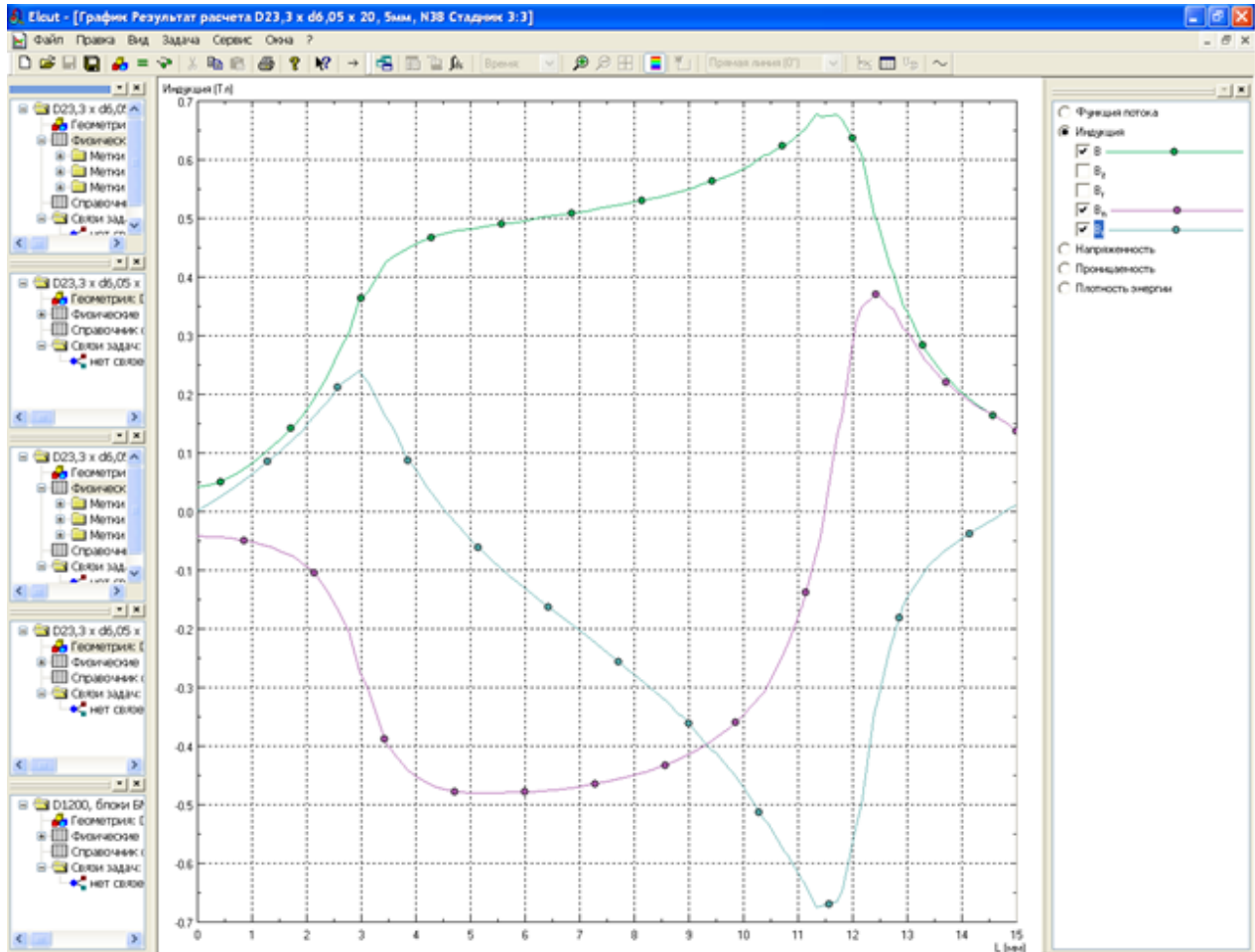


Рис. 4.6. Симуляція показників магнітної індукції магнітного захвату у програмі ELCUT (без контакту із металом листовим).

4.2 Експериментальні дослідження

Вивчали силові властивості магнітних захватів порівняно з популярними ключими полімерами для ремонту кузовів легкових машин.

Параметри розриву визначаємо за формулою:

$$P = F_{max} / S, \text{ МПа};$$

Ефективність відділення магнітного захвату та полімерного грибка від металевої поверхні визначаємо за формулою:

$$F_{max} = m_{max} \cdot g, \text{ Н};$$

Контактна область із листовим металом визначаємо за формулою:

$$S = \pi d^2 / 4, \text{ м}^2,$$

де g - гравітаційне прискорення, що дорівнює $9,8 \text{ м/с}^2$;

d - розмір контактної області в метрах.

Експеримент 1. Вимірювання сили розриву мініліфтера з магнітним захватом.

Закріплюємо магнітний захват на металеву поверхню та додаємо вантажі до моменту, коли захват відділиться. Виявилось, що ліміт ваги становить 7,5 кг. Діаметр контактної частини мініліфтера - 30 мм або $3 \cdot 10^{-2}$ м.

Обчислюємо силу розриву магнітного захвату:

Контактна площа з металевою поверхнею визначаємо за формулою:

$$S = \pi d^2 / 4 = 3,14(3 \cdot 10^{-2})^2 / 4 = 7,07 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2;$$

Інтенсивність розривного навантаження визначаємо за формулою:

$$P = F_{max} / S, \text{ МПа};$$

Ефективність відділення магнітного захвату від металевої пластини 0,8 мм товщиною визначаємо за формулою:

$$F_{max} = m_{max} \cdot g = 7,5 \cdot 9,81 = 73,575 \text{ Н};$$

Інтенсивність розривного навантаження визначаємо за формулою:

$$P = F_{max} / S = 73,575 / 7,07 \cdot 10^{-4} = 0,104 \text{ МПа}.$$



Рис. 4.7. Зображення процесу вимірювання сили розриву магнітного захвату.

Експеримент 2. Встановлення границі міцності термоклеєного полімерного грибка

В цьому експерименті ми використовуємо полімерний грибок мініліфтера, приклеєний до металу термоклесм, замість магнітного захвату. Процедура досліду аналогічна першому.

Під час дослідження ми встановили, що:

$$m_{max} = 10,5 \text{ кг}, \text{ а } d_{ep} = 3 \cdot 10^{-2} \text{ м.}$$

Обчислюємо міцність термоклесного грибка.

Контактна площа з металевою поверхнею:

$$S = \pi d^2 / 4 = 3,14 (3 \cdot 10^{-2})^2 / 4 = 7,07 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2;$$

Сила від'єднання магнітного захвату від 0,8 мм металевої пластини визначаємо за формулою:

$$F_{max} = m_{max} \cdot g = 10,5 \cdot 9,81 = 102,9 \text{ Н};$$

Інтенсивність розривного навантаження визначаємо за формулою:

$$P = F_{max} / S = 102,9 / 7,07 \cdot 10^{-4} = 0,146 \text{ МПа.}$$





Рис. 4.8. Зображення процесу вимірювання сили розриву клеючого грибка.

Експеримент 3. Встановлення границі міцності мініліфтера з магнітним захватом, який з іншої сторони має шунтування магніту.

Область з'єднання визначаємо за формулою:

$$S = \pi d^2 / 4 = 3,14 \cdot (3 \cdot 10^{-2})^2 / 4 = 7,07 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2;$$

Таблиця 4.2. Аналіз характеристик мініліфтерів з магнітними та клеючими з'єднаннями.

Характеристики	Мініліфтер з магнітними захватом на основі високоенергетичних рідкоземельних магнітів Nd-Fe-B	Мініліфтер з клеючим полімерним грибокком
Фото		
Розривна сила в робочій зоні діаметром 30 мм, Н (кг)	75 (7,5)	105 (10,5)
Розривне зусилля, МПа	0,104-0,173	0,146
Магнітна індукція на робочій поверхні, Тл	0,65	–
Взаємодія безпосередньо з металом	+	–
Можливість пошкодження фарби	–	+
Час закріплення на дефектній деталі, хв	0,5	5-10
Продуктивність праці	Збільшується у порівнянні з використанням інструменту з клеючими полімерними грибокками до 30 %	

Величина розривного навантаження визначаємо за формулою:

$$F_{max} = m_{max} \cdot g = 12,5 \cdot 9,81 = 122,6 \text{ Н};$$

Інтенсивність розривного навантаження визначаємо за формулою:

$$P = F_{max} / S = 122,6 / 7,07 \cdot 10^{-4} = 0,173 \text{ МПа}.$$

Щоб підвищити силу розриву магнітного захвату, можна комбінувати їх у групи або використовувати магніти з вищою енергією, наприклад, неодимові магніти №52. Ці магніти можуть мати силу розриву, порівняну з клеючим грибокком. Деталі порівняння мініліфтерів із різними типами захватів представлені в таблиці 4.1.

Отже, магнітні захвати є ефективними для кузовного ремонту авто і можуть надавати характеристики, порівняні з популярними сьогодні мініліфтерами та зворотними молотками, які мають клеючі грибки.

4.3 Основні етапи та нюанси методики рихтування за допомогою мініліфтерів із магнітними з'єднаннями

Розглянемо методику відновлення форми заднього капоту на Mitsubishi Colt (див. рис. 4.9) без необхідності подальшого фарбування.



Рис. 4.9. Приклад пошкодження на кузові Mitsubishi Colt.

Методика відновлення форми вм'ятини на задньому капоті Mitsubishi Colt за допомогою мініліфтерів із магнітними з'єднаннями зображена на ілюстрації 4.10. Етапи виконання робіт включають:

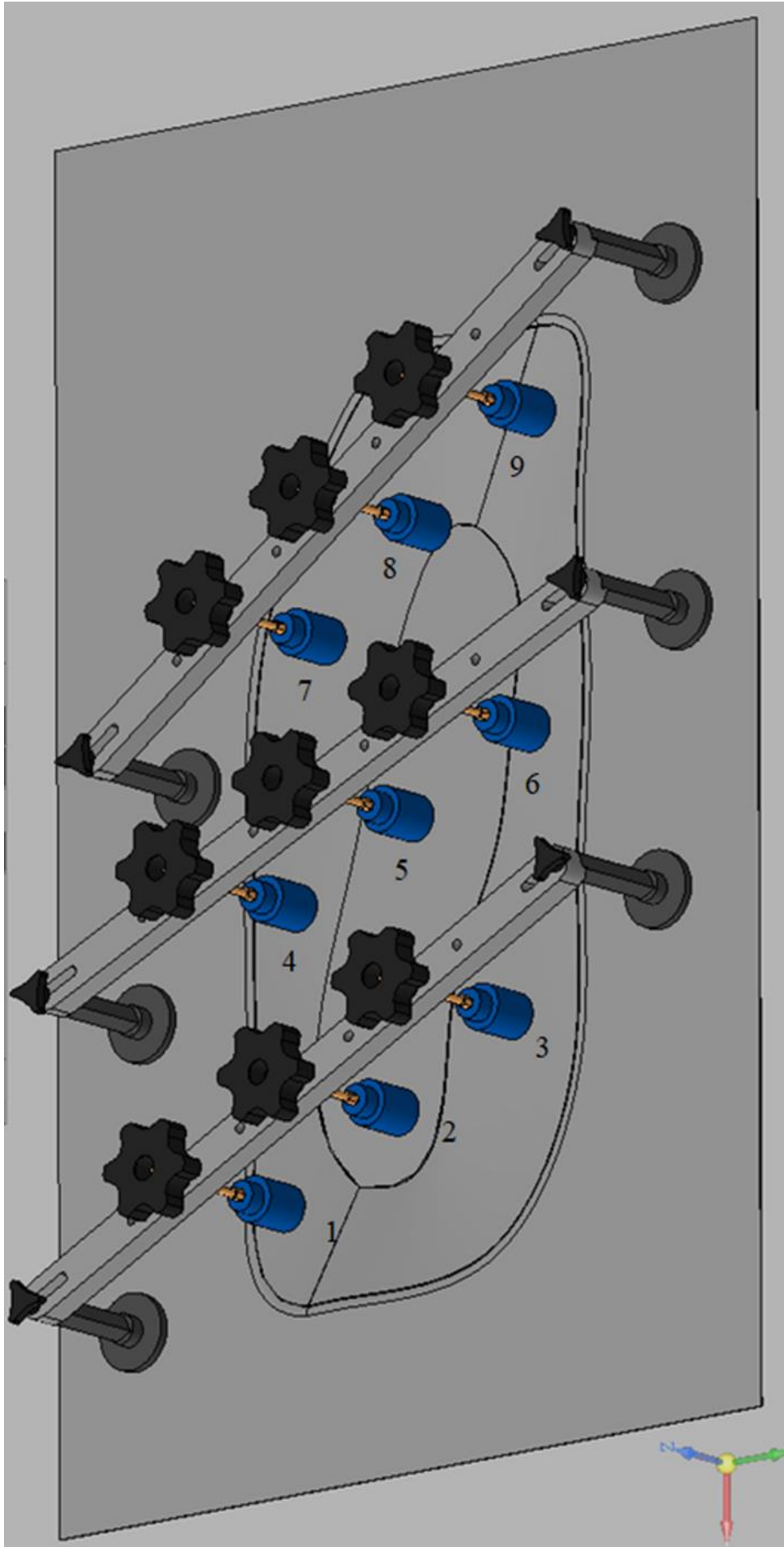


Рис.4.10. Методика відновлення форми пошкодження на задньому капоті Mitsubishi універсалу за допомогою мініліфтерів із магнітними з'єднаннями.

Розташовуємо магнітні з'єднання на область ушкодження, вибираючи рівні ділянки для оптимального контакту. Щоб захистити покриття авто, під магнітами розкладаємо захисну тонку тканину. Оцінюємо зони, де потребується інтенсивніше втягування, і в таких місцях використовуємо комбіновані магнітні системи.

Підготовка та встановлення опорних елементів. Починаємо з того, що закручуємо гвинти у магнітні захвати. Потім розташовуємо опори мініліфтера на зони, що залишилися незіпсованими, використовуючи при потребі підкладки збільшеної площі для уникнення додаткових вм'ятин або пошкоджень. Гвинти магнітних захватів вставляємо в спеціальні пази або отвори на опорі мініліфтера. З метою оптимального розташування, магнітні захвати можна легко переміщувати. Далі закріплюємо ручки на гвинтах для надійної фіксації. Переконаємося, що під час процесу метал залишається стабільним і не деформується. Закінчуємо встановленням всіх опорних елементів.

Якщо потрібно, можливе розміщення додаткових магнітних захватів між основними планками. Їх поперечні планки можна опирати на дві сусідні основні планки для кращої стабільності та розподілу навантаження.

Основний етап рихтування. Почнемо з найбільш виражених ділянок по краях вм'ятини, і потім поступово переходимо до її середини. При закрутці ручок магнітних захватів необхідно обертати їх приблизно на 8-10 мм, що відповідає приблизно 10-12 поворотам, враховуючи крок різьби в 0,8 мм. Найсперша на черзі ручка магнітного захвату під номером 1, потім, в зазначеному порядку: 4, 7, 9, 6, 3, 2, 8. Останньою регулюємо ручку магнітного захвату під номером 5. У випадку, якщо магнітний захват відсоединився від поверхні, слід повернути його на попередню позицію і поновити закріплення. Якщо проблема виникла знову, на цьому місці можна замінити його подвійним магнітним захватом або використати клеючий грибок для забезпечення кращого зчеплення.

Продовжуємо рихтування, слідкуючи за зменшенням вм'ятини за допомогою лінійки. Якщо конкретна частина вм'ятини досягла потрібної форми, то такі ділянки в процесі рихтування вже не торкаємось. Звертаємо

увагу на те, щоб не перевищувати необхідну форму деталі, щоб уникнути надмірних деформацій.

Детальна корекція. Після завершення основного етапу витягування, невеликі нерівності або мілкі вм'ятини можуть залишитися. Для їх виправлення використовуються спеціалізовані мініліфтери із меншими магнітними захватами. Оптимально користуватися мініліфтером із єдиним магнітним захватом, який центрується безпосередньо над областю вм'ятини. Ретельно обертаючи ручку захвату, ми делікатно коригуємо деформовану область до того часу, доки деталь не прийме свого оригінального стану.

Демонтаж захватів. Щоб зняти магнітні захвати, спочатку від'єднайте шпильку мініліфтера і заберіть поперечну планку разом з опорами. Залиште на обробленій поверхні тільки магнітний захват. Такий підхід забезпечить прямий доступ до гвинта для налаштування положення магніту. Обертаючи цей гвинт, ви зможете легко від'єднати магніт від деталі автомобіля.

Підготовка поверхні для роботи. Перед тим, як приступити до рихтування з допомогою магнітного мініліфтера, важливо глибоко очистити оброблювану ділянку. Чиста поверхня забезпечує надійний контакт магніту з металевою деталлю, що забезпечує ефективність роботи.

Аналіз якості лакофарбового покриття. Після завершення рихтувальних робіт важливо переконатися в якості лакофарбового покриття. Для цього можна провести звичайний візуальний перегляд або використовувати освітлювальне обладнання для детального аналізу поверхні.

5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

5.1 Засоби індивідуального захисту органів дихання

У виробничих умовах не завжди можна знизити вміст усіх шкідливих речовин до ГДК за рахунок застосування тільки загальнообмінної (припливно-втяжної) та місцевої вентиляції. Тому в таких випадках необхідно застосовувати засоби індивідуального захисту органів дихання (ЗІЗОД).

До ЗІЗОД належать респіратори, промислові протигази та ізолюючі дихальні апарати, які застосовуються для захисту від шкідливих речовин (аерозолів, газів, пари), що знаходяться в оточуючому повітрі.

За принципом дії (ДСТУ EN 133) ЗІЗОД поділяються на фільтруючі (застосовуються при наявності у повітрі вільного кисню не менше 18 % і обмеженого вмісту шкідливих речовин) та ізолюючі (при недостатньому для дихання вмісту в повітрі кисню та необмеженої кількості шкідливих речовин).

За призначенням (ДСТУ EN 133, ГОСТ 12.4.034-85) фільтруючі ЗІЗОД поділяються на:

протиаерозольні (ФП) - для захисту від аерозолів (респіратори ШБ-1, Лепесток, Кама, Снежок, У-2К, РП-К, Астра-2, Ф-62Ш, РПА та ін.);

протигазові (ФГ) - для захисту від газопароподібних шкідливих речовин (респіратори РПГ-67А, РПГ-67В, РПГ-67КД, протигази марок А, В, КД, Г, Е, СО, М, БКФ та ін.);

комбіновані (ФГП) - для захисту від парогазоподібних та аерозольних шкідливих речовин одночасно (респіратор фільтруючий газопилозахисний РУ-60М, Лепесток-Г, Снежок ГП, Снежок ГП-В, Снежок Ф-ГП-В, Снежок ГП-Е, Снежок ГП-А, Снежок Ф-ГП-А, Снежок Ф-ГП-озон).

Ізолюючі ЗІЗОД бувають шлангові та автономні.

Ізолюючі шлангові апарати призначені для роботи в атмосфері, що містить менше 18 % кисню. Вони мають довгий шланг, по якому подається повітря для дихання із чистої зони. Недоліки таких апаратів полягають у тому, що дихальний шланг заважає працювати, не дає змогу вільно рухатися (протигаз шланговий ПШ-1 без примусової подачі повітря, довжина шлангу 10

м; ПШ-2 з повітродувкою забезпечує працю двох чоловік одночасно, довжина шлангів 20 м; респіратор для малярів РМП-62; пневмошоломи ЛІЗ-4, ЛІЗ-5, МІОТ-49 працюють від компресорної повітряної лінії).

Ізолюючі автономні дихальні апарати працюють від автономного хімічного джерела кисню або від балонів з повітрям чи дихальною сумішшю. Вони призначені для виконання рятувальних робіт або евакуації людей із загазованої зони. Промисловістю держав СНД випускаються апарати:

саморятівник шахтний малогабаритний ШСМ-1. Має хімічне джерело кисню. Термін користування 20...100 хвилин залежно від інтенсивності витрачання кисню (енерговитрат) вага 1,45 кг;

респіратор ізолюючий допоміжний РВЛ-1. Має балон зі стисненим киснем і регенеративний хімічний патрон для регенерації кисню. Працює 2 год, вага 9 кг; респіратор Урал-7. Принцип дії такий же, як респіратор РВЛ-1, але більш габаритний. Діє 5 годин, важить 14 кг. Носиться за плечима, має амортизаційні пристрої для зручності носіння;

респіратор Р-30 має таку саму систему життєзабезпечення, що і вищенаведений. Розрахований на 4 год дії, важить 11,8 кг;

дихальний апарат АСВ-2 складається з двох повітряних балонів, маски або загубника, шланга, редуктора, має манометр для контролю за тиском повітря, запобіжний клапан та ін. Призначений для захисту органів дихання в умовах забрудненої атмосфери.

Незалежно від призначення і конструкційних особливостей ЗІЗОД повинні відповідати вимогам, що ставляться до показників їх якості, які поділяють на такі основні групи:

показники захисної ефективності, що характеризуються коефіцієнтами проникання шкідливих речовин через усю конструкцію (коефіцієнт проникання), а також через окремі його елементи, вузли та деталі (коефіцієнти проникання лицевої частини, фільтруючих елементів, клапанів видихання тощо);

показники надійності, які характеризують час захисної дії протигазових, комбінованих (газопилозахисних) і автономних ЗІЗОД, пилоємність фільтруючих елементів протипилових та газопилозахисних респіраторів,

стійкість конструкційних і фільтруючих матеріалів до дії хімічних, механічних та термічних факторів навколишнього середовища і при санітарній обробці, а також зберігання захисних властивостей в процесі транспортування та зберігання;

ергономічні показники, що оцінюють можливий вплив ЗІЗОД на здоров'я, функціональний стан і працездатність людини, тобто які характеризують ступінь безпечного використання ЗІЗОД для людини та збільшення робочого напруження в процесі їх експлуатації. До групи цих показників включають опір диханню, що створюється ЗІЗОД і окремими його вузлами □ фільтруючими елементами, клапанами; рівні зміни температури, відносної вологості та газового складу повітря, яке вдихається; ступінь обмеження функції зору, мовлення, слуху; вагу ЗІЗОД у комплекті і тих його частин, які чинять навантаження на голову та тіло людини; ступінь обмеження пересування, а також необхідна кількість розмірів лицевих частин ЗІЗОД, що забезпечують охоплення основного контингенту працюючих у відповідності з антропометричними даними тощо;

показники технічної досконалості ЗІЗОД, що включають показники естетичного виконання, стандартизації і уніфікації окремих вузлів та деталей; економічності, технологічності виробництва.

Однією з основних характеристик ЗІЗОД є коефіцієнт захисту КЗ. Він позначає кратність зниження концентрації шкідливої речовини, що забезпечується даним засобом індивідуального захисту, і визначає умови, при яких гарантується надійний захист людини від впливу шкідливих речовин, що містяться в повітрі робочої зони.

За цим показником усі фільтруючі ЗІЗОД поділяються на три групи з різним ступенем захисту:

перший □ з $KЗ > 100$, гарантує захист при наявності в повітрі шкідливих речовин з концентраціями, що перевищують рівні ГДК більш ніж в 100 разів;

другий □ з $KЗ = 10 \text{ □ } 100$, гарантує надійний захист від шкідливих речовин при їх наявності в повітрі в кількостях, що не перевищують ГДК більш ніж в 100 разів;

третій \square з $K3 < 10$, гарантує захист від нетоксичних аерозолів, газів та пари при їх наявності в повітрі в кількостях, що не перевищують ГДК більш ніж у 10 разів.

Ізолюючі ЗІЗОД повинні забезпечувати перший ступінь захисту.

Для визначення $K3$ експериментально знаходять коефіцієнт проникання K , який виражає відношення концентрації шкідливої речовини в підмасковому просторі ЗІЗОД (n), до концентрації цієї речовини в навколишньому повітрі або у тому, що поступає на ЗІЗОД (n_0), тобто

$$K = (n / n_0) \cdot 100 \% \quad (5.1)$$

Коефіцієнт проникання фільтруючих ЗІЗОД залежить від можливих шляхів проникання шкідливої речовини в підмасковий простір, а отже, і в органи дихання людини через матеріали фільтра, дефекти конструкції та виготовлення, клапани видихання, через полосу обтюрації та ін.

При розробці нових і вдосконаленні існуючих конструкцій досліджують коефіцієнт проникання через окремі вузли та елементи ЗІЗОД. Складання значень коефіцієнтів проникання через різні елементи ЗІЗОД не дозволяє оцінити захисні властивості ЗІЗОД в цілому. Таку оцінку можна дати тільки на підставі безпосереднього визначення коефіцієнта проникання, за величиною якого можна визначити коефіцієнт захисту за формулою:

$$K3 = 100 / K, \quad (5.2)$$

де K виражено у відсотках.

Знаючи K , можна обчислити коефіцієнт захисної ефективності E , який виражає частку шкідливих речовин (в %), що затримуються даним ЗІЗОД:

$$E = (100 - K). \quad (7.3)$$

Наведені показники дозволяють правильно і за призначенням підібрати найбільш ефективні ЗІЗОД.

Основними вимогами до респіраторів є забезпечення на протязі всього часу їх експлуатації очищення повітря, що вдихається, від шкідливих речовин до ГДК. Найважливішою аеродинамічною характеристикою респіраторів та їх конструктивних елементів є опір диханню. Він визначається перепадом тиску до і після фільтруючого матеріалу, який знаходиться в потоці повітря. Як фізіолого-гігієнічна характеристика опір диханню являє собою змінну

величину, пов'язану з легеневою вентиляцією, структурою дихального циклу, важкістю виконуваної роботи, а також з впливом на дихання стану навколишнього середовища і конструктивних особливостей респіраторів. Якщо в респіраторах норми опору вдихання (100 Па) та видихання (70 Па) згідно дотримуються, тоді вони не викликають істотних змін в структурі дихального циклу і, відповідно, не перешкоджають виконанню роботи зі значними фізичними навантаженнями. Нормальний респіратор повинен ефективно захищати органи дихання і не заважати диханню. Коефіцієнт захисту респіратора повинен бути від 10 до 100, тобто респіратор повинен гарантувати надійний захист від шкідливих речовин при їх концентрації у повітрі в кількостях, що не перевищують ГДК більш, ніж у 100 разів. Час захисної дії повинен становити не менше 6 годин, об'ємний вміст вуглекислого газу, який видихається під респіратором - не більше 2 %, вага - не більше 0,5 кг.

Сфера застосування респіратора тієї чи іншої марки визначається, головним чином, хімічним та дисперсним складом аерозолі, а також їх концентрацією в повітрі робочої зони. При електродуговому зварюванні раніше часто застосовували респіратор марки "Лепесток-200". Однак істотним недоліком респіраторів типу "Лепесток", стосовно захисту органів дихання від шкідливих речовин, які утворюються при зварюванні, є те, що ці респіратори (за своїм призначенням - тип ФП) не можуть очищати повітря від шкідливих газоподібних речовин (монооксиду вуглецю, оксидів азоту, озону, фтористого водню та тетрафтористого кремнію). Тому більш доцільно для захисту органів дихання зварників застосовувати респіратори типу "Снежок-ГП". Ці респіратори, крім протиаерозольного фільтра з матеріалу типу ФП, мають додатковий протигазовий фільтр з комбінованого волокнистого сорбційно-фільтруючого матеріалу, а також клапан видихання. Останній полегшує дихання, причому фільтруюча тканина зсередини не запотіває. Це дозволяє тривалий час користуватися респіратором без заміни фільтруючого елемента.

Для захисту органів дихання при зварюванні покритими електродами, особливо з покриттям, що містить фтористий кальцій, а також порошковими дротами і під флюсами, коли повітря забруднюється газоподібними фтористими сполуками, повинні застосовуватися респіратори марок "Снежок

ГП-В” та “Снежок ФГП-В”. При аргоно-дуговому зварюванні кольорових матеріалів, сплавів та високолегованих сталей, коли в повітрі робочої зони у великих кількостях присутній озон, необхідно користуватися респіраторами марок “Снежок ГП-озон” та “Снежок ФГП-озон”.

Шлангові та автономні ізолюючі маски зварника з примусовою подачею повітря в зону дихання мають ряд переваг перед фільтруючими респіраторами. В їх конструкції передбачена подача повітря в лицеву частину маски в кількості 100...200 л/хв, що забезпечує постійний надлишковий тиск, який виключає підсмоктування в зону дихання забрудненого повітря. При цьому обличчя працюючого омивається струменем чистого повітря потрібної температури, що при високих температурах на робочому місці забезпечує необхідні мікрокліматичні умови для запобігання перегрівання. Відпрацьоване повітря виходить назовні через нещільності. На відміну від респіраторів у підмасковому просторі таких ЗІЗОД відсутній опір диханню, а вміст вуглекислого газу в повітрі, що вдихається, невеликий. подача свіжого повітря запобігає запотіванню скла маски. Період дії цих засобів захисту нічим не обмежується, крім фізіологічних можливостей працюючих з ними.

Конструктивні особливості масок зварника з системою очищення та подачі повітря в зону дихання визначені необхідністю захисту органів дихання від шкідливих речовин, а очі від випромінювання. Складовими частинами таких пристроїв є захисна маска зварника, фільтруючий елемент, збуджувач подачі повітря та з'єднувальний шланг.

За способом подачі повітря в підмасковий простір розрізняють такі системи:

стаціонарні для очищення та подачі повітря;

портативні з вентилятором та фільтром, які встановлюють на поясі зварника;

централізовані з подачею і очищенням повітря від мережі стиснутого повітря.

Маска повинна мати світлофільтр, що захищає очі від випромінювання зварювальної дуги; причому в її конструкції слід передбачати можливість спостереження за підготовчими операціями при виконанні зварювання без

піднімання маски, оскільки це призведе до розгерметизації зони дихання. В залежності від цього розроблені маски зі світлофільтрами на рідких кристалах (з автоматичним затемненням) або зі звичайним світлофільтром (постійної оптичної густини), що відкривається.

Широке розповсюдження знайшли маски зі світлофільтрами з автоматичним затемненням і системою очищення та подачі повітря в зону дихання “Speedglas Fresh Air“ фірми “Hörnell Speedglas Inc.” (США), “Ainstream” фірми “Racal” (Великобританія), “Fresh Air Vnit“ фірми “Nederman” (Швеція) та інші, що забезпечують надійний захист очей, обличчя та органів дихання зварника.

Що стосується системи подачі чистого повітря під маску, то найбільше розповсюдження за кордоном знайшли портативні автономні системи, що розташовуються на поясі зварника. Такі системи складаються з електричного збуджувача тяги, який подає повітря під маску, фільтруючого блока для очищення забрудненого повітря, що забирається з робочої зони зварника, та гнучких шлангів, які з’єднують систему очищення та подачі повітря з захисною маскою (рис. 5.1). Схема і пристрій цих масок компактні, мають незначну вагу, не заважають проведенню зварювальних робіт та звільняють руки зварника. Згідно дану систему за принципом дії та способом подачі повітря можна віднести до нового класу ЗІЗОД – фільтруючих з примусовою подачею повітря.

Широко застосовуються також маски, до яких повітря надходить від внутрішньоцехової компресорної системи. Комплект включає герметичну маску; фільтр з активованим вугіллям для очищення повітря від домішок; редуктор, приєднаний до магістралі зі стиснутим повітрям; запобіжний клапан, що спускає повітря з-під маски при його надмірному тиску; індикаторний пристрій, який дозволяє визначати ступінь забруднення активованого вугілля у фільтрі; та поясний ремінь, на якому змотовано усі перелічені елементи.

До систем подачі повітря в зону дихання ставляться такі вимоги:

струмінь повітря під щитком повинен розподілятися симетрично відносно носа і рота зварника;

швидкості повітряних струменів, що виходять з різних точок повітродозподільного пристрою, повинні бути однаковими для уникнення ежекційного ефекту;

для створення необхідного надмірного тиску повітря під маскою, що перешкоджає прониканню під неї шкідливих речовин, витрата повітря, яке подається, повинна становити не менше 200 л/хв, а з урахуванням фізіолого-гігієнічних вимог до маски оптимальною є подача повітря під маску з об'ємною швидкістю 100...200 л/хв.

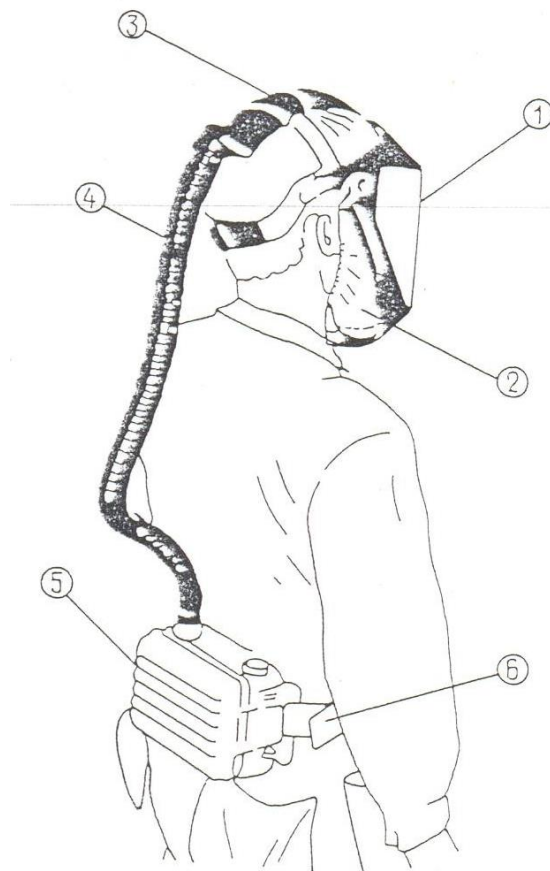


Рис. 5.1. Захисна маска зварника з портативною системою очищення та подачі повітря в зону дихання: 1 – маска зі світлофільтром з автоматичним затемненням; 2 – герметизатор з тканини; 3 – пристрій подачі та розподілу повітря під маскою; 4 – повітровід; 5 – система очищення та подачі повітря з електричним живленням вентилятора; 6 – пояс

Якщо очищене повітря подавати не під маску зварника, а в напівмаску для дихання, то необхідна захисна ефективність такої системи (рис. 5.2) досягається при значно меншій швидкості подачі повітря в зону дихання – від 30 до 110 л/хв в залежності від важкості роботи та фізіологічних можливостей працюючих. Це забезпечується більш повним ізолюванням органів дихання в

порівнянні з захисною маскою зварника. До того ж ця модель ЗІЗОД (система очищення і подачі повітря в зону дихання зварника) дає можливість її використовувати в комплекті з захисним щитком чи маскою будь-якої конструкції, спеціально не пристосованої для підключення до системи подачі повітря. Дана система належить до фільтруючих ЗІЗОД з примусовою подачею повітря.

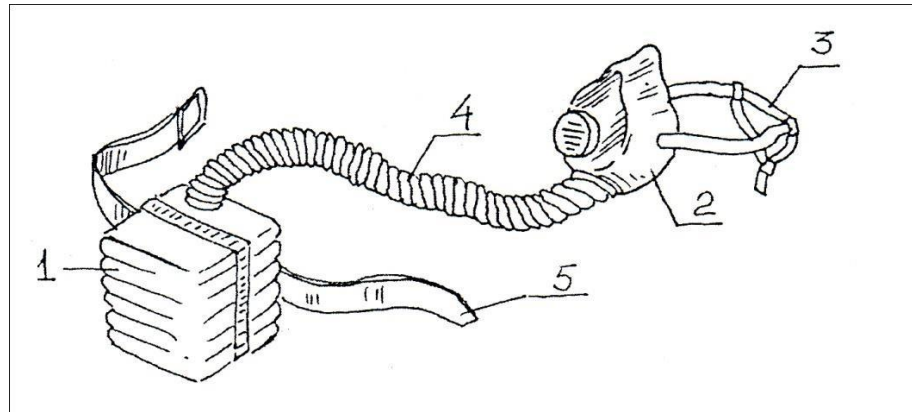


Рис. 5.2. Портативна система очищення та подачі повітря в зону дихання зварника: 1 – пристрій очищення та подачі повітря; 2 – напівмаска; 3 – наголовне кріплення; 4 – повітровід; 5 – поясний ремінь

При роботі в умовах з нормальними параметрами мікроклімату згідно розглянуті ЗІЗОД практично задовольняють поставлені вимоги. Але при зварюванні в умовах знижених або підвищених температур, що нерідко характерно для зварювального виробництва, дані ЗІЗОД непридатні, оскільки в них не передбачено регулювання температури повітря в зоні дихання. Тому в таких умовах необхідно застосовувати ЗІЗОД, які забезпечують очищення і подачу під маску зварника повітряного потоку з заданою температурою від зовнішнього джерела. Такі апарати, крім системи очищення і подачі повітря під маску, включають в себе спеціальний пристрій кондиціонування повітря (рис. 5.3). Стиснуте повітря, що надходить від промислової мережі або персонального компресора, очищується в фільтрах попередньої та тонкої очистки, подається в вихрову трубку, де відбувається розподіл повітря на охолоджене і нагріте. Підготовлене повітря надходить в повітророзподільний блок, що монтується на масці зварника. Температура повітря регулюється дросельним вентиляєм в межах $\pm 12^{\circ}\text{C}$ по відношенню до температури навколишнього повітря.

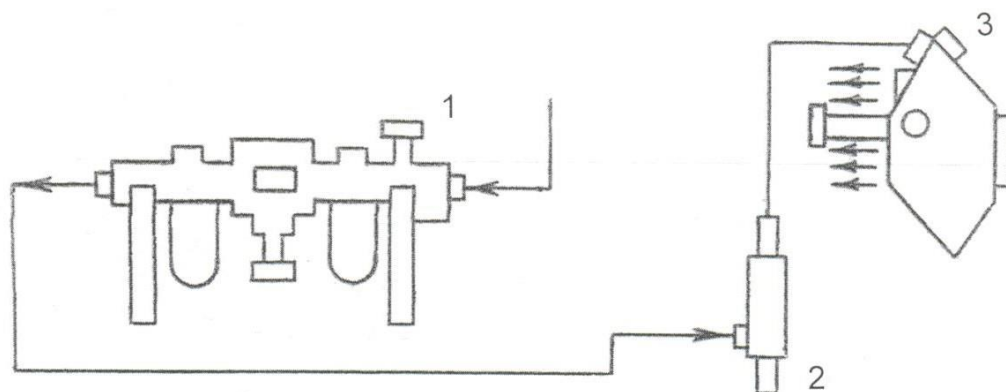


Рис. 5.3. Система кондиціювання маски зварника (ЗАО “Ремез”): 1 – фільтр; 2 – вихрова трубка; 3 – маска

5.2 Джерела, шляхи і засоби забезпечення пожежної безпеки об’єктів галузі

Пожежна безпека (див. схему) забезпечується системами попередження пожежі, протипожежного захисту та організаційно-технічними заходами.

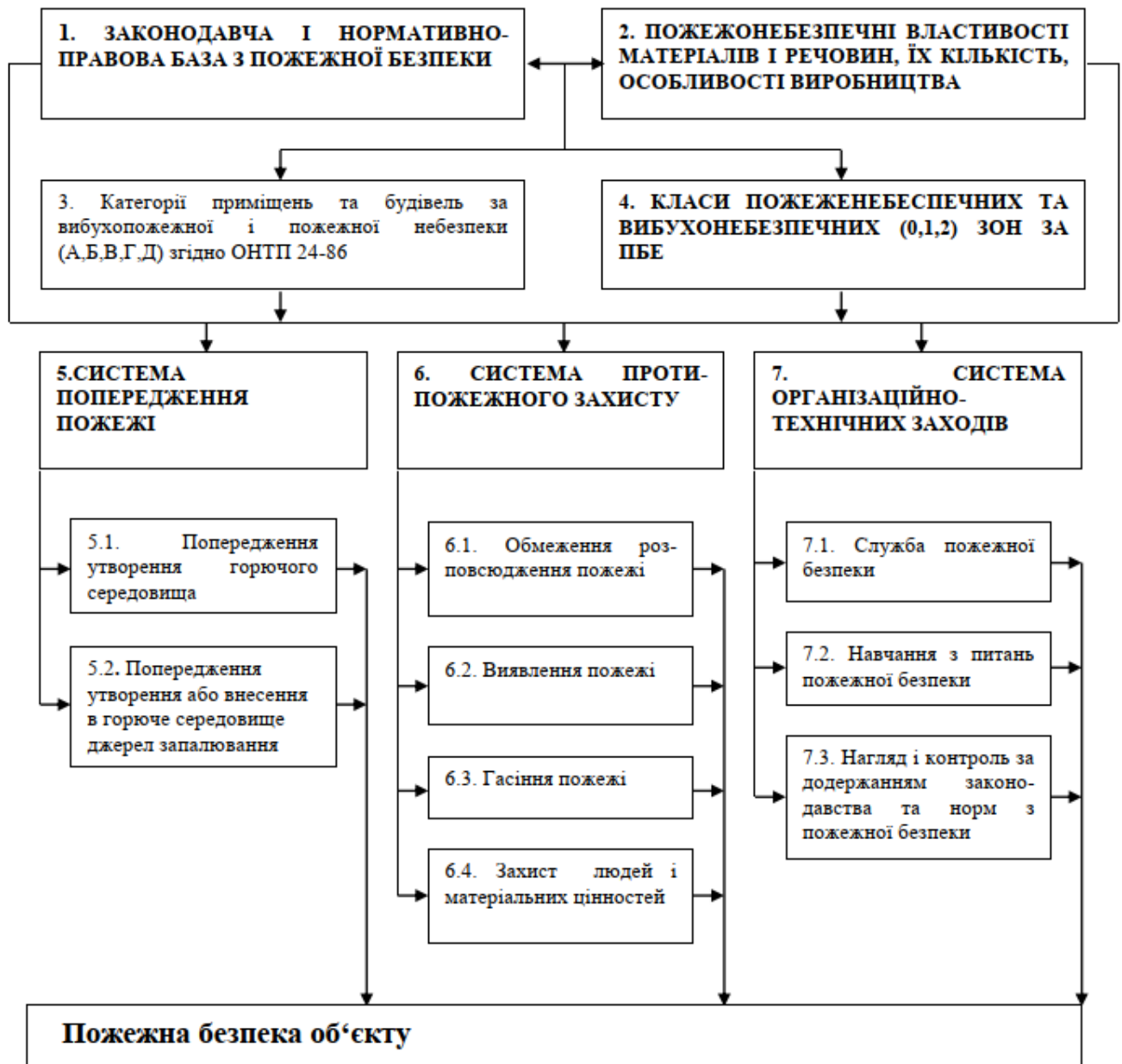
Для розробки комплексу конкретних технічних і організаційних рішень та заходів, які здатні забезпечити необхідну ступінь безпеки, необхідно попередньо визначити рівень пожежної небезпеки об’єкту.

Законодавча та нормативна база пожежної безпеки (ПБ) є нормативною і методичною основою для аналізу стану пожежної небезпеки і формування системи забезпечення ПБ об’єкту.

Аналізуючи за допомогою показників вибухопожежонебезпеки речовини і матеріали, що використовуються, обертаються і зберігаються на об’єкті з урахуванням їх фактичної кількості і особливості виробництва, оцінюються вибухопожежонебезпечність об’єкту, яка являє собою прогноз виникнення пожежі і його наслідків, тобто від чого, що і як може зайнятися і до чого це може призвести. Таким чином, методика аналізу вибухопожежонебезпеки зводиться до виявлення і оцінки умов формування горючого середовища, потенційних і фактичних джерел запалювання, умов виникнення контакту горючого середовища з джерелом запалювання, умов і причин розповсюдження

вогню у випадку виникнення пожежі, масштабу можливої пожежі, наявності загрози життю людей, навколишньому середовищу, матеріальним цінностям.

Схема забезпечення ПБ об'єкта



Необхідність об'єктивної оцінки вибухопожежонебезпеки потребує чітких критеріїв. Існують два підходи до питань нормування і визначення пожежної небезпеки: верогіднісний і детермінований.

Верогіднісний підхід базується на концепції допустимого ризику, вірогідність якого не повинна перевищувати 10-6 одиниць небезпечних факторів пожежі на одну людину в рік. Цей показник закладено в концепцію формування пожежної безпеки.

Детермінований підхід базується на розподілі об'єктів за ступенем небезпеки, що визначається параметром, який характеризує наслідки пожежі, на категорії і класи з конкретним визначенням кількісних меж розмежування.

Категорія пожежної небезпеки приміщення (будівлі, споруди) – це класифікаційна характеристика пожежної небезпеки об'єкта, що визначається кількістю і пожежонебезпечними властивостями речовин і матеріалів, які знаходяться (обертаються) в них з урахуванням особливостей технологічних процесів розміщених в них виробництв.

Відповідно до ОНТП 24-86 приміщення за вибухопожежною та пожежною небезпекою поділяють на п'ять категорій (А, Б, В, Г, Д). Якісним критерієм вибухопожежної небезпеки приміщень (будівель) є наявність в них речовин з певними показниками вибухопожежної небезпеки. Кількісним критерієм визначання категорії є надмірний тиск (Р), який може створитися при вибуховому загорянні максимально можливого скупчення (навантаження) вибухонебезпечних речовин у приміщенні.

Категорія А (вибухонебезпечна), категорія Б (вибухопожежонебезпечна), категорія В (пожежонебезпечна).

Категорія Г. Не горючі речовини та матеріали в гарячому, розжареному або розплавленому стані, процес обробки яких супроводжується виділенням променистого тепла, іскор, полум'я; горючі гази, спалимі рідини, тверді речовини, які спалюються або утилізуються як паливо.

Саме до цієї категорії відносяться приміщення більшості зварювальних дільниць і цехів.

Категорія Д. Не горючі речовини та матеріали в холодному стані.

Аналізуючи вище наведену класифікацію не важко зрозуміти, що приміщення зварювальних дільниць та цехів за вибухопожежонебезпекою відносяться до категорії Г.

Після визначення категорії приміщень за вибухопожежною та пожежною небезпекою визначається категорія будівель в цілому. Остання залежить від відсотку приміщень відповідної категорії або їх площ.

Наприклад, будівля належить до категорії Г, загальна площа приміщень категорії А, Б, В і Г перевищує 5% сумарної площі усіх приміщень, або 200 м².

Визначення категорії будівель в цілому виконується після визначення категорій приміщень. Залежно від встановленої категорії за вибухопожежною та пожежною небезпекою, передбачається відповідний чинним нормативам комплекс об'ємно-планувальний рішень та профілактичних заходів.

5.3 Метеорологічні небезпечні явища (МНО)

Формування МНО безпосередньо залежить від особливостей клімату України. Наведемо коротку характеристику.

Україна розташована у центральній частині Європейського континенту в складних фізико-географічних умовах, що зумовлює своєрідність впливу основних кліматоутворювальних факторів на формування клімату — надходження сонячної радіації, циркуляції атмосфери, а також антропогенної діяльності. Особливості їх прояву залежать від широти місцевості, висоти над рівнем моря, орографії тощо і є індикаторами кліматичних умов місцевості. Клімат України, виходячи із загального уявлення про закономірності його формування, відзначається великою різноманітністю.

Україна отримує достатню кількість тепла і вологи, що створює сприятливі природно-кліматичні умови на її території. Значна протяжність території призводить до великої просторової розмаїтості кліматичних умов: від надмірного зволоження на заході та північному заході до посушливого на сході та південному сході; від клімату гірської тундри до субтропічного на Південному березі Криму. Особливості регіональної циркуляції атмосфери проявляються у збільшенні континентальності із заходу на схід. Різноманітність клімату також пов'язана з видами підстильної поверхні, що змінюється від рівнинної території до гірської (Українські Карпати, Кримські гори). Широтний хід метеорологічних величин порушують височини. Значна протяжність морської берегової лінії впливає на клімат прибережних районів. У формуванні клімату України важливу роль відіграє мікроклімат, що проявляється неоднорідністю горизонтальних і вертикальних градієнтів кліматологічних показників внаслідок складної взаємодії діяльної поверхні у системі природних і перетворених ландшафтів. Розгалужена річкова мережа,

великі озера, штучні водосховища беруть участь у формуванні своєрідних кліматичних умов, які виникають при взаємодії водних об'єктів з оточуючим суходолом і атмосферою. Велика кількість крупних міст і промислових об'єктів створює специфічний клімат як результат впливу господарської діяльності людини на клімат природного ландшафту.

Складність фізико-географічних умов і синоптичних процесів зумовлюють часту повторюваність різних атмосферних, у тому числі і стихійних явищ, які в окремих випадках мають катастрофічний характер і завдають великих матеріальних збитків економіці країни. Знання про клімат України базується на закономірностях просторово-часового розподілу кількісних показників полів основних метеорологічних величин, які характеризують стан атмосфери як однієї з ланок кліматичної системи і залежать як від природних, так і від антропогенних чинників. Усі ці фактори взаємодіють між собою і формують сучасний клімат України.

Основні метеорологічні поняття.

Стихійні гідрометеорологічні явища (СГЯ) – атмосферні явища, які за своєю інтенсивністю, періодом виникнення, тривалістю та площею поширення можуть завдати або завдали значних збитків господарству країни та населенню.

Небезпечні гідрометеорологічні явища (НЯ) – атмосферні явища, які при досягненні певних значень (чи у випадку їхньої появи) можуть порушити виробничу діяльність деяких галузей національної економіки, але за своєю інтенсивністю, тривалістю та районом поширення не досягають критеріїв СГЯ.

Різкі зміни погоди (РЗП) – зміни умов погоди, за яких метеорологічні явища за своєю інтенсивністю та тривалістю можуть не досягти критеріїв небезпечних чи стихійних, але при цьому істотно позначаються на діяльності деяких галузей національної економіки.

Критерії небезпечних та стихійних явищ наведені в таблиці 5.1 і 5.2

Усі метеорологічні явища, наведені в таблиці 5.1, належать до небезпечних гідрометеорологічних явищ, вказані в таблиці 5.2 – до стихійних гідрометеорологічних явищ у випадках, коли:

вони досягають вказаних критеріїв не менше, ніж на одній третини території області чи в крупному населеному пункті;

смерч, шквал та град належать до НЯ тоді, коли вони досягають
указаних критеріїв на території >10% або у крупному населеному пункті;

заморозки належать до НЯ, якщо вони спостерігалися в пункті, а також
менше, ніж на одній третини території області.

смерч і шквал ≥ 25 м/с та крупний град належать до стихійних
метеорологічних явищ незалежно від площі, на який вони спостерігались.

Таблиця 5.1. Небезпечні явища.

Метеорологічні явища	Критерії НЯ	
	Інтенсивність	Тривалість, год
1	2	3
Опади		
а) сніг	7–19 мм	≤ 12 год
б) дощ, мокрий сніг	15–49 мм	≤ 12 год
в) дощ в селенебезпечних районах	15–29 мм	≤ 12 год
Вітер (в т.ч. шквал, смерч): максимальна швидкість – високогір'я Карпат та гори Криму	15–24 м/с 15–39 м/с	будь-яка будь-яка
Туман (видимість)	≤ 500 м	≥ 3 год
Ожеледь (діаметр)	6–19 мм	будь-яка
Паморозь (діаметр)	≥ 50 мм	будь-яка
Налипання мокрого снігу, складні відкладення (діаметр)	11–34 мм	будь-яка
Ожеледиця	будь-яка	будь-яка
Гроза	будь-яка	будь-яка
Заморозок (у повітрі або на поверхні ґрунту, а також на висоті 2 см у період вегетації)	$< 0^{\circ}\text{C}$	будь-яка
Град, діаметр	6–19 мм	будь-яка
Пожежна небезпека	$4001^{\circ}\text{--}10000^{\circ}$	будь-яка

Небезпечні стихійні явища найбільш часто спостерігаються в Україні. В
Україні стихійними є більше десятка явищ погоди, за якими гідрометеослужба
проводить спостереження і попередження населення. До цих явищ належать:
сильні та тривалі дощі, зливи, снігопади, град, тумани, сильні вітри, шквали,
смерчі, хуртовини, пилові бурі, ожеледь, налипання мокрого снігу, складні
відкладення, екстремальні температури. На рисунку 5. 3 показана
повторюваність (%) випадків стихійних явищ погоди в Україні за 1981-2020 рр.

Таблиця 5.2. Стихійні гідрометеорологічні явища

Метеорологічні явища	Критерій СГЯ	
	Інтенсивність	Тривалість, год
1	2	3
Опади		
а) сніг	≥20 мм	≤ 12 год
б) дощ, мокрий сніг	≥50 мм	≤ 12 год
в) дощ в селенебезпечних районах	≥30 мм	≤ 12 год
г) сильна злива	≥30 мм	≤ 1 год
д) тривалі дощі	≥100 мм	1-3 доби (крім селенебезпечних районів)
Вітер (в т.ч. шквал, смерч): максимальна швидкість	≥25 м/с	будь-яка
- високогір'я Карпат та гори Криму	≥40 м/с	будь-яка
Сильні хуртовини, пилові бурі за максимального вітру	≥15 м/с	≥12 год
Налипання мокрого снігу, складні відкладення (діаметр)	≥35 мм	будь-яка
Туман (видимість)	< 100 м	≥12 год
Ожеледь (діаметр)	≥20 мм	будь-яка
Град, діаметр	≥20 мм	будь-яка
Заморозок (у повітрі або на поверхні ґрунту, а також на висоті 2 см у період вегетації)	<0°C	будь-яка
Зниження температури повітря на Південному березі Криму	До -10°C і нижче	будь-яка
Пожежна небезпека	>10000 ⁰	будь-яка
Сильна спека	40°C і вище +35°C і вище	Дніпропетровська, Донецька, Запорізька, Кіровоградська, Луганська, Миколаївська, Одеська, Полтавська, Харківська, Херсонська обл., АР Крим, решта території
Сильний мороз	-30°C і нижче -35°C і нижче	Дніпропетровська, Кіровоградська, Запорізька, Миколаївська, Одеська, Херсонська обл., АР Крим (крім Південного берега); решта території

У цій же роботі наводиться інформація про зміну в кількості небезпечних погодних явищ в Україні.

Одним з головних проявів регіональних кліматичних змін на тлі глобальних процесів потепління є істотне підвищення температури повітря, зміна структури опадів, збільшення кількості стихійних метеорологічних явищ, екстремальних погодних умов, шкоди, яку приносять ці явища різних галузей

економіки і населенню. Ці процеси характерні і для України. За даними Міжнародного банку реконструкцій та розвитку щорічний збиток від природних надзвичайних ситуацій тільки державного та регіонального рівня в Україні в 2000-2006 рр. склав близько 340 млн. дол. США. Фактичний збиток був значно більшим і за даними Укргідромету і Міністерства аграрної політики України досягав майже 900 млн. дол. США.



Рисунок 5.3. Повторюваність (%) випадків стихійних явищ погоди в Україні за 1981-2020 рр.,

категорія 1 – опади; категорія 2 - вітер (в т. ч. шквал, смерч); категорія 3 – екстремальні температури; категорія 4 – туман; категорія 5 – заметіль; категорія 6 - град; категорія 7 - складні відкладення; категорія 8 – ожеледь; категорія 9 – налипання мокрого снігу.

З середини 90-х років. ХХ століття в Україні спостерігається істотне збільшення приземної температури і середньої температури тропосфери. Разом з ростом вмісту вологи атмосфери це призвело в теплий період до підвищення рівня конвекції і потужності конвективно-нестійкого шару атмосфери, а також до істотного збільшення енергії нестійкості і, відповідно, швидкості вертикальних рухів. В останні роки ця тенденція значно посилилася.

Внаслідок таких змін в Україні зросла кількість і інтенсивність конвективних явищ погоди: гроз, злив, граду, шквалу, смерчів. Зросло також

кількість сильних і дуже сильних дощів і істотно збільшився їхній внесок в загальну суму опадів теплого періоду і, відповідно, річну суму. Ці зміни призвели до збільшення кількості паводків в Україні.

Разом з тим для деяких явищ погоди характерна тенденція до зменшення кількості стихійних явищ. Це відноситься перш за все до явищ, пов'язаних з вітром: пилові бурі, хуртовинам, сильних вітрів. Взимку в Україні відзначається найбільш суттєва зміна кліматичних умов, яке проявляється насамперед у значному підвищенні температури повітря, особливо мінімальної. Збільшується і кількість стихійних явищ погоди, зокрема, сильних снігопадів, ожеледицю.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

Кузов автомобіля є однією з найважливіших його частин, яка забезпечує безпеку пасажирів, аеродинаміку та естетичний вигляд. Конструкція кузова та методи його ремонту постійно удосконалюються з огляду на новітні технології та матеріали.

В підсумку, конструкція кузова та методи його ремонту є динамічною областю, що розвивається у відповідь на технічний прогрес і змінюючіся потреби ринку. Важливо, щоб сервісні центри та майстерні ремонту були освічені та готові до використання найновіших технік та матеріалів для забезпечення якості обслуговування своїх клієнтів.

В останні роки автомобільна промисловість спостерігає значний розвиток технологій ремонту кузовних елементів. Однак, незважаючи на впровадження новітніх методів і засобів, існують певні складнощі, які виникають під час роботи з пошкодженими поверхнями, зокрема в питаннях фіксації ремонтних пристроїв.

Аналіз існуючого стану на сьогоднішній день використовуються різні методи фіксації, такі як магнітні захвати, клеючі полімерні з'єднання, вакуумні присоски тощо. Однак їх ефективність може бути обмежена типом пошкодження, рівнем деформації, а також матеріалом, з якого виготовлена деталь.

Проблематика фіксації на практиці часто виникають випадки, коли стандартні засоби фіксації не забезпечують достатньої міцності або не дозволяють рівномірно передавати зусилля на деформовану поверхню.

В результаті проведених досліджень виявлено, що оптимізація процесу фіксації може значно підвищити якість ремонту, зменшити час на його виконання та знизити ризик подальших пошкоджень.

Шляхи вдосконалення:

Розробка нових матеріалів для фіксації, що забезпечують краще зчеплення з пошкодженими поверхнями.

Впровадження регульованих систем фіксації, які дозволяють змінювати силу тиску в залежності від конкретної ситуації.

Використання комбінованих методів фіксації для різних типів пошкоджень.

Враховуючи тенденції до постійного зростання складності дизайну автомобілів та використання нових матеріалів, очікується, що питання вдосконалення технологій ремонту будуть залишатися актуальними. Нові методи фіксації, базовані на науковому підході, дозволять автосервісам надавати клієнтам послуги вищого рівня.

У підсумку, вдосконалення технологічного процесу ремонту кузовних елементів, зокрема фіксації пристроїв на пошкоджених поверхнях, є ключовим для забезпечення високої якості ремонту в сучасних умовах.

БІБЛІОГРАФІЯ

1. Бабіч Б.С., Лущик В.В. Технічне обслуговування й ремонт металевих кузовів автомобілів – К: Либідь, 2001-460с. Підручник
2. Бабіч Б.С., Лущик В.В. Технічне обслуговування й ремонт металевих кузовів автомобілів – К: Либідь, 2001-460с. Підручник
3. Ляшук О.Л., Гудь В.З., Пиндус Ю.І., Левкович М.Г., Хорошун Р.В. Методичний посібник до виконання кваліфікаційної роботи магістра за освітньо-кваліфікаційним рівнем «магістр» галузі знань 27 «Транспорт» спеціальності 274 «Автомобільний транспорт» – Тернопіль: Видавництво ТНТУ, 2020. – 66 с.
4. Гевко І.Б. Техніко-економічне обґрунтування процесу механічної обробки з використанням комбінованого свердла-мітчика / І.Б.Гевко, Р.Я., Лещук, І.І.Стойко, Н.М.Марчук, М.Д.Сіправська // Сільськогосподарські машини: Зб. наук. ст.–Вип. 40.–Луцьк, 2018. С.21-31.
5. 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.
6. 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.
7. Конспект лекцій з курсу «Технології обслуговування автотранспортних засобів». / Р.В. Хорошун, О.Л. Ляшук, Н.Т. Навроцька. – Тернопіль: Вид-во ТНТУ, 2021. – 194 с.
8. Ляшук О.Л. Конспект лекцій з дисципліни «Технічна експлуатація автомобілів» для студентів спеціальності 274 «Автомобільний транспорт» / О.Л. Ляшук, В.М.Клендій, Р.В.Хорошун. – Тернопіль: Вид. ТНТУ – 2018. – С. 302.
9. Лудченко О.А. Технічне обслуговування і ремонт автомобілів: Підручник – К.: Знання. 2003. – 511 с.

10. Лудченко О.А. Технічне обслуговування і ремонт автомобілів: організація і управління: Підручник – К.: Знання. 2004. – 478 с.
11. Лудченко О.А. Технічна експлуатація і обслуговування автомобілів. Технологія [Текст]: Підручник. / О.А. Лудченко. - Київ: Знання-Прес, 2007. - 527с.
12. 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.
13. 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>.
14. Sokil, B., Lyashuk, O., Sokil, M., Vovk, Y., Lebid, I., Nevko, I., Khoroshun R Matviyishyn, A. (2022). Methodology of Force Parameters Justification of the Controlled Steering Wheel Suspension. Communications, 24(3), B247-B258.
15. Охорона праці в галузі та цивільний захист: навчальний посібник / Ю. А. Гасило, О. А. Крюковська. К. О. Левчук, Р. Я. Романюк. — Кам'янське : ДДТУ, 2017. — 369 с.
16. Безпека в надзвичайних ситуаціях : навч. посібник для студентів ЗВО України : у 2 ч. Ч. 1: Надзвичайні ситуації / М. Л. Лисиченко, В. В. Вамболь, С. О. Вамболь, М. М. Кірієнко, І. А. Черепньов, В. М. Власовець ; за ред. М. Л. Лисиченка ; ХНТУСГ. – Харків : ТОВ “ПромАрт”, 2021. – 202 с.
17. Охорона праці на автомобільному транспорті : навчальний посібник / Пістун І. П., Хом'як Й. В., Хом'як В. В. - 2-ге вид., стер. - Суми : Університетська книга, 2015. - 374 с.
18. Характеристики неодимових магнітів. URL: <https://neodim.net.ua/harakteristiki>. (Дата звернення 05.12.2021).
19. Статистика ДТП в Україні. URL: <http://patrol.police.gov.ua/statystyka/>. (Дата звернення 1.11.2021).

20. Технологічне обладнання для підприємств автомобільного транспорту / В. П. Волков, В. М. Міщенко, О. П. Кравченко, та ін. – Харків : ХНАДУ, 2010. – 556 с.
21. Сахно В.П., Сирота В.І. Автомобілі. Основи конструкції, теорія: Навч. посібник. - К.: Арістей, 2007. - 288 с.
22. Сахно В.П., Безбородова Г.Б., Маяк М.М., Шарай С.М. Автомобілі: Тягово-швидкісні властивості та паливна економічність / Навч. посібник. - К.: КВІЦ, 2008. - 174 с.
23. 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 (2023) Scientific Journal of Silesian University of Technology. Series Transport, 118, pp. 161-172. (Scopus).
24. Aulina, V., Kropivnyia, V., Kuzyka, O., Lyashuk, O., Bosyia, M., Vovk, Y., Kropivnaa, A., Sokol, M., Senyk, A., Slobodyan, L. The Influence of Titanium as a Desferoidizing Element on the Stability of Production of Magnesium Cast Irons with Compacted Graphite (2021) Tribology in Industry - Kragujevac : University of Kragujevac, 4 (43), pp. 654-666. (Scopus).
25. Рудзінський В.В. Транспортні засоби: Навчальний посібник. - К.: НТУ, 2009.- 136 с.
26. Костів Б.І. Експлуатація автомобільного транспорту: Підручник.- Львів: Світ, 2010. – 496 с.
27. Технологічне проектування підприємств автосервісу. Навчальний посібник / За ред. І. П. Курнікова. – К.: Видавництво «Іван Федоров», 2011. – 262 с.
28. Навчальний посібник «Техноекологія та цивільна безпека. частина «Цивільна безпека»» / автор-укладач В.С. Стручок– Тернопіль: ФОП Паляниця В. А., – 156 с.