

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня

бакалавр

(назва освітнього ступеня)

на тему: Удосконалення технологічного процесу відновлення кузова
легкового автомобіля із розробкою конструкції стенду

Виконав(ла): студент(ка) 4 курсу, групи МА-41

спеціальності 274

Автомобільний транспорт

(шифр і назва спеціальності)

Ярослав ЗУБЧУК

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Керівник

(підпис)

Андрій ГУПКА

(прізвище та ініціали)

Нормоконтроль

(підпис)

Роман ХОРОШУН

(прізвище та ініціали)

Завідувач кафедри

(підпис)

Олег ЦЬОНЬ

(прізвище та ініціали)

Рецензент

(підпис)

(прізвище та ініціали)

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

Факультет Інженерії машин, споруд та технологій

(повна назва факультету)

Кафедра Автомобілів

(повна назва кафедри)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

Олег ЦЬОНЬ

(підпис)

(прізвище та ініціали)

« 24 » січня 2025 р.

**ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ**

на здобуття освітнього ступеня бакалавр

(назва освітнього ступеня)

за спеціальністю 274 Автомобільний транспорт

(шифр і назва спеціальності)

студенту Зубчуку Ярославу Володимировичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Удосконалення технологічного процесу відновлення кузова легкового автомобіля із розробкою конструкції стенду

Керівник роботи Гупка Андрій Богданович к.т.н., доцент

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Затверджені наказом ректора від «24» січня 2025 року № 4/7-46

2. Термін подання студентом завершеної роботи 24 червня 2025

3. Вихідні дані до роботи Технологічна карта процесу відновлення. Конструкторська документація на стенд (креслення, специфікація). Розрахунок навантажень, стійкості та безпеки конструкції.

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

1 Загально-технічний розділ

2 Технологічний розділ

3 Конструкторський розділ

4 Безпека життєдіяльності, основи охорони праці

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

3D модель стенду – 1 лист А1

Огляд існуючих конструкцій стендів – 1 лист А1;

Стенд для відновлення геометрії кузова автомобіля – 1 лист А1;

Складальне креслення стенда – 1 лист А1;

Деталювання – 1 лист А1;

Технологічна схема на перевірку елементів кузова легкового автомобіля – 1 лист А1;

[illegible]

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

(прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

У кваліфікаційній роботі розглядається питання підвищення ефективності технологічного процесу відновлення кузова легкового автомобіля шляхом удосконалення як організації робіт, так і конструкції технологічного стенду. Проведено аналіз типових ушкоджень кузовів, зокрема наслідків ДТП і експлуатаційного зносу, з детальним описом характеру деформацій та методів їх усунення.

У роботі досліджено сучасні методи рихтування, особливості застосування стапельного обладнання, технології зварювання та вимоги до відновлення геометричних параметрів кузова. Подано розрахунки навантажень на стенд, вибір гідроциліндра, проведено компоновку конструкції із урахуванням мобільності, стійкості та зручності використання.

Запропоновано технічні рішення щодо модернізації базового стенда на основі аналізу існуючих аналогів, враховуючи недоліки та переваги моделей на ринку. Значна увага приділена також організаційним аспектам роботи станції технічного обслуговування: зонуванню робочих постів, чисельності працівників, вибору обладнання та інструменту.

У розділі з охорони праці виконано розрахунок вентиляції приміщення, визначено ризики та шляхи забезпечення безпеки на робочому місці, подано рекомендації щодо покращення умов праці персоналу.

ЗМІСТ

РЕФЕРАТ	4
ЗМІСТ	5
ВСТУП	7
1 ЗАГАЛЬНО-ТЕХНІЧНИЙ РОЗДІЛ	9
1.1 Основні види пошкоджень кузовів легкових автомобілів	9
1.2 Характерні прояви аварійних пошкоджень кузовів автомобілів	10
1.3 Характерні пошкодження кузова автомобіля, які виникають під час його експлуатації	14
2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ	17
2.1 Основні технологічні процеси правки кузовів легкових автомобілів	17
2.2 Порядок розрахунку сумарної чисельності робітників	19
2.3 Визначення загального числа допоміжних постів при виконанні ремонтних робіт.	20
2.4 Основні етапи виконання ремонтних робіт автомобіля на кузовній дільниці	20
2.5 Критерії вибору технологічного устаткування для ремонту автомобіля на кузовній дільниці	23
2.6 Послідовність виконання технологічного процесу при ремонті кузовів автомобілів	25
2.7 Основні етапи технологічного процесу по усуненні деформацій кузова автомобіля	28
2.8 Удосконалення технологічного процесу з відновлення кузова автомобіля	31
3 КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ	33
3.1 Аналоги конструкцій стендів для відновлення геометрії кузова легкового автомобіля	33
3.2 Силловий та кінематичний розрахунок основних вузлів та деталей проектного стенда	37
3.3 Силловий та кінематичний розрахунок основних елементів стенда	

для відновлення геометрії кузова автомобіля	41
3.3.1 Послідовність розрахунку основної рами станду	41
3.3.2 Послідовність розрахунку осі важеля силового пристрою	44
4 БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ, ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ	47
4.1 Розрахунок вентиляції у приміщенні	47
4.2 Забезпечення безпеки життєдіяльності	53
4.3 Основні напрями забезпечення безпеки життєдіяльності	55
ВИСНОВКИ	57
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	58

ВСТУП

Одним із важливих резервів збільшення ефективності експлуатації автотранспортної системи країни є організація ремонту автомобілів на якісно високому рівні. Необхідність здійснення ремонтних робіт зумовлена тим, що в процесі довготривалого використання транспортні засоби досягають такого технічного стану, коли витрати на забезпечення їхньої працездатності перевищують економічну віддачу від подальшої експлуатації. Такий стан класифікується як граничний і є наслідком нерівномірного зносу елементів конструкції, що пов'язано з неоднаковими умовами навантаження та експлуатації. З огляду на технічну складність та варіативність умов роботи, створення повністю рівномірного автомобіля, в якому всі деталі зношувалися б одночасно, є практично неможливим. Тому проведення ремонтів навіть у разі заміни окремих компонентів із меншим ресурсом є технічно обґрунтованим і економічно доцільним.

Ключовим джерелом економічної вигоди ремонту є раціональне використання залишкового ресурсу деталей. Статистичні дані свідчать, що близько 70% елементів автомобіля, які досягли граничного стану, зберігають експлуатаційний потенціал і можуть бути повторно використані без ремонту або після незначного відновлення.

Серед основних вузлів автомобіля, що мають значний вплив на його працездатність, слід виокремити кузов. Конструкція кузова легкового автомобіля належить до найскладніших з погляду виробництва, що підтверджується тим, що на його виготовлення припадає до 60% загальної трудомісткості виготовлення автомобіля. До складу кузова відносять також зовнішні елементи (оперення), такі як облицювання радіатора, капот, крила, багажна кришка. Забезпечення належного рівня жорсткості та міцності кузова істотно подовжує ресурс автомобіля, а його критичне пошкодження часто означає виведення з експлуатації усього транспортного засобу.

Функціонування рухомого складу автотранспортних підприємств передбачає наявність розгалуженої системи технічного обслуговування й

ремонту, яка реалізується за рахунок впровадження регламентованих процедур контролю технічного стану та профілактичних дій на спеціалізованих підприємствах і авторемонтних заводах.

Сучасний підхід до організації ремонтного виробництва орієнтований на концентрацію ресурсів у межах виробничих об'єднань автомобільної галузі, що дозволяє спеціалізувати та масштабувати ремонтні потужності. Завдяки цьому з'являється можливість впровадження передових технологічних рішень, високопродуктивного обладнання та автоматизованих систем контролю якості, що загалом підвищує надійність та ефективність ремонтного процесу.

Підтримка національного автопарку в працездатному стані в умовах сьогодення базується на інфраструктурі автосервісу, яка набула значного поширення. Станції технічного обслуговування (СТО), розташовані по всій країні, забезпечують широкий спектр послуг з обслуговування та ремонту транспортних засобів. Зокрема, спостерігається зростання частки кузовних робіт у загальному обсязі виконаних операцій, особливо на великих СТО.

Сучасні СТО активно впроваджують інноваційні методи відновлення кузовів, що включають застосування спеціалізованого інструменту, технологій зварювання в середовищі інертних газів, а також стендів для редагування геометрії кузова з точними системами вимірювання та контролю.

У межах цієї кваліфікаційної роботи поставлено за мету розроблення конструкції універсального стенда для відновлення геометричних параметрів кузова легкового автомобіля, що дозволить підвищити ефективність і точність ремонтних заходів, а також забезпечити відповідність сучасним вимогам технологічності та безпеки

1 ЗАГАЛЬНО-ТЕХНІЧНИЙ РОЗДІЛ

1.1 Основні види пошкоджень кузовів легкових автомобілів

У процесі експлуатації автомобіля конструктивні елементи кузова, включаючи вузли та агрегати, зазнають постійного впливу різноманітних динамічних навантажень. Зокрема, йдеться про згинальні навантаження у вертикальній площині, крутильні моменти, а також зусилля, спричинені вагою самого автомобіля, його вантажу та пасажирів. Окрім того, на структуру кузова діють значні імпульсні та вібраційні навантаження, що виникають під час руху по нерівних дорожніх покриттях, при наїзді на перешкоди, а також внаслідок ударів та поштовхів. Додатково до цього слід враховувати дестабілізуючі фактори, такі як порушення балансування оберткових мас, зсуви центру ваги у поздовжньому чи поперечному напрямках, що ще більше підвищують рівень напруженого стану. Сукупність цих навантажень зумовлює поступове накопичення втомних пошкоджень, які у перспективі призводять до руйнування окремих елементів кузова.

Серед типових дефектів, що виявляються при надходженні кузова автомобіля на ремонт, найчастіше фіксують такі категорії пошкоджень:

Деградаційні ушкодження природного характеру, що виникають внаслідок поступової зміни фізико-механічного стану конструкції в умовах експлуатації. До них належать прояви природного зносу, спричинені тривалим впливом корозійних процесів, тертя, а також кумулятивних пружних і пластичних деформацій;

Ушкодження техногенного та експлуатаційного походження, що є наслідком людського фактору, конструктивних прорахунків, недотримання регламентів технічного обслуговування чи експлуатації транспортного засобу. Окрему групу становлять пошкодження, отримані внаслідок дорожньо-транспортних пригод, які, як правило, супроводжуються значними локальними деформаціями.

1.2 Характерні прояви аварійних пошкоджень кузовів автомобілів

У результаті дорожньо-транспортних пригод характер і масштаб пошкоджень кузова залежать від типу зіткнення, напрямку удару та швидкісних параметрів руху автомобілів. Найбільш інтенсивні руйнування виникають у разі фронтального удару під кутом $40\text{--}45^\circ$ до поздовжньої осі транспортного засобу, а також при бічних зіткненнях двох автомобілів, що рухаються назустріч один одному. У таких випадках основне навантаження припадає на передню частину кузова, що зумовлює поширення деформацій на ключові силові компоненти каркасної структури, включаючи елементи, орієнтовані в поздовжньому, поперечному й вертикальному напрямках.

Зокрема, при фронтальному зіткненні, в зоні удару в ділянці лівої передньої частини (область крила, лонжерона та блока фари), спостерігається виражена деформація наступних компонентів: передньої панелі, крила, капота, брызговики, передніх лонжеронів, рамки вітрового скла та даху. На ілюстрації (рисунок 1.1) зона ушкоджень умовно позначена пунктирними лініями.

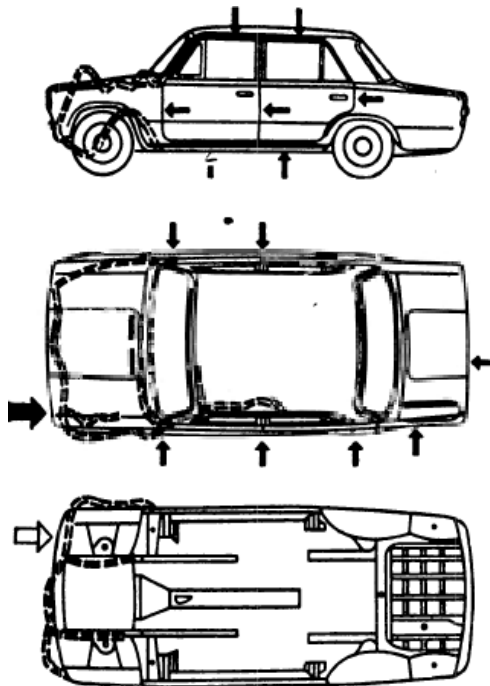


Рисунок 1.1. Характер пошкодження кузова автомобіля при фронтальному зіткненні передньою лівою частиною кузова

Крім того, значна частина енергії удару передається на суміжні конструкції кузова, зокрема — на передні, центральні та задні стійки лівого борту, передні та задні двері з лівого боку, заднє крило, а іноді навіть на задню панель багажного відсіку. Такі вторинні деформації, хоч і не завжди є візуально очевидними, мають критичне значення при оцінці пошкоджень та визначенні доцільності відновлювального ремонту

Напрями передачі зусиль та ймовірні деформаційні зміни геометрії силових конструктивних елементів кузова і зовнішніх обшивок автомобіля умовно позначаються стрілками. У разі ударного навантаження, що прикладається до передньої частини кузова під кутом 40–45° (див. рис. 1.2), основна зона деформації охоплює такі елементи: передні крила, капот, передню панель кузова, брызговики та передні лонжерони. Внаслідок цього відбувається локальне руйнування або значна пластична деформація вказаних елементів, що є типовим для косокутового фронтального зіткнення.

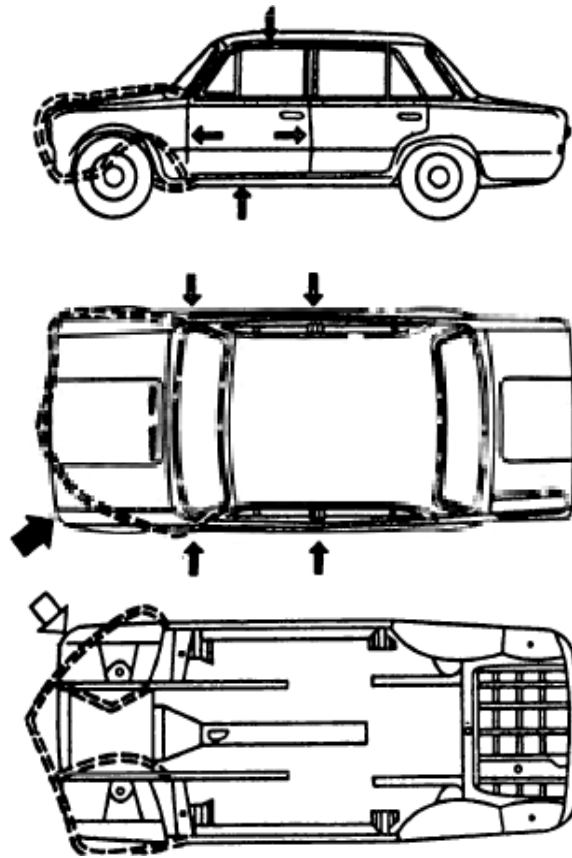


Рисунок 1.2. Характери пошкоджень кузова автомобіля при зіткненні передньою частиною кузова під кутом 40–45°

У випадку бокового удару, зосередженого на передню частину кузова в зоні з'єднання передньої панелі, лонжерона та крила з лівого боку (див. рисунок 1.3), виникають характерні деформації як зовнішніх, так і внутрішніх елементів кузовної структури. Найбільших ушкоджень зазнають обидва передні крила, передня панель, брызговики, що охоплюють лонжерони, а також капот.

Під дією розтягувальних сил спостерігається порушення геометрії прорізу лівих передніх дверей, що ускладнює або унеможлиблює їх нормальне функціонування. Одночасно стискаючі навантаження спричиняють деформацію правого дверного прорізу, а також локальні зміщення в області боковини лівих передніх дверей. Усі ці зміни структури зумовлюють перенесення значних навантажень на передні та середні (центральні) стійки кузова, які внаслідок цього можуть зміщуватися відносно своїх початкових посадкових положень. Таке зміщення вказує на потенційне порушення цілісності силового каркаса кузова, що потребує детального контролю й аналізу під час проведення відновлювальних робіт.

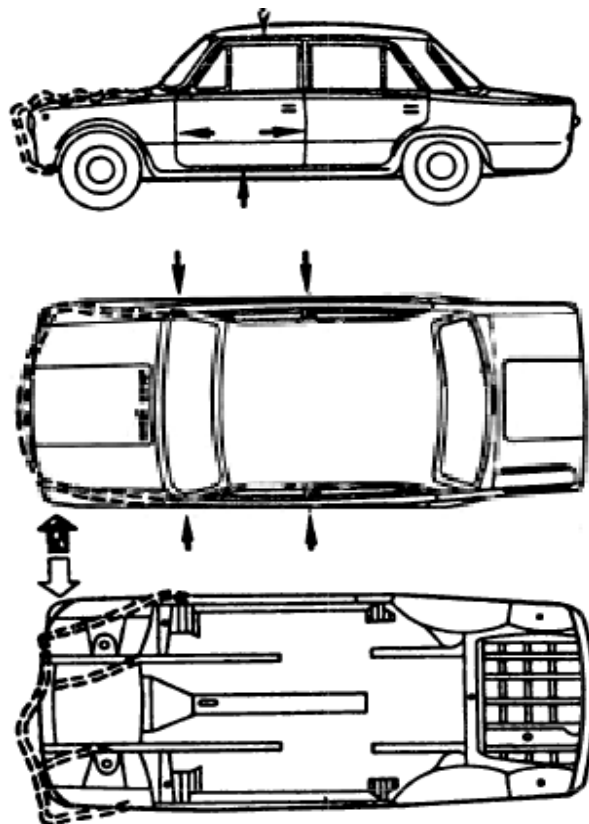


Рисунок 1.3 – Характер пошкоджень кузова автомобіля внаслідок бокового удару в передню частину в зоні з'єднання передньої панелі,

лонжерона та лівого крила

У разі бокового удару, зосередженого в районі лівої передньої стійки кузова (рисунок 1.4), відбувається значне порушення геометричної цілісності кузовної конструкції. До найбільш постраждалих елементів належать: ліва передня стійка, рамка лобового скла, дах, елементи передньої підлоги разом із лонжеронами, передня панель, капот, передні крила, брызговики та лонжерони моторного відсіку. У результаті удару спостерігається зсув передньої частини кузова вліво, що зумовлює різнонаправлене навантаження на окремі структурні елементи: поріг і верхня частина правої боковини зазнають розтягувальних зусиль, тоді як центральні та задні стійки сприймають стискаючі деформації.

Виявлення прихованих пошкоджень у зоні силового каркаса можливе лише шляхом проведення контрольних вимірювань геометрії кузова. До основних діагностичних ознак деформацій відносять: перекосячи облицювальних панелей, невідповідність рівнів суміжних деталей, а також надмірні або нерівномірні зазори у зонах прилягання дверей, капота, кришки багажника тощо. Саме ці симптоми слугують критеріями оцінки необхідності відновлення або заміни окремих елементів кузовної структури.

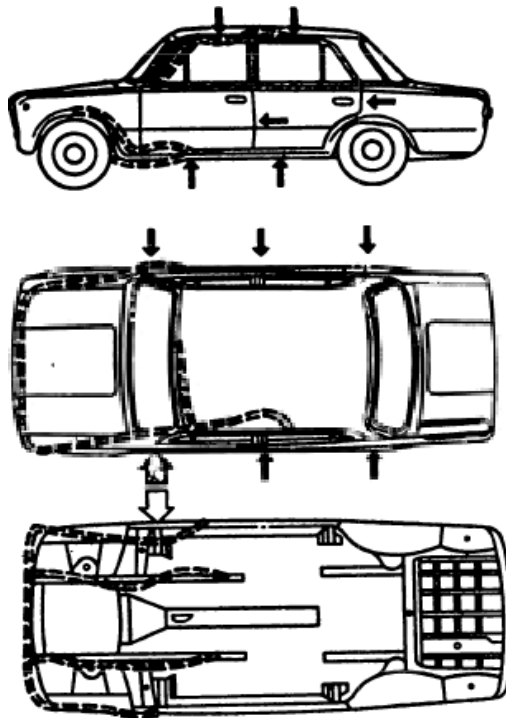


Рисунок 1.4 – Характерні пошкодження кузова автомобіля при боковому зіткненні в районі лівої передньої стійки

Аналіз наведених випадків свідчить про те, що внаслідок зіткнень деформаційні зміни мають тенденцію до поширення через з'єднання конструктивних елементів кузова, що призводить до суттєвого порушення його геометричної цілісності. Найчастіше це проявляється у зміщенні базових точок підлоги та порушенні параметрів прорізів дверей, капота й багажного відсіку, що унеможлиблює нормальну посадку кузовних елементів і вимагає складного коригування.

Виправлення таких глибоких ушкоджень, як правило, потребує не лише заміни значної частини пошкоджених складових, але й застосування спеціалізованого обладнання. Для відновлення геометричних параметрів кузова використовуються методи силового рихтування з застосуванням гідравлічних розпірок, тягових пристроїв і ручного регулювання. Ключовою умовою ефективного ремонту є обов'язковий геометричний контроль усього кузовного каркасу після завершення вирівнювальних операцій, що забезпечує відновлення не лише зовнішнього вигляду, а й функціональної жорсткості кузова.

1.3 Характерні пошкодження кузова автомобіля, які виникають під час його експлуатації

Окрім серйозних конструктивних деформацій, у металевих кузовах автомобілів часто фіксуються локальні пошкодження, що впливають переважно на зовнішній вигляд транспортного засобу. Серед найпоширеніших — вм'ятини, які виникають унаслідок залишкових пластичних деформацій після механічного впливу, неправильного ремонту або неякісного монтажу кузовних елементів. Вм'ятини поділяються за складністю: прості легко піддаються вирівнюванню, тоді як складні, що супроводжуються наявністю гострих зламів, складок і заглиблень, часто локалізуються в зонах з обмеженим доступом, що ускладнює процес їх усунення.

Іншим поширеним типом дефектів є тріщини, які можуть формуватись практично на будь-якому елементі кузова. Їх поява обумовлюється

перевищенням допустимих напружень у металі внаслідок дії ударних навантажень, вигинів, а також через наявність слабких місць у з'єднаннях елементів або недостатню жорсткість конструкції.

Розриви та пробоїни класифікують на дві категорії: відносно прості — які можна усунути шляхом локального вирівнювання металу, та складні — що потребують накладення латок або часткової заміни пошкоджених фрагментів конструкції.

У випадках, коли відбувається обрив частини елемента, характер пошкодження визначається за площею та геометрією відділеної ділянки. Значні урвища найчастіше усуваються шляхом вварювання вставок складної конфігурації або ж повною заміною постраждалого кузовного елемента.

Особливої уваги потребують розтягнуті зони кузова, які поділяються за локалізацією. Вони можуть проявлятися у вигляді опуклостей на основній площині панелі або як викривлення в ділянках відбортовок і країв — так звані розтягнуті борти й кромки. Такі ушкодження суттєво впливають на аеродинамічні й естетичні властивості кузова, а також ускладнюють подальше складання.

Корозійні ураження металевих елементів кузова автомобіля за своїм характером поділяються на рівномірні та локальні. У випадку рівномірної корозії відбувається однорідне зменшення товщини металу на всій площині поверхні. Натомість локальна корозія проявляється у вигляді ізольованих ділянок ураження, які можна ідентифікувати за наявністю темних плям, точкових заглиблень або чорних кратерів. Саме локальні форми ураження вважаються найбільш небезпечними, оскільки здатні викликати прискорене утворення наскрізних отворів, що критично знижує механічну міцність кузовної конструкції.

Дефекти зварних з'єднань здебільшого виникають у вузлах, які виконані точковим зварюванням, або в суцільних швах, що з'єднують несучі елементи кузова. Ослаблення або руйнування таких з'єднань суттєво впливає на цілісність каркасу. Аналогічно, пошкодження клепаних з'єднань можуть бути зумовлені зрізом або зношенням заклепок, а також розробленням отворів під

болтові або заклепкові кріплення.

Прогини, перекоси та скручування кузова є типовими наслідками аварійного перевантаження. Перекоси бувають як міжвузловими, так і локальними — у межах одного елемента (наприклад, порушення геометрії дверного прорізу чи викривлення дверей). Прогини в порогах або підлоговій частині виникають у місцях з концентрацією зусиль, де жорсткість недостатня для протидії зовнішньому навантаженню.

Зношування отворів і рухомих з'єднань спричинене переважно фрикційною взаємодією елементів, зокрема у шарнірах і петлях дверей, або внаслідок ослаблення з'єднань із заклепками та болтами. Зокрема, абразивне зношування поверхонь у вантажних автомобілях часто спостерігається під час транспортування сипких матеріалів, що викликають поступову втрату матеріалу поверхні.

Варто також зазначити, що конструктивні недоліки кузовних вузлів можуть не лише спричиняти ушкодження, але й значно ускладнювати їх подальший ремонт. У низці випадків це призводить до необхідності повної заміни пошкодженого вузла через неможливість здійснення ефективних відновлювальних процедур. Причиною подібних труднощів часто є недостатнє врахування експлуатаційних та ремонтних вимог при проєктуванні кузовів на етапі серійного виробництва автомобіля, коли інтереси автотранспортних і ремонтних підприємств не беруться до уваги в належному обсязі.

2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ

2.1 Основні технологічні процеси правки кузовів легкових автомобілів

Унаслідок дорожньо-транспортних пригод відбувається суттєве порушення просторової геометрії кузова автомобіля. Відновлення первинної форми, жорсткісних характеристик та контроль відповідності геометричних параметрів конструкції можливі лише із залученням спеціалізованого діагностично-виправного устаткування. До таких засобів належать стапелі, лазерні системи вимірювання, силові пристрої гідравлічного чи електромеханічного типу, що дозволяють здійснювати високоточне рихтування каркасних елементів.

З урахуванням зазначеного, розрахунки виробничої програми станції технічного обслуговування (СТО), яка здійснює обслуговування та ремонт кузовів, повинні базуватися на техніко-економічному аналізі обсягу робіт для конкретного парку автомобілів. Тому для визначення річної виробничої програми по обслуговуванню кузовів на СТО, застосовується наступна розрахункова формула:

$$N_{СТО} = N \cdot K,$$

де: N – парк автомобілів регіону, шт;

K - коефіцієнт, який враховує кількість власників автомобілів, які користуються послугами СТО.

$$N_{СТО} = 437 \cdot 0,6 = 262,8 \text{ шт.}$$

Формула для визначення попереднього числа робочих постів при виборі сумарного обсягу робіт на СТО, яка проектується.

$$X = \frac{T \cdot \varphi \cdot K_n}{D_{роб} \cdot T_{см} \cdot C \cdot P_n \cdot \eta_n},$$

де: T – сумарний обсяг річних робіт на СТО, люд/год;

φ – коефіцієнт, який залежить від нерівномірності поступлення легкових автомобілів на СТО, ($\varphi=1,15$);

K_n - частка виконуваних робіт на робочому посту в загальному обсязі виконуваних робіт, (0,75...0,85);

$D_{\text{роб}}$ - робочі дні в році;

$T_{\text{см}}$ – прийнята тривалість робочої зміни, год;

C – кількість змін;

P_n - кількість одночасно працюючих робітників на даному посту ($P_n=0,9...1,1$);

η_n – значення коефіцієнта використання робочого часу на робочому посту ($\eta_n = 0,9$)

$$X = \frac{10380,6 \cdot 1,15 \cdot 0,85}{305 \cdot 8 \cdot 1 \cdot 0,9 \cdot 0,9} = 5,1$$

В таблиці 2.1 приведено дані по розподілу річного обсягу робіт з ремонту кузовів легкових автомобілів відповідно по їх основних видах та робочих постах по їх виконанню.

Таблиця 2.1 Сумарний розподіл річного обсягу ремонтних робіт по їх видах та робочих постах.

Види виконуваних робіт	Обсяги виконуваних робіт по плановому ремонту		Обсяги робіт планового ремонту по місцях їх виконання			
			Робочі пости		Виробничі дільниці	
	%	норм/год	%	норм /год	%	норм /год
Діагностування	20	2045,1	100	2021,1	-	-
Ремонт кузовів та арматурні роботи	40	4121,2	75	3068,5	26	1078,6
Фарбувальні роботи	40	4121,3	100	4114,2	-	-
Всього	100	10354,5	-	9541,8	-	1078,6

2.2 Порядок розрахунку сумарної чисельності робітників

Формули для визначення необхідного числа виробничих робітників P_v та робітників згідно штатного складу $P_{ш}$ для виконання технологічного процесу:

$$P_v = \frac{T}{\Phi_v},$$

$$P_{ш} = \frac{T}{\Phi_{ш}},$$

де: T - сумарний (річний) обсяг виконуваних ремонтних робіт, люд/год;

Φ_v і $\Phi_{ш}$ - річні фонди часу для робітника при виконанні технологічного процесу при однозмінній роботі, год.

Для шкідливих умов робіт фонди $\Phi_v=1780$ год і $\Phi_{ш}=1560$ год. Для інших видів робіт $\Phi_v=2020$ год і $\Phi_{ш}=1770$ год.

В таблиці 2.2 приведені дані по розрахунку сумарної чисельності робітників на СТО при виконанні планових ремонтів, мийних робіт, прийому та видачі легкових автомобілів.

Таблиця 2.2 Загальна чисельність робітників на СТО, в залежності від видів робіт та місць їх виконання.

Вид виконуваних робіт	Сумарний обсяг виконуваних планових робіт		Загальна кількість робітників							
			робочі пости				виробничі дільниці			
	робочі пости	виробничі дільниці	P_v		$P_{ш}$		P_v		$P_{ш}$	
	люд/год	люд/год	роб.	вир.	роб.	вир.	роб.	вир.	роб.	вир.
Діагностування	2075,1		1,05	1	1,21	1	-	-	-	-
Кузовні роботи	3065,5	1027,6	1,42	2	1,68	1	0,6	1	0,7	1
Фарбування	4121,2		2,4	2	2,58	4	-	-	-	-
Прийом та видача автомобіля	52,65		0,04	-	0,03	-	-	-	-	-
Всього				5		6		1		1

Формула для визначення загальної кількості робочих постів при прийманні та видачі легкових автомобілів:

$$X_{\text{пв}} = \frac{52,56 \cdot 1,15}{305 \cdot 8 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,9} = 0,03 \text{ пост}$$

Отже, процеси прийомки та видачі автомобілів більш ефективно проводити на визначених робочих тостах або спеціально призначених місцях.

2.3 Визначення загального числа допоміжних постів при виконанні ремонтних робіт.

Фарбувальна діляниця. Загальне число допоміжних постів – 2...4 із розрахунку на один робочий пост фарбування.

$$X_{\text{доп}} = (2 \dots 4) \cdot X_{\text{фарб}}$$

Кількість допоміжних постів повинно бути в межах 0,25...0,50 із розрахунку на один робочий пост.

2.4 Основні етапи виконання ремонтних робіт автомобіля на кузовній ділянці

Технологічний процес приймання автомобіля на станції технічного обслуговування. Приймання автомобіля до ремонту на СТО є складовою частиною загального технологічного процесу обслуговування та виконується в суворій послідовності, що забезпечує ефективність подальших ремонтних робіт, мийка транспортного засобу (за потреби) – проводиться для забезпечення точності діагностичних та візуальних операцій, попередня діагностика – виконується для первинної оцінки технічного стану автомобіля, виявлення видимих пошкоджень та підготовки до подальших дефектаційних робіт.

Дефектаційні операції передбачають ідентифікацію наявних пошкоджень, визначення їх характеру, а також обґрунтування доцільності та способів усунення виявлених дефектів. Зазначені процедури проводяться як при прийманні ТЗ, так і під час виконання ремонту. Для цього застосовуються

спеціальні контрольно-вимірювальні інструменти та прилади для перевірки геометрії кузовної бази. У випадку суттєвих деформацій використовується обладнання для точного контролю відповідності геометричних параметрів. Найбільш поширеними несправностями кузова є корозія, тріщини, розриви, відшарування металу та інші ознаки структурного зносу, особливо у зонах кріплення та несучих елементах. Кузов не підлягає ремонту в таких випадках, наявність наскрізної корозії в зонах кріплення несучих елементів, що унеможливорює виконання надійного зварного з'єднання із лонжеронами та підсилювачами підлоги. Суттєві деформації після пожежі з геометричними відхиленнями понад 30 мм у двох або більше контрольних точках в різних зонах основи кузова, пошкодження деталей кузова, що піддавались сильному нагріванню або мають наскрізну корозію в місцях з'єднань з іншими частинами, оскільки це призводить до втрати міцності та неможливості надійного відновлення.

Після проведення дефектації здійснюється комплекс заходів з оформлення приймання автомобіля до ремонту: складання замовлення-наряду з фіксацією обсягу ремонтних робіт, перевірка правовстановлюючих документів на автомобіль, огляд на предмет комплектності транспортного засобу, здійснення контрольного огляду та оцінка візуальних дефектів.

Наступним етапом є підготовка поверхонь до ремонтного впливу — видалення лакофарбового покриття, знежирення, усунення іржі та залишків старого шпатлювання. Це дозволяє забезпечити якісне з'єднання матеріалів під час зварювальних або клейових робіт. При зварюванні особлива увага приділяється дотриманню технологічних карт, режимів струму, вибору електродів чи дроту відповідно до типу сталі або алюмінієвого сплаву.

У разі заміни кузовних елементів (наприклад, порогів, крил, підсилювачів) необхідне точне позиціонування нових деталей, що перевіряється шляхом контрольних вимірів за заводськими координатами. По завершенню зварювальних робіт виконується антикорозійна обробка з'єднань, нанесення захисних мастик та герметиків. Завершальний етап — підготовка до

фарбування, яке включає шпатлювання, шліфування, ґрунтування та нанесення фінішного лакофарбового шару з подальшим сушінням у термокамері.

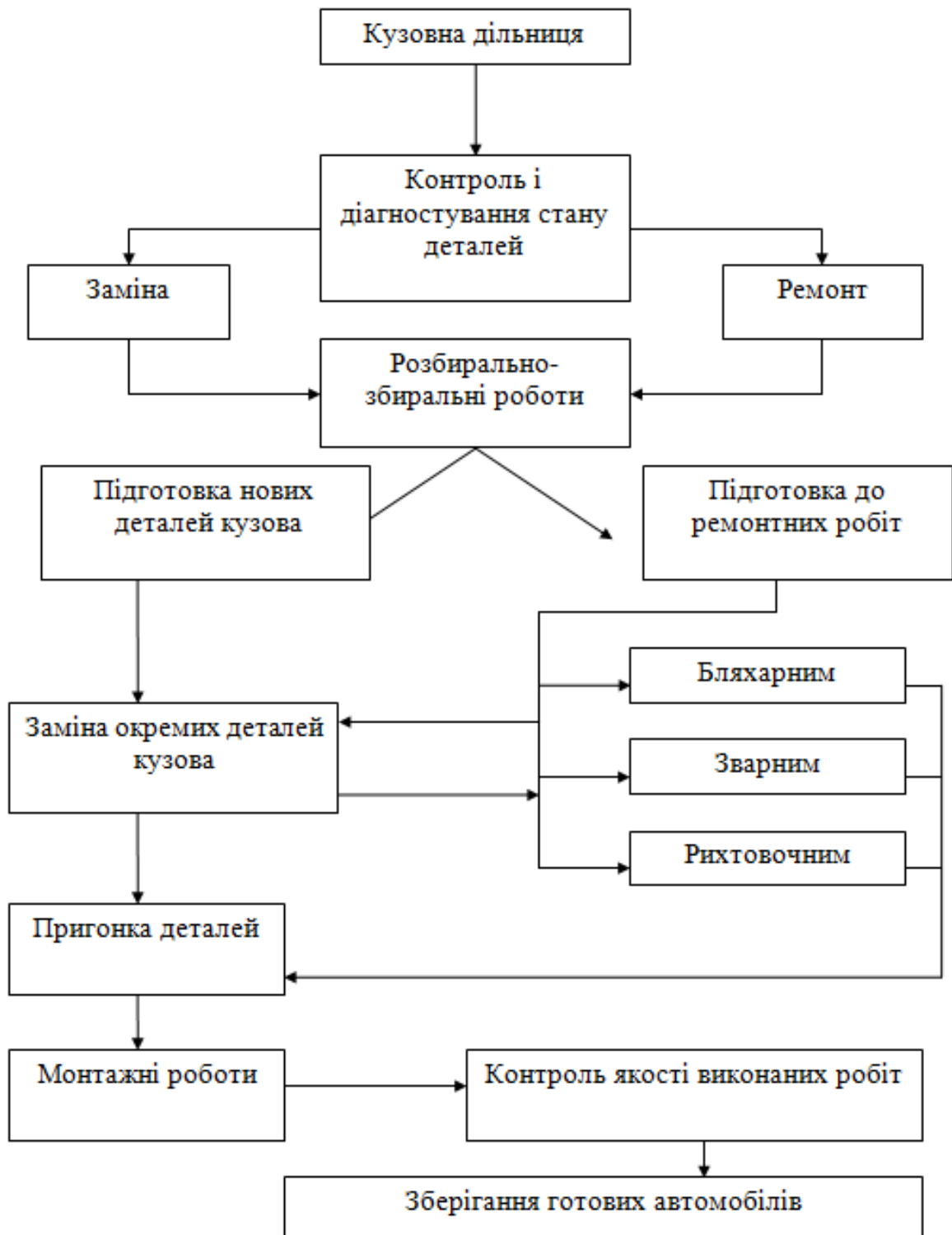


Рисунок 2.1 - Організація технологічного процесу ремонту автомобіля на кузовній дільниці. Структурна схема.

2.5 Критерії вибору технологічного устаткування для ремонту автомобіля на кузовній дільниці

Вибране технологічне устаткування для проведення кузовного ремонту легкового автомобіля представлено в таблиці 2.3.

Таблиця 2.3 Перелік та технічні характеристики устаткування для виконання ремонтних робіт на кузовній дільниці.

Технологічне устаткування	Призначення та технічні характеристики	Розміри, мм	Робоча площа, м ²
1	2	3	4
1.Стапель стаціонарного призначення	Гідравлічний силовий пристрій, 10 т, вагою 1700 кг,	Зона для виконання робіт 6000x2000	12
2. Допоміжні затискачі	Розширення технологічних можливостей використовуваних стендів, 4 шт.	-	-
3. Допоміжні кронштейни	Кріплення кузовів на стенді при відсутності відбортівки порогів, 4шт.	-	-
4. Устаткування для виконання крапкового зварювання та виправлення геометрії порожнин кузова автомобіля	400В (1 фаза), 6,7 кВт, максимальна товщина металу кузова автомобіля при двосторонньому зварюванні 1,5+1,5 мм	1500x800	1,2
5. Устаткування для електродугового зварювання деталей кузова автомобіля	230-400 В (3 фази), 60-320 А, (35%-260А, 60%-180А), діаметр електрода 2-6 мм, 7/11,2 кВт	800x600	0,48

6. Устаткування для плазмового різання металу	230В, 7 кВт, (45%-25А, 30%-30А) максимальна товщина металу, 6 мм	980x800	0,78
7. Пересувний стелаж	Зберігання демонтованих деталей автомобіля	1000x500	0,5
8. Гаражний кран	Гідравлічний, вагою 173 кг, вантажопідйомністю 2000/ 1750/1650 кг, виліт стріли крана 1275/1420/1570 мм,	635x570x1790	0,4
9. Слюсарний верстак	Двохтумбовий із комплектом лещат.	1900x686x845	1,4
10 Гідравлічний підкатний домкрат	Вантажопідйомність – 3000кг. Ручний режим спуску. Швидкий перевід в режим холостого ходу, вага - 52 кг, висота підйому - 525 мм	1220x250	0,3
11 Інструментальний візок	6 ящиків з центральним замком	759x451x828	0,4
12.Набір пневмоінструментів	Комплект: 131S-EA Гайковерт ударний 1/2", 34-610 Нм, 120 л/хв, 2,6 кг; 1770 Пневмотрещітка 1/2", 14-68 Нм, 113 л/хв, 1,1 кг; Набір ударних головок 13, 16, 17, 21 мм,	-	-
13.Інструментальний набір для виконання бляхарних робіт	-	-	-
14.Комплект слюсарного інструменту	-	-	-
Всього:			17,46

2.6 Послідовність виконання технологічного процесу при ремонті кузовів автомобілів

У випадку, коли пошкодження кузова вказують на можливе викривлення несучих елементів його основи, необхідно виконати перевірку геометричних параметрів ходової частини. Зокрема, контролюють паралельність осей коліс, кути їх встановлення (зокрема, розвал, поперечний і поздовжній нахил шворня), а також сходження коліс за допомогою відповідного стендового обладнання (рис. 2.2).

У разі, якщо отримані значення під час вимірювання збігаються з нормативами, наведеними в технічній документації на транспортний засіб, можна зробити висновок про відсутність критичних деформацій у конструкції кузова. Якщо ж шляхом регулювання не вдається досягти нормативних значень, це свідчить про наявність порушень геометрії бази кузова, які потребують додаткових відновлювальних робіт.

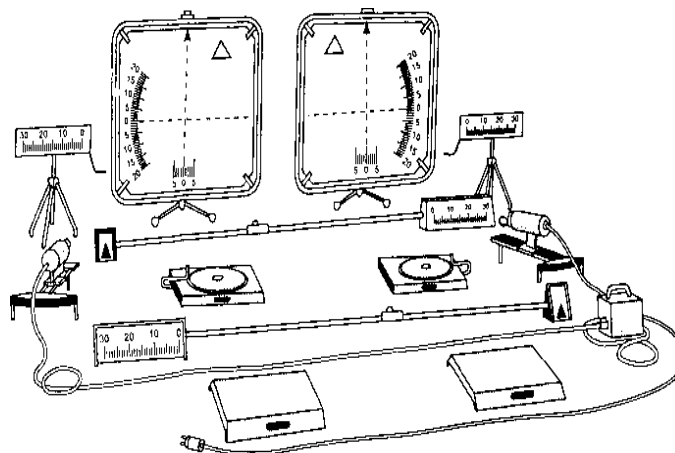


Рисунок 2.2 - Загальний вигляд переносного пристрою для вимірювання кутів встановлення коліс легкового автомобіля

Кузовна дільниця автосервісного підприємства виконує ключову роль у відновленні цілісності, геометрії та експлуатаційної надійності кузовів транспортних засобів, пошкоджених унаслідок експлуатаційного зносу чи аварійних деформацій. Основне призначення дільниці полягає в усуненні дефектів та несправностей конструктивних елементів кузова, забезпечуючи повернення його до первісної форми з відновленням міцності та жорсткості.

У процесі ремонту виконується комплекс операцій, які охоплюють розбирання, складання, правку, заміну, зварювання та відновлення окремих

деталей, вузлів та поверхонь кузова. До основних видів робіт, що здійснюються в кузовній дільниці, належать: рихтувальні роботи (виправлення деформованих поверхонь і елементів); зварювальні операції (відновлення суцільності та міцності конструкцій); арматурні роботи (ремонт та регулювання рухомих механізмів); бляхарські операції (усунення локальних пошкоджень тонколистових деталей); розбірно-складальні процеси (зняття та монтаж елементів кузова і його складових).

Бляхарські роботи передбачають усунення пошкоджень типу вм'ятин, тріщин, розривів матеріалу, які найбільш характерні для крил, дверей, капотів, брызговиків, кабіни та інших панельних елементів, виготовлених із тонкого листового металу.

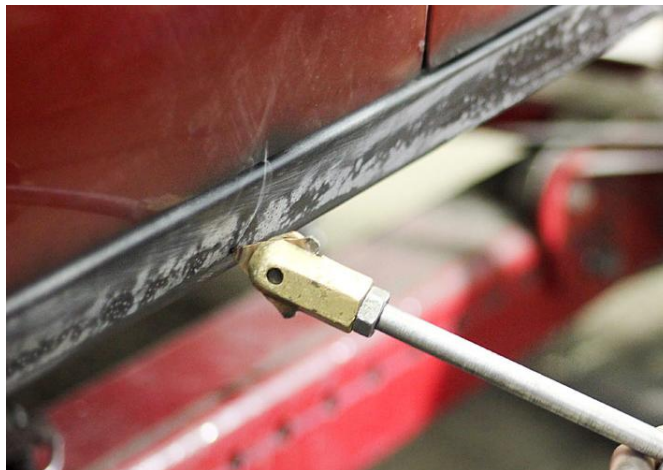


Рисунок 2.3 – Видалення вм'ятин за допомогою споттера

У разі значного пошкодження застосовують панельний метод ремонту – заміну деталі цілком на нову.

У межах розбірно-складального циклу проводиться демонтаж та подальше встановлення дверей, панелей салону, лобового та заднього скла, частин кузова та інших елементів. Розбирання виконується у такому обсязі, який забезпечує безперешкодний доступ до дефектних зон і гарантує високу якість відновлення. Під час складання застосовують спеціалізовані пристосування, монтажні інструменти та контрольні шаблони.

Для коригування геометричних параметрів кузова використовують рихтувальні методи: механічне вирівнювання деформованих зон (витяжка,

вдавлення) як у холодному стані, так і з використанням місцевого нагрівання, що підвищує пластичність матеріалу.

Зварювання є основною технологічною операцією при відновленні цілісності кузова. В залежності від характеру дефекту та конфігурації пошкодженого елемента застосовують дугове, точкове або газове зварювання. Завдання зварювальних робіт полягає в: видаленні пошкоджених ділянок; встановленні нових вставок (підсилювальних коробок, накладок, вкладишів); ліквідації тріщин, проривів, наскрізних дефектів шляхом накладення латок відповідної форми.



Рисунок 2.4 – Зварювання деталей кузова автомобіля

Типи з'єднань можуть бути виконані встик (зазор не більше 1,5 діаметра зварювального дроту), внахлест (крапкове, переривчасте або суцільне зварювання з перекриттям 10–20 мм), або з використанням проміжної вставки, що залежить від конструктивних вимог. Зварні шви, які розташовані на зовнішніх поверхнях кузова, обов'язково зачищаються до рівня основного металу. Допускається залишення необроблених швів лише на прихованих поверхнях, за умови, що це не перешкоджає подальшому монтажу.

Ремонт рухомих елементів кузова – замків, дверних петель, склопідіймачів, склоочисників тощо – належить до арматурних робіт. Після відновлення деталі встановлюються на свої місця з обов'язковим регулюванням

і перевіркою працездатності. Для цього використовуються монтажні-демонтажні інструменти та спеціальні контрольні пристрої.

Вибір методу ремонту залежить від ступеня пошкодження та можливостей технічної бази СТО: рихтування та витяжка із застосуванням холодної або теплової дії, ремонт шляхом вирізання пошкодженої зони з наступним встановленням ремонтної вставки.

2.7 Основні етапи технологічного процесу по усуненні деформацій кузова автомобіля

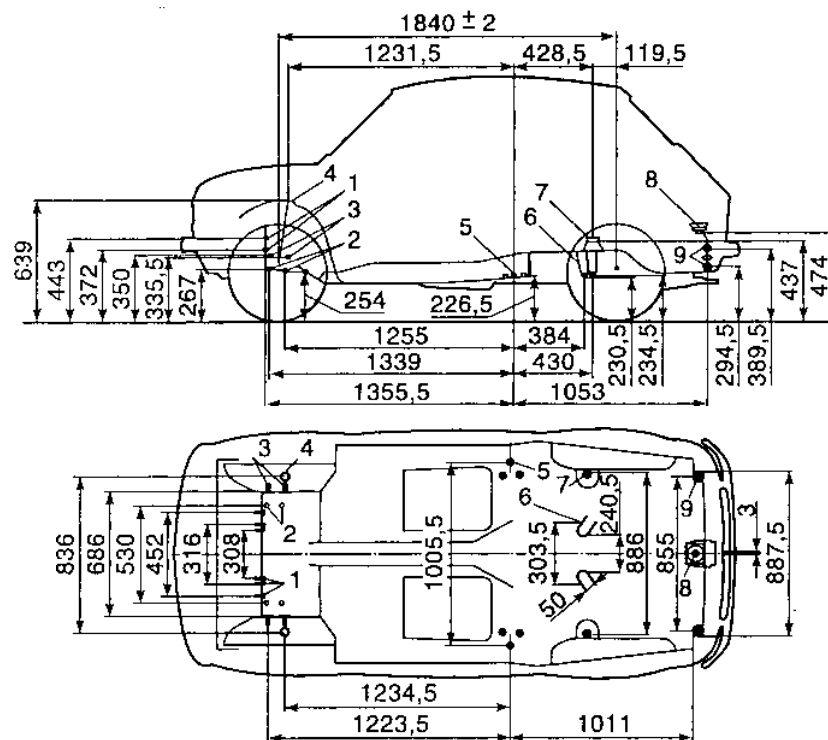


Рисунок 2.5 Розміщення базових точок кріплення агрегатів шасі легкового автомобіля

1 — рульовий механізм; 2 — ресори передньої підвіски; 3 — верхні важелі підвіски; 4 — верхні важелі передніх амортизаторів; 5, 6 — передні та задні важелі задньої підвіски; 7 — верхня підвіска задніх амортизаторів; 8 — задня підвіска силового агрегата; 9 — задня поперечка.

Вибір технологічного методу усунення деформацій кузова залежить від типу перекосу, характеру пошкоджень та особливостей матеріалу деформованих елементів. У тих випадках, коли вм'ятина не супроводжується значним розтягуванням металу, її усунення здійснюється шляхом

видавлювання або витягування увігнутої частини до відновлення початкової геометрії з подальшим рихтуванням для вирівнювання поверхні.

У разі утворення опуклих деформацій, спричинених розтягненням металу, застосування рихтувальних операцій є недоцільним, оскільки зона випнутого металу втрачає стійкість і під дією інструмента може зсунутися в іншу частину панелі. У таких випадках єдиним доцільним технологічним рішенням стає повна або часткова заміна пошкодженого елемента кузова.

Комплекс робіт, що забезпечує відновлення функціональної придатності кузова легкового автомобіля шляхом заміни пошкоджених зон, включає наступні технологічні етапи: нанесення розмітки на пошкоджену ділянку та її відрізання; виправлення деформованих крайок з'єднаних елементів, виготовлення або припасування ремонтної вставки з припуском 10 мм на зварне з'єднання; формування з'єднувальної крайки на новій деталі; пробивання або свердління отворів діаметром 5 мм уздовж крайки зварного з'єднання, що імітують заводське точкове зварювання; очищення обох поверхонь крайок, припасування деталі за місцем та виконання зварювання в отворах; підготовка відновленої поверхні до фарбування: шліфування швів до рівня з основним металом, шпаклювання та остаточне шліфування.

Зазначена технологія реалізується із застосуванням зварювального обладнання: напівавтоматів для електрозварювання в середовищі захисного газу (CO_2) та кліщів для контактного точкового зварювання.

Залежно від ступеня пошкодження, деформації або рівня корозійного руйнування, ремонт кузовів легкових автомобілів поділяється на шість основних категорій:

Ремонт типу №1 – незначне усунення пошкоджень на площі до 20% у доступних для обробки зонах без застосування зварювання.

Ремонт типу №2 – усунення пошкоджень із залученням зварювальних робіт або виконання операцій типу №1 на площі до 50%.

Ремонт типу №3 – часткове відновлення пошкоджених поверхонь із застосуванням зварювання, витяжки та усадки металу. Передбачає видалення

невідновлюваних зон і виготовлення вставок із листового металу або деталей, знятих з кузовів, визнаних непридатними до експлуатації.

Ремонт типу №4 – локальне відновлення поверхонь із залученням рихтувальних і зварювальних робіт на площі понад 30%.

Ремонт типу №5 – заміна дефектної ділянки кузова вставкою з номенклатури заводських запасних частин або виготовленою згідно з кресленнями підприємства-виробника.

Ремонт типу №6 – комплексний ремонт із використанням цілих секцій (блоків) кузова, знятих із аварійних транспортних засобів. Включає повний цикл: розмітку, відрізку, витяжку, рихтування, зварювання та припасування.

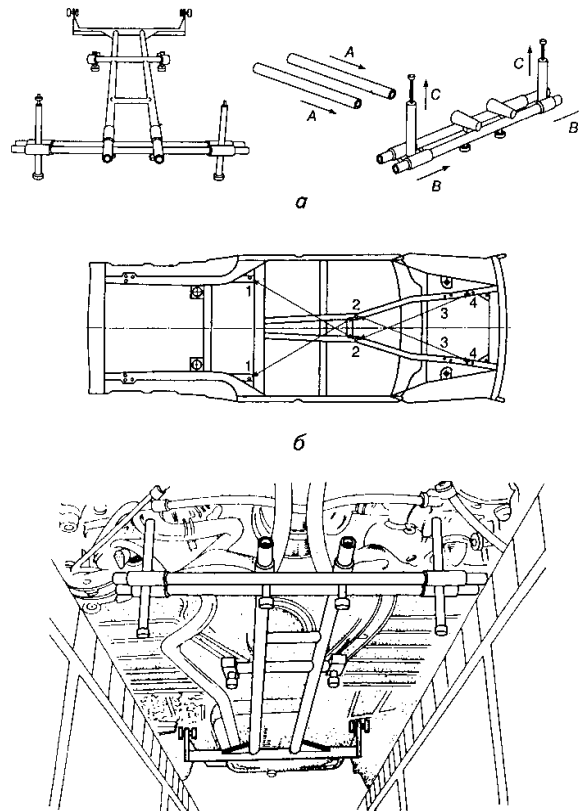


Рисунок 2.6 - Загальний вигляд пристрою для процесу контролю геометричних параметрів основи кузова автомобіля(а), точок встановлення (б) та встановлення пристрою на його основі (в).

Аварійні пошкодження кузова легкового автомобіля можуть бути ефективно усунені шляхом заміни пошкоджених вузлів на ремонтні елементи або вставки. Цей метод застосовується лише у випадках, коли дефектовану деталь неможливо відновити шляхом рихтування, виправлення або часткової

заміни. Такий підхід гарантує високу надійність та відповідність технічним вимогам до міцності та жорсткості кузовної конструкції.

Технологічна послідовність відновлення працездатності кузова автомобіля може бути представлена у вигляді структурної схеми, яка охоплює основні етапи ремонту на кузовній дільниці.

2.8 Удосконалення технологічного процесу з відновлення кузова автомобіля

Удосконалення процесу приймання легкового автомобіля на кузовну дільницю станції технічного обслуговування є важливим етапом оптимізації всього технологічного циклу ремонту, оскільки саме на цьому етапі закладаються умови для забезпечення високої якості та економічної доцільності ремонтних операцій. Прийом автомобіля має здійснюватися у чітко структурованій послідовності, з використанням сучасних інформаційних технологій, засобів вимірювання і контролю, а також електронного документообігу. На першому етапі доцільно застосовувати цифрове оформлення заявки на ремонт через інтегроване програмне забезпечення сервісного підприємства, яке дозволяє попередньо реєструвати звернення, класифікувати тип пошкодження, формувати маршрутну технологічну карту та оперативно інформувати відповідальні служби. Після надходження автомобіля на СТО виконується попереднє очищення кузова на автоматизованому посту мийки безконтактного типу, що не лише покращує візуальний доступ до поверхонь, а й сприяє зменшенню похибок у процесі діагностики.

Далі проводиться первинний технічний огляд із застосуванням візуально-інструментальних засобів, зокрема лазерних або оптичних сканерів, що дають змогу оцінити геометрію кузова, точність розташування базових контрольних точок і ступінь пошкодження елементів. Після цього здійснюється дефектація кузова, яка включає класифікацію дефектів за ступенем складності, характером руйнувань (тріщини, корозія, вм'ятини, розриви) і вибір оптимального способу їх усунення. При виявленні серйозних ушкоджень виконується поглиблена перевірка геометрії несучих частин із використанням координатно-

вимірювальних платформ або мобільних стендів. У разі, якщо спостерігається експлуатаційний знос без видимих пошкоджень, особливу увагу приділяють ділянкам, схильним до корозії, таким як підсилювачі підлоги, пороги, лонжерони, з'єднання панелей.

Кузов вважається непридатним до ремонту у випадках виявлення наскрізної корозії несучих елементів, термічних пошкоджень зі зсувом базових точок на понад 30 мм у двох або більше зонах, втрати геометрії чи міцності внаслідок дії високих температур або займання, а також у разі руйнування з'єднувальних швів, що не дозволяють провести надійне кріплення нових елементів.

Після візуальної та інструментальної оцінки формується електронний замовлення-наряд, у який вносяться ідентифікаційні дані автомобіля, перелік пошкоджених елементів, рекомендовані методи ремонту, орієнтовний кошторис, терміни виконання та перелік необхідних матеріалів і запасних частин. Передача автомобіля на виробничу дільницю супроводжується актом прийому з фотофіксацією комплектації, виявлених дефектів та підтвердженням замовником погодження обсягу робіт. У разі необхідності проводиться повторна діагностика спільно з клієнтом та старшим майстром для підтвердження прихованих дефектів або перегляду обсягу ремонту.

По завершенні ремонтних робіт здійснюється контрольна перевірка відновлених вузлів, розрахунок за послуги, видача електронного гарантійного талону терміном на 30 днів (за умови дотримання рекомендацій щодо експлуатації) та передача автомобіля власнику. Удосконалення процесу приймання також передбачає впровадження цифрового документообігу з використанням електронного підпису, інтеграцію CRM-систем для обробки звернень, автоматичну генерацію дефектаційних карт та звітів у форматі PDF, а також використання доповненої реальності для візуалізації пошкоджень і процесу ремонту. Це дозволяє підвищити точність діагностики, скоротити час оформлення документації та підвищити довіру клієнтів завдяки прозорості й простежуваності усіх виконаних процедур.

3 КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ

3.1 Аналоги конструкцій стендів для відновлення геометрії кузова легкового автомобіля

Як об'єкт модернізації розглядається базовий варіант стенда при проведенні ремонту кузова – стенд для редагування кузова легкового автомобіля. Провести огляд існуючих конструкцій стендів для ремонту кузовів автомобілів, які могли б стати основою для модернізації стенду..

Відомо, що використання модернізованого об'єкту техніки (стенда) можливо лише в тому випадку, якщо доведено його патентну чистоту щодо інших технічних рішень того ж призначення.

Принцип роботи стенда полягає в редагуванні кузова за допомогою гідравлічного приводу для відновлення геометрії, визначення технічного стану, пошуку несправностей кузова автомобіля з можливістю подальшого контролю його геометричних параметрів. За основу беремо стенд для редагування кузова автомобіля GLOBALJIG KOALA (рисунок 3.1).



Рисунок 3.1. Стенд для правки кузова автомобіля GLOBALJIG OALA

До основних недоліків конструктивного та експлуатаційного характеру стенду слід віднести: складність конструкції основних вузлів підйомного механізму; низька вантажопідйомність; неможливість транспортування стенда разом із автомобілем в інше робоче положення.

Основні причини, які обумовлюють дані недоліки стенда: необхідність використання додаткового обладнання та механізмів; недостатня жорсткість

рами і стійки, невеликі габарити стапеля; відсутність пересувних коліс стенда.

Проектування та виготовлення нового стенда можливе на підставі розглянутих аналогів, які є найпрогресивнішими. Для цього попередньо оцінюються технічні характеристики розглянутих аналогів стендів для ремонту кузова автомобіля.

Для загальної оцінки експлуатаційних показників стендів використовуємо двійкову систему в такий спосіб, що переваги стендів оцінюються 0, 1, 2, а недоліки – -1, -2. Проектованому стенду по кожному показнику виставляємо оцінку 0. Оцінки стендів заносимо до таблиці 3.1. Підсумовуємо оцінки за кожним аналогом стенда. Аналог, що має найбільшу сумарну оцінку, вважається найбільш прогресивним та приймається, як основа при проектуванні та виготовленні вдосконаленого стенда.

Таблиця 3.1. Аналіз результатів пошуку аналогів проектного стенду.

Завдання, технічний результат	Проектований стенд	Аналоги		
		№1 Стенд для виправлення геометрії кузовів і рам аварійних автомобілів	№2 Стенд для виправлення кузовів автомобілів	№3 Стенд для виправлення кузовів легкових автомобілів
Простота конструкції	0	- 1	- 1	- 1
Висока вантажопідйомність	0	1	0	0
Можливість транспортування стенда	0	- 1	- 1	- 1
Разом	0	- 1	- 2	- 2

По результатах проведеного аналізу виявили, що аналог №1 має найбільшу сумарну оцінку, і являється найбільш прогресивним технічним рішенням, який приймається для використання в якості базового варіанту для розроблюваної конструкції стенда.

Технічні характеристики стенда для правки кузова автомобіля GLOBALJIG KOALA:

- довжина рами, мм 3000;
- ширина рами, мм 930;
- робоча висота платформи, мм .. 150-1600 ;
- вантажопідйомність, кг 2500;
- зусилля гідроциліндра, кг 10000;
- маса, кг 1425;
- кількість силових пристроїв 1;
- привід підйомного і силового пристроїв гідравлічні.

До основних переваг стенда слід віднести:

- конструкція вежі дозволяє працювати по всьому периметру рами стапеля;
- можливість прикладати зусилля без зміни вектора програми сили;
- швидке і легке встановлення на стенд автомобіля;
- можливість підйому автомобіля для більш ретельного огляду його ушкоджень.

До основних недоліків стенда слід віднести:

- складність конструкції підйомного механізму;
- низька вантажопідйомність;
- неможливість транспортування стенду разом із автомобілем;
- мале число векторів програми дії зусилля.



Рисунок 3.2 - Силовий пристрій D547 для підйому стенда

Нижня частина гідроциліндра розташовується у спеціальному отворі під циліндром у внутрішній частині труби. Над штоком циліндра знаходиться труба, що висувається, на кінці якої розташований майданчик із встановленою зірочкою для встановлення ланцюга з двома роликівими підшипниками. При роботі шток гідроциліндра висувається, створюючи рух труби, тим самим створюється натяг ланцюга. Силовий пристрій у конструкції зі рухомою стрілою та корпусом кріпиться до рами та фіксується трьома болтами. Силова вежа здатна переміщатися горизонтальною площиною щодо місця кріплення до рами. Для забезпечення жорсткості конструкції у разі відхилення силової вежі з боків силового пристрою встановлені балки. Для швидкості встановлення та мобільності, пристрій має коліщата.

Підбір коліс для стенду здійснено за даними таблиці 3.1. Підібрано колеса литі поліамідні вантажопідйомністю 4000 кг (рисунок 3.3).

Таблиця 3.2 Основні параметри колісних опор

 Діаметр колеса, мм	 Ширина колеса, мм	 Висота, мм	 Розмір панелі, мм.	 Кріпильні отвори, мм	 Діаметр отворів, мм	Вантажопідйомність, кг
150	45	235	200x250	160x210	17	1200
200	50	280	200x250	160x210	17	2000
250	60	334	200x250	160x210	17	2400
270	70	362	200x250	160x210	17	2500

Згідно даних таблиці 3.2 вибрано колеса діаметром 150 мм.

6702-RPR



6707-RPR



Рисунок 3.3 Загальний вигляд литих коліс із поліаміду

Після підбору всіх складових елементів конструкції стану для виправлення кузова автомобілів складаємо компоновальну схему розміщення елементів даної конструкції (рисунки 3.4).

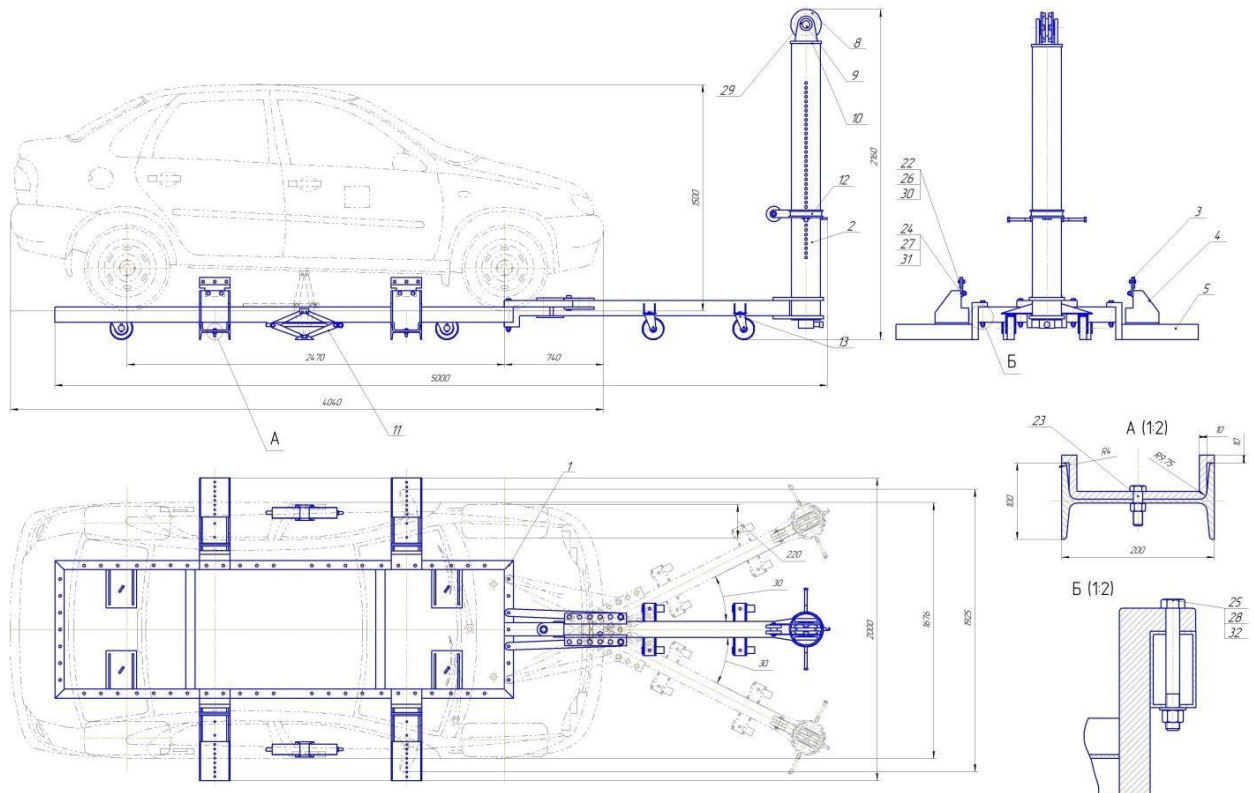


Рисунок 3.4 Схема компоновальна стану для правки кузовів автомобіля
 1 – рама; 2 – вежа силова; 3 – затискач; 4 – стійка; 5 – лапа напрямна; 6 – корпус кріпильний; 7 - платформа для гідроциліндра; 8 – зірочка; 9 - палець; 10 - кришка; 11 - домкрат; 12 – затискач напрямного блоку та ланцюга; 13 - коліщатко; 14 – штуцер; 15 - гідроциліндр; 16 - блок напрямний; 17 - втулка; 18 - стріла рухлива; 19 - втулка; 20 - балка жорсткості; 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 30, 31, 32 - металовироби; 29 - підшипник

3.2 Силний та кінематичний розрахунок основних вузлів та деталей проєктованого стану

Вибір діаметра гідроциліндра стану. Зусилля на штоку гідроциліндра визначається за формулою:

$$F_n = m \cdot g$$

де m – вантажопідйомність стану, $m = 10000$ кг ;

g - прискорення вільного падіння, $g = 9,81 \text{ м} \cdot \text{с}^{-2}$.

$$F_n = 10000 \cdot 9,81 = 98100 \text{ Н}.$$

Значення ефективного рушійного зусилля визначається за формулою:

$$F_n = \frac{\pi \cdot (D^2 - d^2)}{4} \cdot P \cdot \eta_{\text{мех}}$$

де D – діаметр циліндра, мм;

d - діаметр штока гідроциліндра, який дорівнює 0,3-0,7 D , приймаємо 0,7 D мм;

P – номінальний робочий тиск гідроциліндра, приймаємо 28 МПа;

η - механічний коефіцієнт корисної дії гідроциліндра, 0,95.

Діаметр циліндра визначається за формулою:

$$D_{\text{ц}} = \sqrt{\frac{F_n \cdot 4 \cdot 1,42}{P \cdot \eta_{\text{мех}} \cdot \pi}}$$

$$D_{\text{ц}} = \sqrt{\frac{98100 \cdot 4 \cdot 1,42}{28 \cdot 0,95 \cdot 3,14}} = 81 \text{ мм}$$

Із ряду стандартних розмірів гідроциліндрів вибираємо найближче значення діаметра, яке становить 80 мм.

Розрахунок товщини стінок циліндра:

Товщина стінок силового гідроциліндра визначається за формулою:

$$F_n = \frac{P \cdot D}{\left(\frac{4}{\sqrt{3}} \cdot \frac{\sigma_s}{n} - P \right) \cdot \varphi} + C$$

де σ_s – межа плинності матеріалу, для сталі 30ХГС дорівнює 60 кг/мм²;

n - коефіцієнт запасу міцності, $3p$ - пробний тиск, яким здійснюється гідравлічне випробування циліндра, 28 МПа;

φ - коефіцієнт міцності матеріалу при виготовленні з цільнотягнутої труби, 1;

C – збільшення до розрахункової товщини стінки, яке включає мінусовий допуск на товщину стінки і збільшення корозії, 0,05 мм.

$$F_n = \frac{2,85 \cdot 80}{\left(\frac{4}{\sqrt{3}} \cdot \frac{60}{3} - 2,85 \right) \cdot 1} + 0,05 = 5,31 \text{ мм}$$

Товщина плоского днища визначається за формулою:

$$S = 0,405 \cdot D \cdot \sqrt{\frac{P}{\sigma}}$$

де σ - межа плинності матеріалу днища, виготовленого із сталі 30 для якого межа плинності дорівнює 30 кг/мм².

$$S = 0,405 \cdot 80 \cdot \sqrt{\frac{2,85}{30}} = 10 \text{ мм}$$

Робота циліндра виконується за допомогою рідини в поршні, яка подається в підпоршневу порожнину, тому витрата розраховується для поршневої порожнини.

Витрата робочої рідини для поршневої порожнини визначається за формулою:

$$Q = \frac{\pi \cdot D^2}{4 \cdot \eta_{об}} \cdot V$$

де $\eta_{об}$ - об'ємний коефіцієнт корисної дії гідроциліндра, 0,98;

Швидкість штока гідроциліндра при підйомі платформи розраховується за формулою:

$$V = \frac{S}{t}$$

де V - швидкість штока гідроциліндра, м/с;

S - хід штока, 300 мм;

t - час підйому платформи, 30 сек.

$$V = \frac{0,3}{30} = 0,01 \text{ м/с,}$$

$$Q = \frac{3,14 \cdot 0,08^2}{4 \cdot 0,98} \cdot 0,01 = 0,000051 \text{ м}^3 / \text{с.}$$

Порядок розрахунку ланцюга приводу стенда.

Величина руйнівного навантаження, яке діє на ланцюги визначається за

формулою:

$$S_p = kS_{\max}$$

де k - коефіцієнт запасу міцності, приймається в діапазоні від 6 до 8, приймаємо $k = 8$;

$S_{\max}$ - максимальний натяг ланцюга, Н.

$$S_p = 8 \cdot 100000 = 800000 \text{ Н.}$$

Діаметр прутка ланки ланцюга визначається за формулою:

$$d = \sqrt{\frac{2 \cdot S_{\max}}{\pi \cdot [\sigma]}}$$

де $[\sigma]$ - допустиме напруження на розтягування, для сталі Ст3 рівне 160 Н/мм^2 .

$$d = \sqrt{\frac{2 \cdot 100000}{3,14 \cdot 160}} = 19,9 \text{ мм}$$

За розрахованими параметрами вибираємо зварний ланцюг калібрований 16x49 (діаметр 16 мм, внутрішня довжина ланки ланцюга 49 мм, ширина ланки 53 мм, маса 1 погонного метра ланцюга складає 5,8 кг).

Для зварних ланцюгів зірочки, як правило, виготовляються литими з чавуну або сталі. Ланки зварного ланцюга лягають на зірочці у спеціальні гнізда, виконані за формою ланки ланцюга, тому зірочка виходить багатогранною.

Діаметр початкового кола зірочки визначається за формулою:

$$D_{H.O.} = \sqrt{\left[\frac{t}{\sin\left(\frac{90}{z}\right)} \right]^2 + \left[\frac{d}{\cos\left(\frac{90}{z}\right)} \right]^2}$$

де t - внутрішня довжина ланки ланцюга;

d - діаметр прутка, з якого зварено ланцюг;

z - число гнізд на зірочці, приймаємо рівним 5.

$$D_{H.O.} = \sqrt{\left[\frac{45}{\sin\left(\frac{90}{5}\right)} \right]^2 + \left[\frac{16}{\cos\left(\frac{90}{5}\right)} \right]^2} = 146,6 \text{ мм}$$

3.3 Силовий та кінематичний розрахунок основних елементів стенда для відновлення геометрії кузова автомобіля

3.3.1 Послідовність розрахунку основної рами стенду

Рама стенда є його основним елементом, яка і приймає силове навантаження. Враховуючи технічні вимоги до виготовлення рами, з метою забезпечення заданих параметрів точності автомобіля, необхідно враховувати вибір її елементів, які впливають на параметри жорсткості. У зв'язку з тим, о вибір елементів конструкції стенда проводиться із значним запасом їхньої міцності, розрахунок рами стенда на міцність, як правило, не проводиться. Розрахункова схема стенда приведена на рисунку 3.5

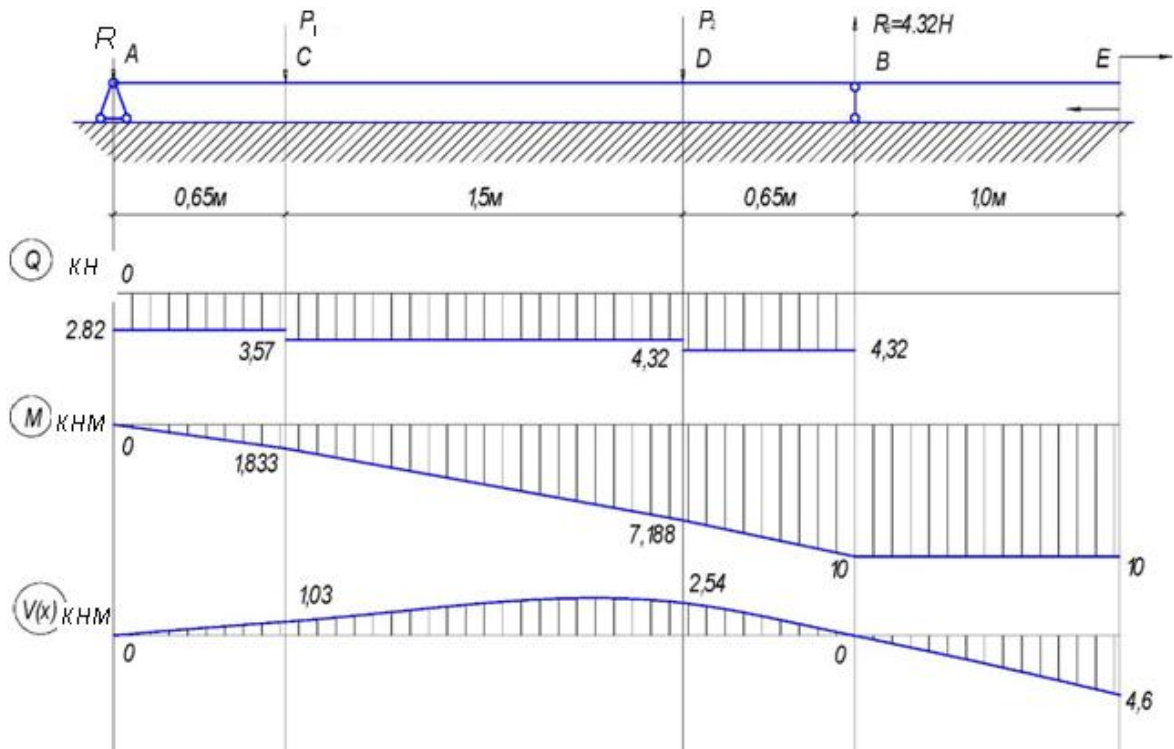


Рисунок 3.5 - Схема для розрахунку основних елементів рами стенда. Епюри від дії поперечних сил згинальних моментів та прогинів балки.

В процесі ремонту на раму діють відповідно P_1 і P_2 – загальна маса кузова автомобіля. Силовий елемент стенда, який закріплений на консольній частині рами при витягуванні кузова автомобіля викликає момент M .

Визначення опорних реакцій із сторони стенда.

$$\sum M_A = 0,65P_1 + 2,15P_2 - 2,8R_B + M = 0;$$

$$\sum M_A = 0,65 \cdot 0,75 + 2,15 \cdot 0,75 - 2,8R_B + 10 = 0;$$

$$R_B = \frac{0,65 \cdot 0,75 + 2,15 \cdot 0,75 + 10}{2,8} = 4,32 \text{ кН.}$$

$$\sum P = P_1 + P_2 - R_A + R_B = 0$$

$$\sum P = 0,75 + 0,75 - R_A + 2,82 = 0;$$

$$R_A = 4,32 \text{ кН.}$$

Побудова епюри Q , використовуючи звичайний спосіб (метод скачків).
При побудові епюри M визначаємо наступні параметри:

$$M_D = 10 - 4,32 \cdot 0,65 = 7,188 \text{ кНм}$$

$$M_C = 10 - 4,32 \cdot 2,15 - 0,75 \cdot 1,5 = 1,83 \text{ кНм.}$$

$$M_A = 10 - 4,32 \cdot 2,8 + 0,75 \cdot 2,15 + 0,75 \cdot 0,65 = 0 \text{ кНм}$$

Побудова епюри M .

Взявши за основу метод початкових параметрів будується діаграма вертикальних переміщень.

В результаті розрахунків величина переміщення в точці E складає:

$$V(E) = V_0 + Q_0 \cdot 3,8 + \frac{1}{EI} \cdot \left(-\frac{2,82 \cdot 3,8^3}{3!} - \frac{0,75 \cdot (3,8 - 0,65)^3}{3!} - \frac{0,75 \cdot (3,8 - 2,15)^3}{3!} + \frac{4,32(3,8 - 2,8)^3}{3!} \right)$$

Враховуючи, що у даній формулі величина початкового переміщення $V_0 = 0$ визначаємо початковий кут повороту.

$$V(B) = Q_0 \cdot 2,8 + \frac{1}{EI} \left(-\frac{2,82 \cdot 2,8^3}{3!} - \frac{0,75 \cdot (2,8 - 0,65)^3}{3!} - \frac{0,75 \cdot (2,8 - 2,15)^3}{3!} \right)$$

$$Q_0 = \frac{13,966}{2,8EI} = \frac{4,95}{EI}$$

З метою побудови діаграми проводимо розрахунок відповідного переміщення в деяких місцях рами кузова автомобіля.

$$V(C) = \frac{4,95 \cdot 0,65}{EI} + \frac{1}{EI} \left(-\frac{2,82 \cdot 0,65^3}{3!} \right) = \frac{3,08}{EI}$$

$$V(D) = \frac{4,95 \cdot 2,15}{EI} + \frac{1}{EI} \left(-\frac{2,82 \cdot 2,15^3}{3!} - \frac{0,75 \cdot (2,15 - 0,65)^3}{3!} \right) = \frac{5,9}{EI}$$

$$\begin{aligned} V(E) &= \frac{4,95 \cdot 3,8}{EI} \\ &+ \frac{1}{EI} \left(-\frac{2,82 \cdot 3,8^3}{3!} - \frac{0,75 \cdot (3,8 - 0,65)^3}{3!} - \frac{0,75 \cdot (3,8 - 2,15)^3}{3!} \right. \\ &\left. + \frac{4,32 \cdot (3,8 - 2,8)^3}{3!} \right) = -\frac{10,68}{EI} \end{aligned}$$

Враховуючи, що для вибраної марки сталі модуль пружності $E = 2 \cdot 10^6$ кН/м² = $2 \cdot 10^7$ т/м², визначаємо величину параметра I , яка необхідна для забезпечення максимального прогину рами стенда не більш, як на 5 мм (враховуючи параметри жорсткості), у зв'язку з тим, що найбільший прогин у точці E, по якій і проводимо подальші розрахунки. При значенні $V(E) = 5$ мм., одержуємо:

$$I = \frac{-10,68}{E \cdot V(E)} = \frac{-10,68 \cdot 10^8}{2 \cdot 10^7 \cdot 0,005} = 10680 \text{ см}^4$$

Із умови, що кожна балка конструктивно складається із двох швелерів, одержуємо:

$$I_x = \frac{10680}{4} = 2670 \text{ см}^4$$

Відповідно до існуючого асортименту вибираємо швелер №24 ($I_x=2900 \text{ см}^4$)

Визначаємо значення переміщень:

$$V(C) = \frac{3,08}{EI} = \frac{3,08 \cdot 10^8}{2 \cdot 10^7 \cdot 2900 \cdot 4} 10^3 = 1,03 \text{ мм}$$

$$V(D) = \frac{5,9}{EI} = \frac{5,9 \cdot 10^8}{2 \cdot 10^7 \cdot 2900 \cdot 4} 10^3 = 2,54 \text{ мм}$$

$$V(E) = \frac{-10,68}{EI} = \frac{-10,68 \cdot 10^8}{2 \cdot 10^7 \cdot 2900 \cdot 4} 10^3 = -4,6 \text{ мм}$$

По результатах отриманих значень будується діаграма вертикальних переміщень рами.

3.3.2 Послідовність розрахунку осі важеля силового пристрою

Дана вісь виготовляється із вуглецевої конструкційної сталі Ст 3, розміри якої приведені на рисунку 3.6.

Вісь навантажена силою $P = 5 \text{ кн.}$ при прийнятому коефіцієнту запасу міцності приймаємо $n_t = 2$. Проводимо перевірочний розрахунок осі на міцність та жорсткість.

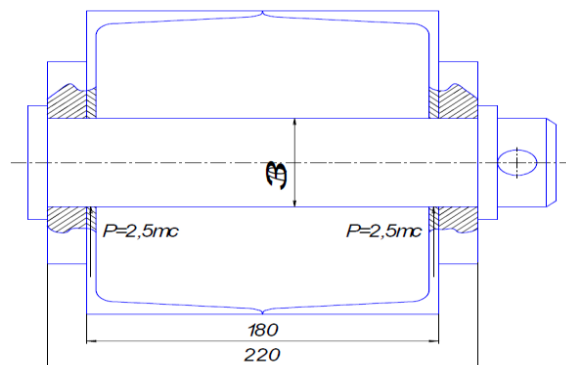


Рисунок 3.6 Загальний вигляд осі важеля силового пристрою

На рисунку 3.7 приведено розрахункову схему та відповідні епюри згинальних моментів осі.

Формула для визначення моменту інерції осі:

$$I = \frac{\pi \cdot d^4}{64} = \frac{3,14 \cdot 0,07^4}{64} = 1,1786 \cdot 10^{-6} \text{ м}^4$$

Формула для визначення моменту опору при розрахунку величини напруження в точках С і D

$$W = \frac{\pi \cdot d^3}{32} = \frac{3,14 \cdot 0,07^4}{32} = 3,365 \cdot 10^{-5} \text{ м}^4$$

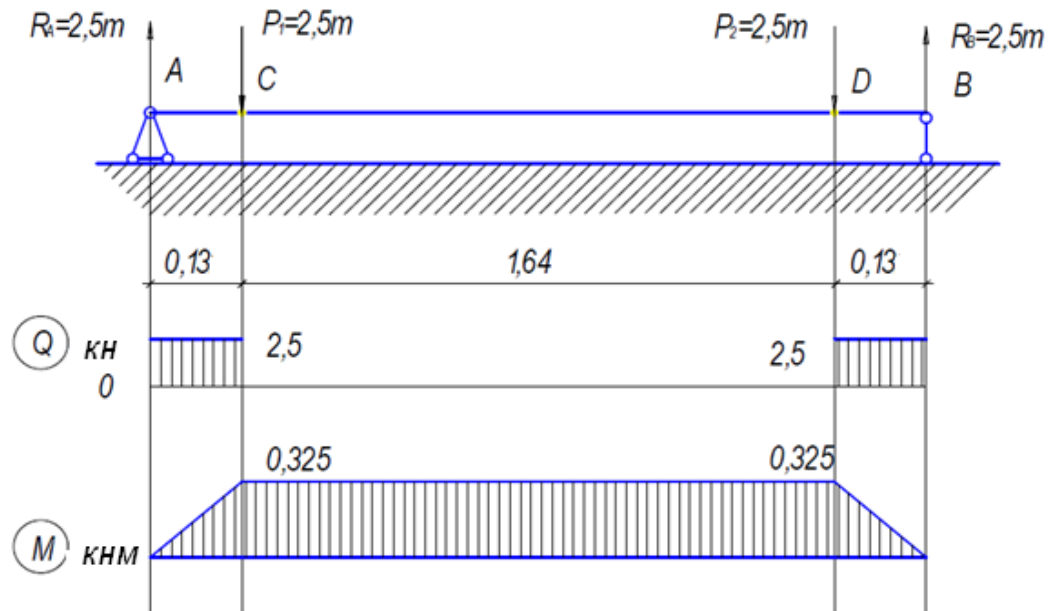


Рисунок 3.7 - Схема для розрахунку осі важеля та побудова епюр згинальних моментів.

Величина допустимої напруги при заданому запасі міцності:

$$[\sigma] = \frac{\sigma_T}{n_T} = \frac{20000}{2} = 10000 \text{ кН/м}^2$$

Формула для визначення величини номінального напруження в С або D.

$$\sigma_n = \frac{M}{W} = \frac{0,325}{3,365 \cdot 10^{-5}} = 9658,25 \text{ кН/м}^2$$

Перевірка осі по параметрах міцності:

$$9658,25 < 10000 \text{ кН/м}^2$$

Умова міцності виконується.

З використанням універсального рівняння пружної лінії для правої крайньої ділянки в точці В визначаємо величину прогину.

$$V(x) = V_0 + Q_0 \cdot x + \frac{1}{EI} \left(\frac{2,5 \cdot x^3}{3!} - \frac{2,5 \cdot (x - 0,013)^3}{3!} - \frac{2,5 \cdot (x - 0,173)^3}{3!} \right)$$

Величину початкового кута Q визначаємо із рівняння, при умові, що як на лівій так і на правій опорах прогин дорівнює 0.

$$Q_0 \cdot 0,19 + \frac{1}{EI} \cdot \frac{2,5}{6} (0,19^3 + 0,173^3 + 0,013^3) = 0$$

Отже:

$$Q_0 = -\frac{0,0264}{EI}$$

Рівняння для визначення прогину посередині прольоту:

$$V(0,95) = -\frac{0,0264}{EI} \cdot 0,095 + \frac{1}{EI} \left(\frac{2,5 \cdot 0,095^3}{3!} - \frac{2,5 \cdot 0,082^3}{3!} \right)$$

При значеннях $E = 2 \cdot 10^7 \text{ кН/м}^2 = 1,1786 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2$ визначаємо величину прогину осі важеля:

$$V(0,55) = -0,0001 \text{ м.}, \text{ тобто } V(0,55) = 0,1 \text{ мм і } V(0,95)/_1 = 0,1/190 = 1/1900$$

По результатах розрахунків можна зробити висновок, що вісь важеля силового пристрою по параметрах міцності відповідає заданим вимогам.

4 БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ, ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ

4.1 Розрахунок вентиляції у приміщенні

Схема витяжної сітки показана на рис. 4.1.

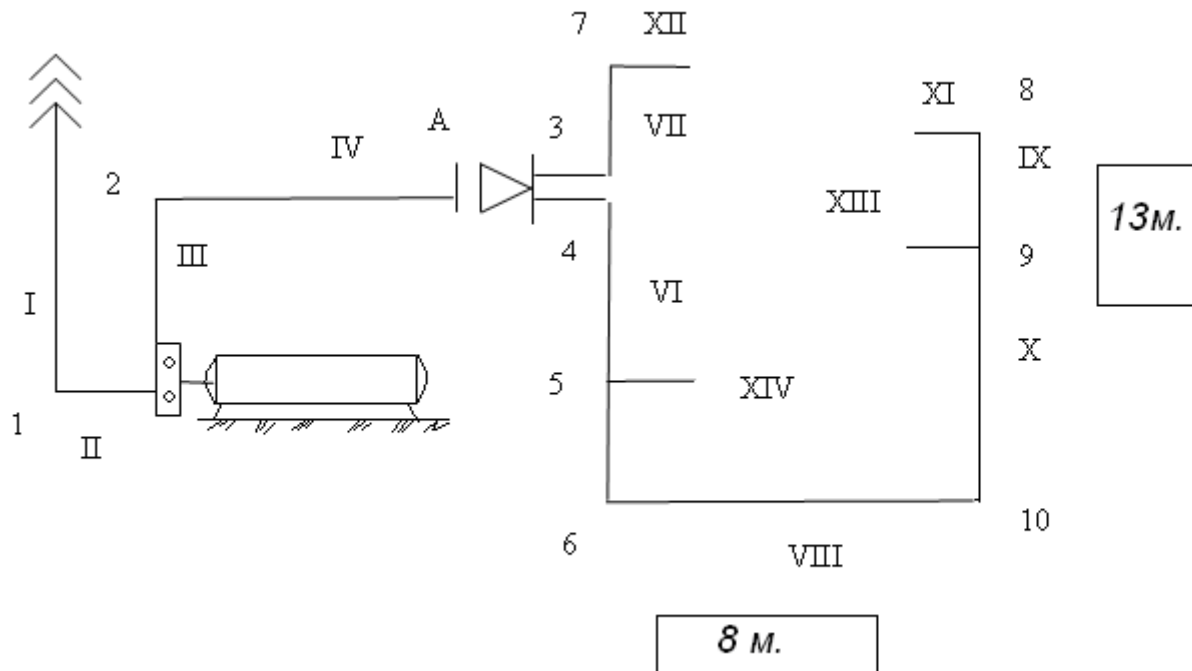


Рис. 4.1. Схема витяжної сітки

I, II, III, IV, V, VI, VII, VIII, IX, X – ділянки сітки

1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10 – згини повітропроводів

A – перехід

$$l_I = 1,5 \text{ м}$$

$$l_{VI} = 7 \text{ м}$$

$$l_{II} = 1,0 \text{ м}$$

$$l_{VII} = 2 \text{ м}$$

$$l_{III} = 0,5 \text{ м}$$

$$l_{VIII} = 7 \text{ м}$$

$$l_{IV} = 1 \text{ м}$$

$$l_{IX} = 3 \text{ м}$$

$$l_V = 3 \text{ м}$$

$$l_X = 9 \text{ м}$$

Визначаємо продуктивність вентилятора :

$$W_B = K_3 \cdot W$$

де K_3 – коефіцієнт запасу;

$$K_3 = 1,3 \dots 2.$$

Приймаємо $K_3 = 1,5$

Для приміщень з нормальним мікрокліматом і при вмісті шкідливих речовин в межах норми повітрообмін визначаємо за формулою:

$$W = n \cdot W_0, (\text{м}^3/\text{год})$$

У зв'язку з тим, що на одного працюючого припадає більше 20 м^3 об'єму приміщення та на посту діагностики на підприємстві працює 4 робітника приймаємо:

$$W_0 = 45 \text{ м}^3/\text{год}.$$

Отже

$$W = 4 \cdot 45 = 180 \left(\frac{\text{м}^3}{\text{год}} \right)$$

$$W_B = 1,5 \cdot 180 = 270 \left(\frac{\text{м}^3}{\text{год}} \right)$$

Враховуючи кратність повітрообміну згідно завдання $m = 5$, тоді:

$$W = m \cdot W_B$$

$$W = 5 \cdot 270 = 1350 \left(\frac{\text{м}^3}{\text{год}} \right)$$

Визначаємо втрати тиску на прямих ділянках труб:

$$H_{\text{ВП}} = \frac{\varphi_T \cdot l_T \cdot \rho_B \cdot v_{cp}^2}{2d_T},$$

де φ_T – коефіцієнт, який враховує опір сталевих труб (для сталевих труб – 0,02);

v_{cp} - середня швидкість повітря на ділянці повітряної сітки, яка розраховується для ділянок, які розташовані біля вентилятора $v_{cp} = 8 \dots 12$ м/с, а для віддалених від вентилятора ділянок $v_{cp} = 1 \dots 4$ м/с;

l_T – довжина ділянки труби;

d_T – діаметр труби;

$d_1 = 0,6$ м

$d_2 = 0,25$ м

ρ_B - густина повітря, для даних кліматичних умов $1,2$ кг/м³.

$$H_{\text{ВП I}} = \frac{0,02 \cdot 1,5 \cdot 1,2 \cdot 10^2}{2 \cdot 0,6} = 3 \text{ (Па)}$$

$$H_{\text{ВП II}} = \frac{0,02 \cdot 1 \cdot 1,2 \cdot 12^2}{2 \cdot 0,6} = 3,5 \text{ (Па)}$$

$$H_{\text{ВП III}} = \frac{0,02 \cdot 0,5 \cdot 1,2 \cdot 11^2}{2 \cdot 0,6} = 1,25 \text{ (Па)}$$

$$H_{\text{ВП IV}} = \frac{0,02 \cdot 1 \cdot 1,2 \cdot 10^2}{2 \cdot 0,6} = 2 \text{ (Па)}$$

$$H_{\text{ВП V}} = \frac{0,02 \cdot 3 \cdot 1,2 \cdot 8^2}{2 \cdot 0,6} = 3,84 \text{ (Па)}$$

$$H_{\text{ВП VI}} = \frac{0,02 \cdot 7 \cdot 1,2 \cdot 8^2}{2 \cdot 0,6} = 8,96 \text{ (Па)}$$

$$H_{\text{ВП VII}} = \frac{0,02 \cdot 2 \cdot 1,2 \cdot 4^2}{2 \cdot 0,6} = 0,64 \text{ (Па)}$$

$$H_{\text{ВП VIII}} = \frac{0,02 \cdot 7 \cdot 1,2 \cdot 2^2}{2 \cdot 0,6} = 0,56 \text{ (Па)}$$

$$H_{\text{ВП IX}} = \frac{0,02 \cdot 3 \cdot 1,2 \cdot 1^2}{2 \cdot 0,6} = 0,06 \text{ (Па)}$$

$$H_{\text{ВП X}} = \frac{0,02 \cdot 9 \cdot 1,2 \cdot 1,21^2}{2 \cdot 0,6} = 0,26 \text{ (Па)}$$

$$H_{\text{ВП XI}} = \frac{0,02 \cdot 2 \cdot 1,2 \cdot 4^2}{2 \cdot 0,25} = 0,64 \text{ (Па)}$$

$$H_{\text{ВП XII}} = \frac{0,02 \cdot 2 \cdot 1,2 \cdot 2^2}{2 \cdot 0,25} = 0,16 \text{ (Па)}$$

$$H_{\text{ВП XIII}} = \frac{0,02 \cdot 2 \cdot 1,2 \cdot 1^2}{2 \cdot 0,25} = 0,04 \text{ (Па)}$$

$$H_{\text{ВП XIV}} = \frac{0,02 \cdot 2 \cdot 1,2 \cdot 1^2}{2 \cdot 0,25} = 0,04 \text{ (Па)}$$

Розраховуємо місцеві втрати тиску в переходах та жалюзі:

$$H_M = 0,5 \cdot \psi_M \cdot V_{\text{CP}}^2 \cdot \rho_B,$$

$$H_{M1} = 0,5 \cdot 1,1 \cdot 11^2 \cdot 1,2 = 79,9 \text{ (Па)}$$

$$H_{M2} = 0,5 \cdot 1,1 \cdot 10^2 \cdot 1,2 = 66 \text{ (Па)}$$

$$H_{M3} = 0,5 \cdot 1,1 \cdot 9^2 \cdot 1,2 = 53,5 \text{ (Па)}$$

$$H_{M4} = 0,5 \cdot 1,1 \cdot 9^2 \cdot 1,2 = 53,46 \text{ (Па)}$$

$$H_{M5} = 0,5 \cdot 1,1 \cdot 8^2 \cdot 1,2 = 42,2 \text{ (Па)}$$

$$H_{M6} = 0,5 \cdot 1,1 \cdot 8^2 \cdot 1,2 = 42,24 \text{ (Па)}$$

$$H_{M7} = 0,5 \cdot 1,1 \cdot 4^2 \cdot 1,2 = 10,56 \text{ (Па)}$$

$$H_{M8} = 0,5 \cdot 1,1 \cdot 2^2 \cdot 1,2 = 2,64 \text{ (Па)}$$

$$H_{M9} = 0,5 \cdot 1,1 \cdot 2^2 \cdot 1,2 = 2,64 \text{ (Па)}$$

$$H_{M10} = 0,5 \cdot 1,1 \cdot 1^2 \cdot 1,2 = 0,66 \text{ (Па)}$$

Визначаємо втрати в переході:

$$H_{MA} = 0,5 \cdot \psi_M \cdot V_{CP}^2 \cdot \rho_B$$

$$H_{MA} = 0,5 \cdot 1,1 \cdot 11^2 \cdot 1,2 = 79,86 \text{ (Па)}$$

Визначаємо втрати в жалюзі:

$$H_{MXI} = 0,5 \cdot 1,1 \cdot 5^2 \cdot 1,2 = 16,5 \text{ (Па)}$$

$$H_{M_{XII}} = 0,5 \cdot 1,1 \cdot 1^2 \cdot 1,2 = 0,66 \text{ (Па)}$$

$$H_{M_{XIII}} = 0,5 \cdot 1,1 \cdot 6^2 \cdot 1,2 = 23,76 \text{ (Па)}$$

$$H_{M_{XIV}} = 0,5 \cdot 1,1 \cdot 7^2 \cdot 1,2 = 32,34 \text{ (Па)}$$

Визначаємо сумарні втрати тиску:

$$H_{ВП} = H_{ВП I} + H_{ВП II} + H_{ВП III} + \dots + H_{ВП XIV},$$

$$H_{ВП} = 3 + 3,5 + 1,25 + 2 + 3,84 + 8,96 + 0,64 + 0,56 + 0,06 + 0,26 + 0,64 + 0,16 + 0,04 + 0,04 = 24,96 \text{ (Па)}$$

$$H_{BM} = H_{BM 1} + H_{BM 2} + H_{BM 3} + \dots + H_{BM 10} + H_{MA} + H_{M XI} + H_{M XII}$$

$$H_{BM} = 79,9 + 66 + 53,5 + 53,46 + 42,2 + 42,24 + 10,56 + 2,64 + 2,64 + 0,66 + 79,86 + 16,5 + 0,66 = 456,4 \text{ (Па)}$$

Визначаємо загальні втрати:

$$H = H_{ВП} + H_{BM},$$

$$H = 24,96 + 456,4 = 481,36 \text{ (Па)}.$$

Визначаємо потужність електродвигуна для вентилятора

$$P_{дв} = \frac{H_B \cdot W}{3600 \cdot 1000 \cdot \eta_B \cdot \eta_A}, \text{ кВт}$$

де H_B – повний тиск вентилятора;

W_B – продуктивність вентилятора;

η_B – коефіцієнт ККД (0,9...0,95).

$$P_{дв} = \frac{481,36 \cdot 1350}{3600 \cdot 1000 \cdot 0,9 \cdot 0,45} = 0,45 \text{ (кВт)}$$

Отже, приймаємо вентилятор № 3,2, з електродвигуном 4А80А4, частотою обертання $n = 1420 \text{ хв}^{-1}$, $N = 1 \text{ кВт}$, вентилятор серії В-ц14-46.

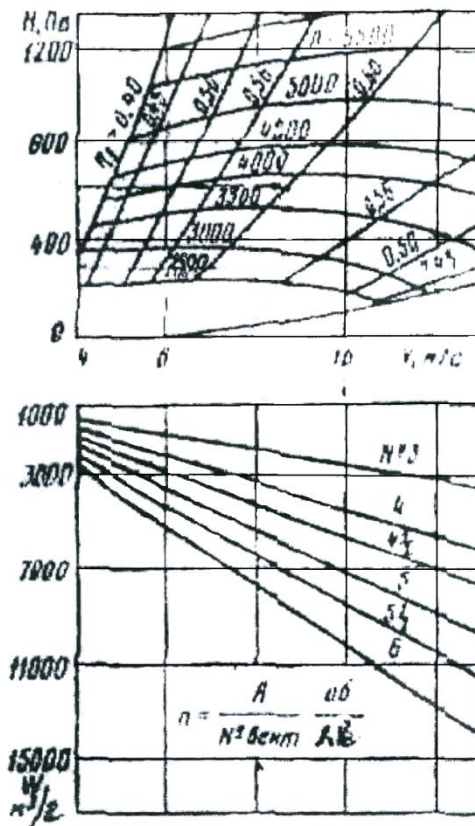


Рис. 4.2. Номограма для вибору центробіжних вентиляторів

4.2 Забезпечення безпеки життєдіяльності

Загальна модель забезпечення безпеки життєдіяльності на виробництві та в побуті Забезпечення БЖД – це створення таких умов ЖД людини (соціальної групи, суспільства), коли ризик проявлення будь-якої небезпеки не перевищує відповідного встановленого рівня. Забезпечення безпеки у всіх випадках проявленої небезпеки має підкорятись чітко впорядкованим закономірностям, які становлять методологічні основи моделі забезпечення БЖД. Назва, вид, категорія небезпеки. Визначення суті небезпеки (механічна, фізична, енергетична, біологічна, хімічна). Характер вражаючих факторів, параметрів, властивостей, характеристик. Характеристика причин проявлення небезпеки в

різних сферах Вплив негативних наслідків проявленої небезпеки на людину та середовище 48 Засоби попередження проявлення небезпеки та зменшення збитків Засоби локалізації негативних наслідків проявлення небезпек та забезпечення безпеки людей та навколишнього середовища



Рис. 4.3. Завдання забезпечення БЖД

Для забезпечення виконання цих завдань використовують відповідні засоби та заходи захисту: Засіб – пристосування, знаряддя для здійснення будь-якої діяльності. Захід – метод, дія, використовувані під час виконання будь-якої роботи чи здійснення будь-якої діяльності. Засоби та заходи тісно пов'язані між собою та реалізуються один через одного. Засобів та заходів забезпечення безпеки у виробничій та побутовій сферах дуже багато. Вони, як принципи та методи, є логічними етапами забезпечення безпеки, і їх вибір залежить від конкретних умов діяльності й побуту, рівня безпеки, стійкості та інших критеріїв. У зв'язку з великою кількістю засобів та заходів на сьогодні чіткої класифікації опорних понять немає. Однак наявні захисні структури (наприклад, цивільного захисту) мають реальні засоби індивідуального захисту (ЗІЗ) та засоби колективного захисту (ЗКЗ), які, у свою чергу, поділяються на підгрупи залежно від характеру небезпеки, конструктивного виконання, призначення та ін. Великого значення в забезпеченні безпеки людини набувають бар'єри попередження та захисту – це заходи і засоби, спрямовані на захист системи життєдіяльності людини від зовнішніх та внутрішніх небезпек.

Умовно бар'єри можна поділити на три великі категорії: – фізіологічні бар'єри організму людини; – природні бар'єри захисту біосфери; – штучні бар'єри захисту середовища проживання та людини.

4.3 Основні напрями забезпечення безпеки життєдіяльності

Якщо відомо, які саме небезпеки загрожують, можна розробити основні напрями забезпечення безпеки життєдіяльності. 1. Забезпечення природної безпеки вимагає: – розробляти природоохоронні закони та суворо наглядати за їх виконанням;

- постійно проводити моніторинг природних небезпек;
- провадити природоохоронне землекористування та видобуток корисних копалин;
- достатньо фінансувати вживання заходів, спрямованих на захист природного середовища;
- вчасно вживати профілактичних заходів для запобігання виникненню та розвитку епідемій, епізоотій, епіфітотій;
- не допускати промислових та інших викидів у водойми та атмосферу без використання очисних споруд;
- своєчасно та в належній кількості застосовувати у сільському господарстві мінеральні добрива й отрутохімікати;
- зберігати зелені насадження від нерозумного вирубування та робити нові зелені насадження (зокрема лісозахисні смуги).

Забезпечення техногенної безпеки можливе, якщо:

- готують (готувати) і реалізують комплекс заходів (правових, соціально-економічних, політичних, організаційно-технічних, санітарно-гігієнічних), спрямованих на оцінювання рівнів ризику, своєчасне реагування на загрозу виникнення надзвичайної ситуації;
- проводять моніторинг можливого перебігу подій для недопущення їх переростання у надзвичайну ситуацію або пом'якшення її можливих наслідків;
- постійно проводять ідентифікацію та облік об'єктів підвищеної

небезпеки;

- складають декларації безпеки потенційно небезпечних об'єктів;
- контролюють матеріали, речовини, які використовують у виробничому та побутовому середовищі й можуть бути небезпечними для життя і здоров'я людей;
- суворо дотримуються умови технологічного процесу та правила експлуатації, особливо під час роботи з небезпечними речовинами і матеріалами;
- з використання постійно вилучають недосконалі та недостатньо надійні побутові прилади і техніка, транспортні засоби та ін.;
- постійно перевіряють технічний стан споруд, будинків, конструкцій, доріг, транспортних засобів тощо.
- проводять моніторинг безпеки лікарських препаратів, обладнання та засобів обстеження;
- перевіряють безпечність і відповідність стандартам продуктів харчування та напоїв.

Забезпечення соціально-політичної безпеки передбачає:

- наявність відповідної законодавчо-правової бази з питань забезпечення безпеки людини; – урегулювання збройних конфліктів за допомогою мирних переговорів; – міжнародну боротьбу з будь-якими проявами тероризму та екстремізму; – обов'язкову відповідальність за вчинки кримінального характеру;
- профілактику в суспільстві соціальних небезпек;
- достатнє фінансування захисних соціальних програм;
- економічну та політичну стабільність у державі.

ВИСНОВКИ

У результаті виконання кваліфікаційної роботи було проведено комплексне дослідження організаційно-технологічних, конструкторських та експлуатаційних аспектів ремонту кузовів легкових автомобілів на станціях технічного обслуговування. Основною метою роботи стало підвищення ефективності ремонтного процесу шляхом розробки конструкції універсального станда для відновлення геометричних параметрів кузова, що відповідає сучасним вимогам технологічності, надійності та безпеки.

Проаналізовано основні види пошкоджень кузовів, які виникають внаслідок експлуатації та аварій. Обґрунтовано технологічну послідовність виконання кузовного ремонту з урахуванням сучасних методів діагностики, рихтування, зварювання та фарбування та визначено критерії вибору обладнання для кузовної дільниці СТО та розраховано його оптимальну номенклатуру. Також здійснено розробку конструкції модернізованого станда із урахуванням аналізу існуючих аналогів, технічних характеристик і недоліків типових рішень, проведено силовий та кінематичний розрахунок основних вузлів і елементів станда, що підтвердило доцільність обраної конструкції.

Запропонований стенд дозволяє здійснювати точне відновлення геометрії кузова автомобіля, підвищити продуктивність ремонтних робіт, зменшити тривалість простоїв автомобіля та покращити якість обслуговування клієнтів. Впровадження такої конструкції у виробничу практику СТО сприятиме розвитку конкурентоспроможного автосервісу та зниженню витрат на відновлення пошкоджених транспортних засобів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Ткаченко І. Г., Левкович М. Г. Конспект лекцій з дисципліни «Надійність транспортних засобів». Тернопіль : ТНТУ, 2024. 118 с.
2. Левкович М.Г., Гупка А.Б., Сіправська М.Д Конспект лекцій з дисципліни «Відновлення деталей» для здобувачів освітнього рівня бакалавр за спеціальністю 274 «автомобільний транспорт».-Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя. – Тернопіль.: ТНТУ, 2021. – 136 с.
3. Безпека життєдіяльності та основи охорони праці. Курс лекцій: Навчальний посібник для студентів вищих педагогічних навчальних закладів всіх спеціальностей за освітньо-кваліфікаційним рівнем "бакалавр" / А.І. Ткачук, О.В. Пуляк. – Перевидання, доповнене та перероблене. – Кропивницький: ПП "Центр оперативної поліграфії "Авангард". – 2017. – 184с.
4. Автомобілі. Теорія : навч. посіб. / В.П. Сахно, В.І. Сирота, В.М. Поляков, В. Г. Головань, О.В. Лисий; Військ. акад. - Одеса: Військ. акад., 2017. - 412 с.
5. Кукурудзяк, Ю. Ю. Технічна експлуатація автомобілів. Організація технологічних процесів ТО і ПР навчальний посібник / Ю. Ю. Кукурудзяк, В. В. Біліченко. – Вінниця : ВНТУ, 2010. – 198 с.
6. Коробочка О.М. Основи розрахунків, проектування і експлуатації технологічного обладнання для автомобільного транспорту: Навч. посібник / Коробочка О.М., Скорняков Е.С., Сасов О.О. – Дніпродзержинськ: ДДТУ, 2007 – 252 с.
7. О.Л. Ляшук, Ю.І. Пиндус, М.Г. Левкович, Гупка А.Б., Хорошун Р.В. Методичні вказівки до виконання кваліфікаційної роботи бакалавра за освітнім рівнем «бакалавр галузі знань 27 «Транспорт» спеціальність 274 «Автомобільний транспорт» – Тернопіль: Видавництво ТНТУ, 2022. – 61 с.
8. Підлоговий стапель для рихтування кузова легкового автомобіля : пат. на корисну модель № 155849 Україна : МПК В21D1/00 / Гевко І. Б., Ляшук О. Л., Рогатинський Р. М., Гудь В. З., Слободян Л. М., Хорошун Р. В., Матвійшин А. Й., Гевко Б. Р., Левкович М. Г., Гупка А. Б.; заявник і власник

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя. – № u202302428; заявл. 22.05.2023; опубл. 17.04.2024, Бюл. № 16/2024

9. Спосіб автоматизованого моніторингу та прогнозування технічного стану вузлів легкових автомобілів : пат. на корисну модель № 159377 Україна : МПК G06F15/00 / Міронов Д. В., Ляшук О. Л., Гевко І. Б., Рогатинський Р. М., Гупка А. Б.; заявник і власник Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя. – № u202402656; заявл. 17.05.2024; опубл. 21.05.2025, Бюл. № 21/2025. – 4 с.

10. Гнатов А.В., Аргун Щ.В. Сучасні технології зовнішнього магнітноімпульсного кузовного ремонту автомобілів / Вісник Вінницького політехнічного інституту. – 2015. – № 4. – С.103-108.