

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня

бакалавр

(назва освітнього ступеня)

на тему: Удосконалення технології ремонту та відновлення радіаторів
легкового автомобіля Audi A8

Виконав(ла): студент(ка) 4 курсу, групи МАс-41
спеціальності 274

Автомобільний транспорт

(шифр і назва спеціальності)

Денис МІЩУК
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник Андрій ГУПКА
(підпис) (прізвище та ініціали)

Нормоконтроль Роман ХОРОШУН
(підпис) (прізвище та ініціали)

Завідувач кафедри Олег ЦЬОНЬ
(підпис) (прізвище та ініціали)

Рецензент
(підпис) (прізвище та ініціали)

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

Факультет Інженерії машин, споруд та технологій

(повна назва факультету)

Кафедра Автомобілів

(повна назва кафедри)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

Олег ЦЬОНЬ

(підпис)

(прізвище та ініціали)

« 23 » січня 2025 р.

З А В Д А Н Н Я
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

на здобуття освітнього ступеня

бакалавр

(назва освітнього ступеня)

за спеціальністю 274 Автомобільний транспорт

(шифр і назва спеціальності)

студенту

Міщуку Денису Михайловичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Удосконалення технології ремонту та відновлення радіаторів легкового автомобіля Audi A8

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

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

Затверджені наказом ректора від «23» січня 2025 року № 4/7-38

2. Термін подання студентом завершеної роботи 24 червня 2025

3. Вихідні дані до роботи Базова технологія ремонту алюмінієвих радіаторів. Технологічний процес пайки радіаторів.

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)

Організаційні графіки – 1 лист А1

Схеми організації мідницько-радіаторної ділянки – 1 лист А1;

Технологічний маршрут операцій ремонту – 1 лист А1;

Стенд для ремонту облицювання радіатора. Складальне креслення – 1 лист А1;

Поворотний стіл. Складальне креслення – 1 лист А1;

Пристосування для правки ребер радіатора автомобіля – 1 лист А1;

[illegible]

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

Студент

Денис МІЩУК

Керівник роботи

Андрій ГУПКА

(прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

Кваліфікаційна робота присвячена удосконаленню технології ремонту та відновлення алюмінієвих радіаторів системи охолодження двигуна легкового автомобіля Audi A8. У роботі розглянуто конструкційні особливості радіаторів різних типів, включаючи набірні, ціліснопаяні та комбіновані моделі, а також виявлено основні причини та характерні дефекти, які виникають під час експлуатації. Основну увагу приділено аналізу сучасних методів ремонту – паяння, аргонодугового зварювання, герметизації спеціальними складами та використанню технології холодного зварювання. Запропоновано оптимізовану технологію паяння із застосуванням модифікованого припою та флюсу, що підвищує якість та надійність з'єднань при ремонті алюмінієвих радіаторів. Розроблено технічні рекомендації щодо активації поверхонь перед паянням.

У технологічному розділі наведено структурну схему мідницько-радіаторної дільниці, проведено розрахунок трудомісткості робіт, визначено потребу в обладнанні та виробничих площах. Конструкторська частина містить опис установки для очищення радіаторів від накипу, а також стенду для перевірки герметичності. Особливу увагу приділено підвищенню ефективності ремонту та безпеці праці.

Результати досліджень можуть бути впроваджені на підприємствах, що займаються сервісним обслуговуванням і ремонтом транспортних засобів, для зниження витрат на заміну радіаторів та продовження ресурсу систем охолодження.

ЗМІСТ

РЕФЕРАТ	4
ЗМІСТ	5
ВСТУП	6
1. ЗАГАЛЬНО-ТЕХНІЧНИЙ РОЗДІЛ	9
1.1 Конструкції і умови експлуатації радіаторів автомобілів	9
1.2 Технологічний процес перевірки радіатора охолодження	13
1.2.1 Ремонт радіатора виготовленого з латуні	15
1.2.2 Ремонт алюмінієвого радіатора	16
1.3 Основні технологічні способи ремонту радіаторів автомобілів	16
2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ	21
2.1 Технологічний процес ремонту автомобільного радіатора паянням	21
2.1.1 Вибір способу нагріву деталей радіатора під процес паяння	21
2.1.2 Загальні принципи вибору припою для паяння деталей радіатора	22
2.1.3 Обґрунтування вибору методу активації поверхні деталі перед ремонтним паянням	23
2.2 Розрахункові дані при визначенні розподілу обсягу виконуваних робіт	26
2.2.1 Порядок розрахунку необхідної кількості робітників	26
2.3 Структурна схема технологічного процесу при виконанні мідницько-радіаторних робіт на ремонтній дільниці	28
2.3.1 Послідовність розробки технологічного процесу поточного ремонту радіатора автомобіля	29
2.3.2 Критерії вибору технологічного обладнання, устаткування для реалізації розробленого технологічного процесу ремонту радіатора	3
2.3.3 Визначення сумарної виробничої площі дільниці для ремонту радіаторів	31
2.3.4 Послідовність виконання ремонтних операцій при пайці деталей радіатора автомобіля	32
2.4 Критерії вибору основного технологічного обладнання та	

устаткування для проведення мідницько-радіаторних робіт	34
3 КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ	36
3.1 Вибір устаткування та обладнання для ремонту радіаторів	36
3.2 Установка для очищення від накипу радіаторів автомобіля, модель – 2024	36
3.3 Конструкторські розрахунки основних елементів розроблюваного стенда	43
3.4 Конструктивні особливості та принцип роботи стенду для правки ребер радіатора автомобіля	48
3.5 Послідовність розрахунку основних силових елементів пристрою для переміщення поворотного стола	50
4 БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ, ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ	54
4.1 Характеристика небезпечних зон обладнання і розробка заходів безпеки	54
4.2 Характеристика огорожувальних пристроїв	55
4.3 Запобіжні захисні засоби	57
4.4 Протипожежна стійкість промислового підприємства	59
ВИСНОВКИ	65
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	66

ВСТУП

За період тривалої експлуатації автомобіля відбувається інтенсивне зношування деталей пар тертя трибоспряжень, при цьому значно погіршуються їх експлуатаційні властивості. В процесі технічного обслуговування та ремонту автомобілів виконуються роботи по усуненню відмов і несправностей, які виникають у робочих вузлах автомобілів під час їх експлуатації.

При відповідності автомобіля вимогам нормативної документації він вважається технічно справним. В період експлуатації автомобіль з розряду технічно справного переходить у розряд несправного. Відмінність працездатного автомобіля від справного полягає в тому, що дотримуються лише вимог безпеки в ході його експлуатації. Як приклад працездатного, але не справного автомобіля можна навести автомобіль з погіршеним зовнішнім виглядом, слідами корозії на кузові, склопідйомниками, що не працюють, зі зниженим тиском в системі змащення автомобіля, погіршеною роботою опалювальної системи салону.

Для того, щоб відновити справність або працездатність елементів автомобіля, виконують комплекс заходів по їх ремонту. Необхідність проведення ремонту окремих вузлів та агрегатів автомобіля пояснюється нерівномірністю зносу поверхонь тертя їх деталей. Проектування та виготовлення деталей трибоспряжень автомобіля з рівномірним зношуванням основних вузлів та агрегатів являється однією з актуальних проблем, у зв'язку з чим необхідно проводити періодичні технічні обслуговування та ремонти автомобіля.

Радіатор є одним з основних елементів системи охолодження двигуна автомобіля, тривала експлуатація якого в умовах теплового, хімічного та механічного навантаження призводить до поступового виходу з ладу елементів радіатора. Зокрема, порушується герметичність трубок серцевини радіатора. Залежно від терміну експлуатації близько 20 % всіх автомобілів вимагають проведення ремонту радіаторів.

В даний час усунення течі в радіаторі автомобіля здебільшого

виконується за рахунок повної заміни радіатора. Можливе заглушення поточних трубок, що знижує теплову віддачу радіатора. У зв'язку з підвищенням вартості запасних частин та можливим їх дефіцитом питання розробки сучасних ремонтних технологій при відновленні працездатності та справності радіаторів стає дедалі актуальнішим.

Головною проблемою при ремонті радіаторів автомобіля є необхідність точного визначення місця його ушкодження. При цьому виявлене ушкоджене місце має бути доступним для ремонтного паяння. Тимчасове відновлення працездатності радіатора можливе шляхом застосування спеціальних препаратів, що заливаються у систему охолодження.

При ремонтній пайці алюмінієвих радіаторів виникає складність – алюмінієві сплави вважається матеріалом, які важко паяються. Тому в даний час проводяться розробки в галузі ремонтного паяння радіаторів алюмінію.

1 ЗАГАЛЬНО-ТЕХНІЧНИЙ РОЗДІЛ

1.1 Конструкції і умови експлуатації радіаторів автомобілів

На рисунку 1.1 представлений радіатор (загальний вигляд – рис. 1.1, а), який у двигуні внутрішнього згоряння відіграє роль теплообмінного пристрою, що поєднує всі контури охолодження автомобіля. Найбільшого поширення набули трубчасто-пластинчасті (рис. 1.1, б) і трубчасто-стрічкові (рис. 1.1, в) решітки радіаторів.

До складу радіатора входить бічна стійка 1, паровідвідна трубка 2, пробка 3. Також до складу радіатора входять верхній бачок 4, нижній бачок 6 та гумова подушка кріплення радіатора 5. Теплообмінним вузлом радіатора є серцевина 7.

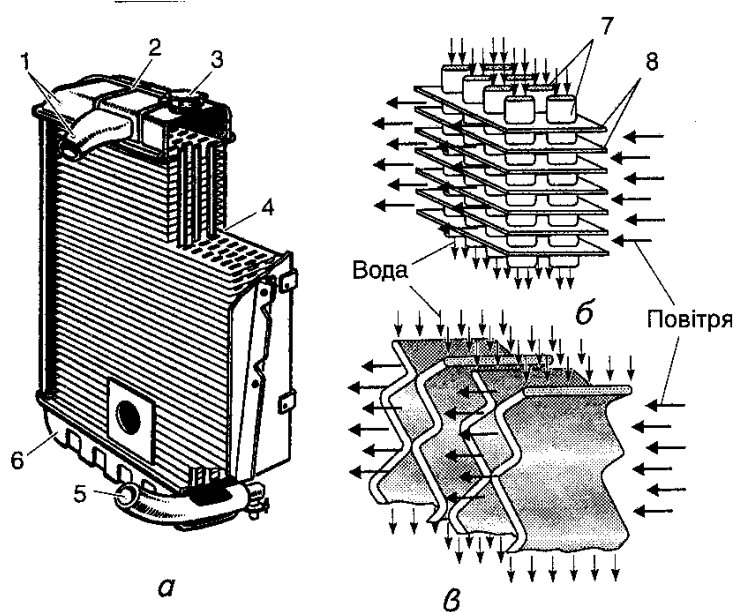


Рисунок 1.1 – Будова та загальний вигляд радіатора автомобіля

а - будова; б - трубчаста серцевина; в - пластинчаста серцевина;

1 - верхній бачок із патрубком; 2 - паровідвідний патрубок; 3 - горловина з кришкою; 4 - серцевина; 5 - патрубок із зливним краном; 6 - нижній бачок; 7 - патрубки; 8 - поперечні пластини

Призначення радіатора полягає в підтримці робочої температури двигуна в діапазоні $85...100^{\circ}\text{C}$, запобігаючи перегріву двигуна, який може викликати заклинювання рухомих елементів двигуна та вихід з ладу. Радіатори автомобіля

поділяються за матеріалом, який використовується для їх виготовлення, на дві групи: мідно-латунні та алюмінієво-пластикові. Такий поділ умовний, оскільки можливе застосування радіаторів з матеріалами типу «пластик+мідь», «пластик + алюміній + мідь» і т.д.

Алюмінієві радіатори поділяються на певні групи: першу групу алюмінієвих радіаторів складають цільнопаяні радіатори, в яких елементи радіатора спаяні між собою; другу групу складають набірні радіатори, які виготовляються без застосування процесів паяння або зварювання. Для їхнього складання застосовують процес розвальцювання.

На рисунку 1.2 приведено загальний вигляд набірного алюмінієвого радіатора. При збиранні елементів такого радіатора зварювання або паяння не застосовується, а збирання ведеться із застосуванням розвальцювання через гумові ущільнювачі.



Рисунок 1.2 – Елементи набірного радіатора автомобіля

До основних переваг набірних алюмінієвих радіаторів слід віднести: дешевизна радіатора, оскільки при його виготовленні не потрібно застосовувати високотехнологічні та витратні технологічні процеси; задовільна ремонтпридатність радіатора, оскільки існує можливість заміни його елементів при розбиранні і складанні.

Поряд з цим набірні радіатори мають ряд недоліків: мала теплопередавальна здатність, яка пояснюється особливостями конструкції радіатора; висока ймовірність втрати щільності з'єднань внаслідок вібрацій під час експлуатації автомобіля; необхідність застосування високоякісних трубок та ущільнювачів при складанні радіатора.

На рисунку 1.3 показано загальний вигляд ціліснопаяного радіатора, при складанні якого не використовувалися ущільнювачі або спеціальні матеріали. Для виготовлення таких радіаторів використовується алюміній високої якості. Ціліснопаяні радіатори встановлюються на потужних та дорогих легкових автомобілях: Audi A8, спортивні та гоночні автомобілі, дрифт-кари.

Поряд з цим, ціліснопаяні радіатори мають ряд недоліків: висока складність та собівартість виготовлення, так як доводиться застосовувати дорогі матеріали та сучасні технологічні процеси ремонту та відновлення; складність виконання ремонтних робіт.



Рисунок 1.3 Загальний вигляд ціліснопаяного радіатора автомобіля

Комбінована конструкція алюмінієвого радіатора, показаного на рисунку 1.4, передбачає застосування пластмасових бачків і алюмінієвої серцевини. Такі радіатори складніші по конструкції в порівнянні з набірними радіаторами, що відповідно підвищує їх вартість виготовлення. Серцевина такого радіатора набирається з гофр, трубок та сіток, далі відправляється в піч для спікання. Після виготовлення такої серцевини до неї приєднують пластикові бачки. До переваг комбінованих радіаторів слід віднести: висока твердість і міцність матеріалів деталей радіатора; можливість підвищення ефективності теплообміну рахунок застосування модернізованої конструкції; висока стійкість конструкції радіатора проти вібрацій.



Рисунок 1.4 Загальний вигляд радіатора з цільнопаяною серцевиною і пластмасовими бачками

Основними дефектами радіаторів, які призводять до необхідності їх заміни являються: течі охолоджуючої рідини по трубках і місцях входу трубок в трубну решітку; ушкодження бачків; деформації радіаторів після аварії; необхідність заміни патрубків і серцевини.

На рисунку 1.5 показано характерні пошкодження радіатора автомобіля внаслідок ударної дії крильчатки вентилятора. Значна кількість трубок охолодження натрубне, чотири трубки були вирвані з трубної решітки. На рисунку 1.6, а показано загальний вигляд радіатора після аварії, у якого відбулася сильна деформація, розлом бачка, відрив частини трубок від трубної решітки. На рисунку 1.6, б показано той же радіатор після відновлювальних робіт: відновлена площинність радіатора, зламаний бачок замінений на металевий, відірвані трубки приварені із застосуванням аргондугового зварювання електродом, що не плавиться.

На рисунку 1.7 показані характерні тріщини на основі алюмінієвого радіатора, які стають причиною порушення герметичності системи охолодження двигуна автомобіля.



Рисунок 1.5 Характер пошкодження радіатора автомобіля внаслідок ударної дії крильчатки вентилятора



Рисунок 1.6 Загальний вигляд радіатора після аварії (а)
та відновленого радіатора (б)

При ремонті радіатора після аварії слід здійснити операцію рихтування, тобто відновити його площинність. Далі необхідно провести усунення явних дефектів конструкції радіатора, до яких відносять: пробієни трубок, пошкодження бачка. Після цього радіатор перевіряють на герметичність, визначаючи місця течі рідини. За допомогою зварювання чи паяння відновлюють герметичність радіатора. Повторно перевіряють радіатор на герметичність.

1.2 Технологічний процес перевірки радіатора охолодження

Радіатор є поєднанням тонких трубок, між якими розташовані тонкі

пластини. Принцип дії всієї системи охолодження досить простий: двигун має охолодну сорочку, в яку подається вода або антифриз. За рахунок високої теплопровідності матеріалів, що застосовуються при створенні всієї системи, тепло передається рідини, після чого вона відводиться до радіатора.

Радіатор має досить високий показник ємності, складається з великого кількості трубок. Розподіл конструкції на безліч невеликих секцій дозволяє суттєво підвищити площу зіткнення трубок із пластинами. При виготовленні цього елемента системи охолодження, застосовується алюміній невеликої товщини, за рахунок чого також суттєво підвищується ступінь теплообміну.

Під час руху автомобіля радіатор охолоджується за рахунок потужного повітряного потоку. І також встановлюються додаткові вентилятори, які дозволяють суттєво підвищити ефективність охолодження конструкції.

Після того як температура робочої рідини була знижена, вона подається назад в сорочку двигуна, що охолоджує.

Застосування алюмінію та інших сплавів при виготовленні радіатора визначає те, що навіть несуттєве механічне вплив може стати причиною появи течі або іншого дефекту. Надто низький рівень охолоджуючої рідини призводить до перегріву ДВЗ.

За рахунок нагрівання рідини в системі підвищується її тиск. При критичному значенні тиску може бути різкий викид антифризу, нагрітого до високої температури. У разі потрапляння рідини на відкриті ділянки шкіри призведе до травми.

Провести ремонт радіатора своїми руками можна лише за наявності певного набору інструментів. Це пов'язано з тим, що усунути механічний дефект, можна тільки запаяти отвір.

Типові несправності:

1. Засмічення провідних трубок. При застосуванні низькоякісного антифризу, або брудної рідини є ймовірність того, що трубки засмічуються і перестануть пропускати рідину. Для вирішення подібної проблеми доведеться розібрати конструкцію та провести очищення.

2. Порушення герметичності гумових ущільнювачів також призводить

до розглянутої проблеми. У деяких випадках можна клеїти ущільнювачі, в інших доведеться провести її повну заміну.

3. Порухення герметичності трубок, що проводять рідину до бачка радіатора. Пошкодження металу можна тільки запаяти. При цьому варто враховувати, що полагодити можна не всі дефекти, в деяких випадках доведеться проводити повну заміну елемента.

4. Утворення тріщин може бути пов'язане з неправильною експлуатацією транспортного засобу у зимовий період. Прикладом можна назвати випадок використання звичайної води або змішування з антифризом. При замерзанні звичайна рідина збільшується в обсязі, за рахунок чого відбувається деформація металу і може з'явитися текти.

5. Найчастіше конструкція отримує пошкодження внаслідок механічного впливу. Прикладом можна назвати легкий удар під час аварії, а також попадання великого каменю під час руху на великій швидкості. Усунути можна невеликі дефекти, навіщо знадобиться ремкомплект.

1.2.1 Ремонт радіатора виготовленого з латуні

Якщо пластик можна швидко замінити, а всі гумові ущільнювачі заклеїти, то з ремонтом радіатора все набагато складніше: виправити механічне пошкодження можна тільки при сильному нагріві металу, після чого відбувається запаювання отворів. Як раніше було зазначено, не усі дефекти можна усунути.

Визначившись із тим, де саме з'явилася текти, можна розпочати виконання роботи. Для цього знадобляться:

1. паяльник з потужністю не менше 500 Вт;
2. паяльна кислота;
3. бура;
4. шкірка для зачистки поверхні;
5. припій;
6. металева щітка для очищення поверхні.

Відновити можна радіатор практично будь-якого автомобіля. При

проведенні роботи варто враховувати, що всі дефекти мають бути розташовані на великій відстані від заводських швів. Це пов'язано з високим ступенем пластичності латуні - занадто висока температура може деформувати заводські шви, зробивши їх менш стійкими до тиску.

1.2.2 Ремонт алюмінієвого радіатора

Паяння алюмінієвих радіаторів практично неможливе в домашніх умовах. З цієї причини розглядається можливість відновлення невеликих ушкоджень шляхом застосування різного клею та герметиків.

Вибір клею та герметиків слід проводити у тому випадку, якщо дефект не більше 1 см. До особливостей застосовуваних складів віднесемо такі моменти:

1. Спеціальний клей випускається в вигляді двох компонентів.
2. Перед застосуванням «холодний зварювання» рекомендується ретельно змішати два компоненти до отримання однорідної маси.
3. Відразу після отримання однорідної маси їй надається конічна форма, після чого речовина вдавлюється в утворену тріщину.

1.3 Основні технологічні способи ремонту радіаторів автомобілів

При виконанні ремонту автомобільних алюмінієвих радіаторів застосовуються високотехнологічні способи зварювання та паяння, що дозволяють отримувати герметичні з'єднання із врахуванням особливостей матеріалу. Також можуть застосовуватися інші способи, такі як нанесення герметиків та склеювання деталей радіатора.

Базовий варіант технології ремонту радіатора передбачає застосування аргонодугового зварювання електродом, що не плавиться. На сьогоднішній день для ремонту різних вузлів і агрегатів автомобілів використовується аргонне зварювання радіаторів з різними видами металів і сплавів – присадковий матеріал підбирається таким чином, щоб бути близьким за складом до металу деталі, що ремонтується. Шов, який створюється в процесі аргонно-дугового зварювання радіатора автомобіля, в результаті являє собою одне ціле з частинами, що зварюються. Відповідно, таке зварювання деталей радіатора автомобіля забезпечує високу міцність і герметичність виробу, що

зварюється. В даний час для виготовлення радіаторів все частіше використовується алюміній, у зв'язку з чим аргонно-дугове зварювання радіатора автомобіля стає одним з ефективних рішень у разі механічних пошкоджень алюмінієвих елементів радіатора. На рисунку 1.7 показано технологічний процес ремонту радіатора автомобіля із застосуванням зварювання.

При зварюванні алюмінієвих сплавів електродом, що не плавиться, у швах часто зустрічаються включення оксидної плівки. Крім того, сплави алюмінію відрізняються підвищеною схильністю до пороутворення.



Рисунок 1.7 Ремонт алюмінієвих радіаторів автомобіля зварюванням

Алюмінієві сплави мають високу теплопровідність, яка призводить до отримання значного рівня залишкових напруг і деформацій, що супроводжується коробленням деталі та появою в ній тріщин. Оксидна плівка, яка має високу температуру плавлення, що перевищує температуру плавлення основного металу, внаслідок цього при зварюванні шов забруднюється окисними плівками. Забруднення металу зварного шва окисними плівками також сприяє те, що оксид алюмінію має більш високу щільність, ніж розплавлений алюміній, тому не залишається на поверхні зварювальної ванни, а тоне в ній. Оксидні плівки інтенсивно виходять з нього при кристалізації, що призводить до утворення пористості, яка стає серйозною проблемою при зварюванні алюмінієвих сплавів.

Наведені вище проблеми призводять до того, що міцність металу

зварного шва становить близько 60...70% міцності основного металу. Особливо це актуально по відношенню до ремонтного зварювання деталей із алюмінієвих сплавів. При виконанні зварювання автомобільних радіаторів спостерігається значна кількість дефектів у вигляді порушення герметичності. Також слід зазначити деяке зниження корозійної стійкості зварних швів по відношенню до основного металу.

На практиці існує помилкова думка про ефективність використання різних герметиків та присадок для усунення течі радіатора. Проте, герметики перебуваючи, тривалий час у системі охолодження, сприяють появі у ній руйнівних процесів. Хімічні речовини герметика впливають на тонкі стінки трубок і соти радіатора роз'їдають їх із середини. В інструкції із застосування герметиків вказується про їх використання тільки в екстреному випадку, якщо немає можливості усунути поломку в даний момент, при цьому необхідно промити систему (промивання системи охолодження), провести ремонт або замінити радіатор, замінити рідину, що охолоджує. Однак існує думка, що ніякої шкоди на систему охолодження герметик не надає, і що можна його використовувати як ремонтний засіб. Практика показує, що радіатори після застосування герметиків, відновленню не підлягають, незалежно від їхнього стану та зовнішнього вигляду. Але це не головна побічна дія герметиків. Радіатор охолодження та радіатор обігрівача салону мають дуже тонкі канали (стільники), по яких циркулює охолоджуюча рідина. Герметики незалежно у рідкому чи порошкоподібному вигляді осідають на стінках, цим зменшують прохідний переріз. В результаті чого кількість циркулюючої охолоджуючої рідини зменшується. Двигуну недостатньо охолодження, і він працює у високотемпературному режимі. Це може призвести до закипання та перегріву радіатора.

Для ремонту радіатора може застосовуватися процес склеювання. Для цього застосовуються олівці, що герметизують, наприклад, олівець LA-CO, який представлений на рисунку 1.8.



Рисунок 1.8 - Герметизуючий олівець LA-CO для ремонту радіаторів

Технологічні особливості примінення олівця LA-CO при ремонті радіаторів: одночасно плавиться і заклеює місце витоку в радіаторі; висока швидкість герметизації шва; відремонтована система радіатора готова до експлуатації.

Технологія ремонту радіатора автомобіля герметизуючим олівцем LA-CO: очищення поверхні навколо місця витоку і його знежирення; нагрівання ремонтної поверхні до $120...140^{\circ}\text{C}$; нанесення на нагріту поверхню олівця LA-CO. Товщина шару має бути $1...1,5$ мм. Важливо не спрямовувати полум'я прямо на олівець; після нанесення олівця, що розплавився, на місце витоку, протягом декількох секунд нагрівати заклеєне місце намагаючись не обвуглити клей полум'ям.

Заклеєне місце витоку радіатора витримує робочий тиск 30 атмосфер, температуру $170...180^{\circ}\text{C}$. Перевагами даного способу відновлення радіатора є висока швидкість процесу, але ремонтні розміри після відновлення олівцем, який герметизує, доволі низькі. Також для герметизації місця течі на радіаторі можливе застосування епоксидних смол. Високу ефективність при ремонті радіатора показала клейова композиція ЕД-20.

При ремонті радіаторів автомобілів широкого поширення набула пайка, процес якої показана на рисунку 1.9. Процес пайки дозволяє значно знизити деформації виробу порівняно зі зварювальними процесами. Також мала температура нагрівання при пайці дозволяє заощаджувати енергію порівняно зі зварюванням. Оскільки поверхня радіатора, що ремонтується, має складну форму, автоматизація ремонтного зварювання неможлива. У той же час процес

паяння складних поверхонь радіатора може бути автоматизований.

Паяння радіаторів дозволяє відновити тонкостінні частини, що неможливо зробити за допомогою аргонно-дугового зварювання. Так, наприклад, паяння алюмінієвих радіаторів дає йому друге життя, надаючи можливість відновлення тонкостінних трубок з алюмінію, до того ж зберігаючи при цьому їхню працездатність.



Рисунок 1.9 - Ремонт радіатора автомобіля за допомогою процесу паяння

Головними недоліками паяння при проведенні ремонтних робіт на автомобільних алюмінієвих радіаторах є утворення контакту різнорідних матеріалів, що може виступати у вигляді осередку корозії під час експлуатації радіатора. Крім того, припій, як правило, має меншу міцність, ніж основний метал.

Для паяння конструкцій з алюмінієвих сплавів потрібне застосування спеціальних флюсів та припоїв. Застосовувані для паяння сталевих конструкцій матеріали для паяння алюмінію не підходять, тому що не забезпечують змочування поверхні. Поверхня алюмінієвого сплаву покрита оксидною плівкою, яка тривалий час вважалася хімічно стійкою по відношенню до флюсів.

В даний час використовуються флюси та припої, що дозволяють підвищити ефективність паяння при ремонті конструкцій радіаторів з алюмінієвих сплавів.

2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ

2.1 Технологічний процес ремонту автомобільного радіатора паянням

2.1.1 Вибір способу нагріву деталей радіатора під процес паяння

Для проведення процесу паяння радіатора необхідно виконати нагрів до температури, яка перевищує температуру плавлення припою. Таке нагрівання забезпечується нагрівальними пристроями, до яких відносяться пристрої загального нагріву (наприклад, печі з контрольованою атмосферою) або пристрої місцевого нагріву (газовий пальник, паяльна лампа, електрична дуга і т.д.).

Паяння в електричних печах із захисною газовою атмосферою дозволяє захистити поверхню деталі від окислення. Після збирання деталей із нанесеним на них флюсом і припоєм розміщують на піддоні і поміщають у піч. Після того як припій на деталях розплавився, деталі переміщують в камеру охолодження. Паяння в печах з контрольованою атмосферою дозволяє забезпечити високу культуру виробництва та значно збільшити продуктивність порівняно з іншими способами паяння. При цьому паяльний шов може бути отриманий високої якості, який не поступається міцності зварному шву.

Паяння із зануренням передбачає нагрівання деталі в процесі контакту з нагрітим рідким середовищем. Такий спосіб дозволяє підвищити швидкість нагрівання деталей в 3...6 разів у порівнянні з нагріванням у печах. Захист нагрітої поверхні від повітря після виїмки деталі нагрівальної ванни забезпечує шар солі. Такий спосіб нагрівання дозволяє суттєво підвищити продуктивність та автоматизувати процес паяння деталей радіатора.

У той же час паяння зануренням має ряд недоліків, до яких слід віднести: збільшена витрата енергії на випаровування з поверхні нагрівальної ванни; значне погіршення умов праці через теплове випромінювання та випаровування з поверхні нагрівальної ванни; підвищення трудомісткості робіт через необхідність усунення напливів припою на деталі; підвищена витрата припою і

флюсу.

При паянні деталей паяльником застосовуються легкоплавкі припої. Паяльник служить для нагріву припою до температури плавлення і нанесення припою на поверхні деталей. Також паяльник виконує функцію нагрівання поверхні деталі, нанесення на неї флюсу та прибирає окисний шар. Форма паяльника виконується такою, щоб забезпечити зручність внесення припою в зазор між деталями, тепловий контакт з деталями та припоєм. Нагрів паяльника найчастіше виконують електрикою, рідше – газовим полум'ям. Перенесення тепла від паяльника поверхні деталі відбувається через припій, що нагрівається. Вага деталі, що паяється, визначає вагу паяльника. Паяльники вагою більше 2 кг незручні у роботі, тому існує проблема нагрівання масивних деталей за допомогою паяльників.

Для підвищення температури нагріву масивних деталей, що паяються, застосовується паяння газовим пальником. При цьому перед виконанням нагрівання необхідно на поверхню деталі нанести шар флюсу, який запобігатиме окисленню металу при нагріванні. Процес нагрівання слід проводити швидко, оскільки потрібно забезпечити плавлення нанесеного флюсу раніше, ніж випарується розчинник, у ролі якого виступає спирт або вода. Якість паяння значною мірою визначається кваліфікацією зварювальника, сам процес паяння важко автоматизувати.

При дуговому паянні деталей нагрівання виконують за допомогою дуги непрямої дії, що горить між двома електродами. Також нагрівання при дуговій пайці може виконуватися дугою прямого дії, яка горить між електродом і деталлю.

2.1.2 Загальні принципи вибору припою для паяння деталей радіатора

При пайці з нагріванням до температури 450° С широко застосовуються олов'яно-цинкові, цинкові або кадмієво-цинкові припої, які схильні до низької корозійної стійкості з'єднання. Крім того, олов'яні припої при знижених температурах схильні до руйнування.

Застосування припою із сплавів 70...95% цинку з добавками срібла,

алюмінію та міді дозволяє отримати більш високу якість з'єднань при паянні. Як недолік таких припоїв слід зазначити високу температуру паяння, яка досягає 510°C . При такій температурі відбувається зміцнення наклепаного або нагартованого шару алюмінієвих деталей. Застосування таких припоїв є ефективним при виконанні нагрівання в печі, зануренням або при газополум'яному нагріванні.

Застосування припоїв на основі алюмінію, у складі яких додатково присутні 4...12% кремнію, 4...10% германію, а також добавки стронцію та цезію ускладнюється високою температурою плавлення припою.

У випускній кваліфікаційній роботі як припой пропонується використовувати припой до складу якого входять кремній 9%, германій 12%, цезій 0,05 %, стронцій 0,005%, цинк 20%, решта – алюміній. Температура солідуса такого припою становить 438°C , а температура повного розплавлення припою становить 539°C . Введення в припой цинку дозволяє знизити температуру його плавлення.

Проведені дослідження дозволяють рекомендувати пропонований припой для побудови проектної технології ремонтного паяння автомобільних алюмінієвих радіаторів. Якість паяного з'єднання перевірялося візуально та визнано задовільним.

2.1.3 Обґрунтування вибору методу активації поверхні деталі перед ремонтним паянням

Перед виконанням ремонтного паяння деталей слід видалити з поверхні оксидну плівку, жирові забруднення та інші сполуки, які можуть ускладнити процес паяння та призвести до утворення дефектів. При виборі способу активації поверхні деталей перед пайкою слід брати до уваги конфігурацію деталей, твердість матеріалу поверхні деталей, хімічний склад матеріалу деталей, стан поверхні (ступінь забруднення, шорсткість, величина зерна і т.д.).

Найпростішим методом активації поверхні, що походить від методів

безфлюсового паяння, є механічна активація, яка виконується при шаберній пайці. При такому методі виконують попереднє лудіння поверхні із застосуванням шабера, який гострим своїм кінцем видаляє з поверхні деталей окисну плівку. Також замість шабера можуть застосовуватись металеві щітки та абразивні круги. При цьому відбувається обертальний або зворотно-поступальний рух у розплаві, що призводить до видалення з поверхні деталей окисного шару та їх покриття шаром припою.

Як недолік такого методу активації поверхні деталі слід вказати складність очищення важкодоступних місць, які в надлишку присутні на радіаторі, що ремонтується. Крім того, габарити радіатора не дозволяють помістити його в розплав припою при шабруванні.

Другим методом активації поверхні деталі під паяння є лудіння, схема виконання якого представлена на рисунку 2.1. Місце лудіння покривають флюсом, після чого за допомогою паяльника на нього наносять розплавлений припой. Температура поверхонь деталей повинна бути на 50°C вище температури плавлення припою, що дозволяє затікати припою в зазори і змочувати поверхню деталей. На паяльник може бути накладено вібрації з ультразвуковою частотою, що дозволяє ефективно руйнувати окисну плівку. На рисунку 2.2 представлена функціональна схема лудіння поверхонь деталей радіатора вібруючим паяльником.

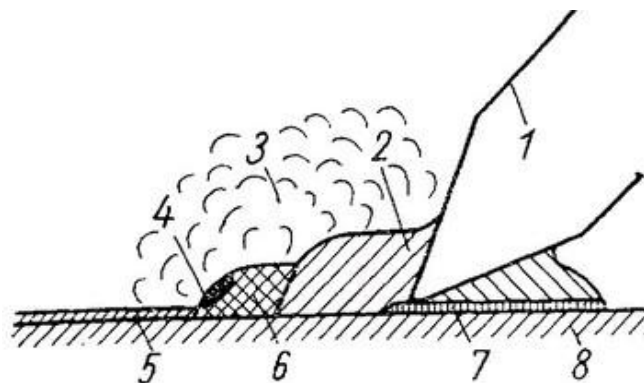


Рисунок 2.1 - Схема процесу лудіння поверхонь деталей радіатора

- 1 - паяльник, 2 - припой, 3 - газоподібний флюс, 4 - розчинений оксид,
5 - поверхневий шар оксиду, 6 - флюс, 7 - зона сплавлення припою з основним металом, 8 - основний метал

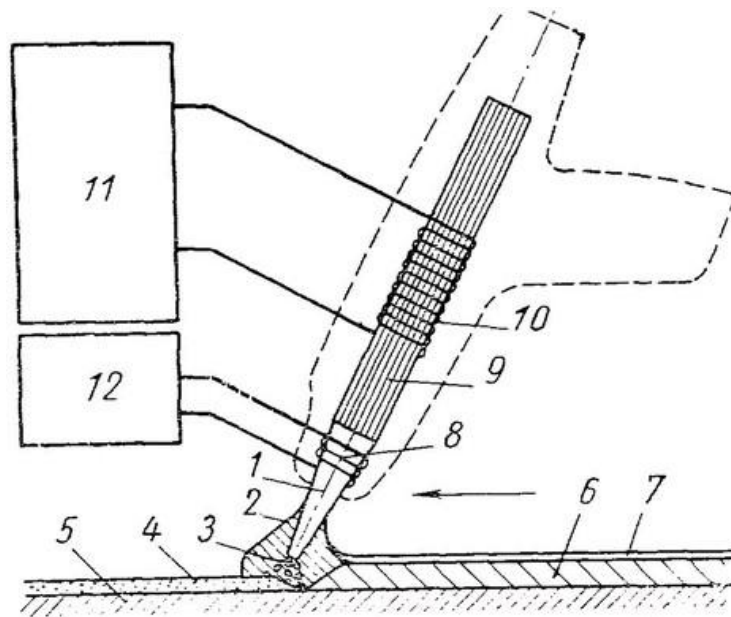


Рисунок 2.2 - Функціональна схема лудіння поверхонь деталей радіатора
вібраційним паяльником

1 – сопло паяльника; 2 – рідкий припой; 3 – утворені бульбашки; 4 – окисна плівка; 5 – деталь; 6 – сплав припою з металом деталі; 7 – флюс; 8, 10 – обмотки генератора; 9 - паяльник; 11, 12 – генератори.

Генератор 11, який працює з частотою 20...25 кГц, генерує змінне електромагнітне поле. Частинки рідкого припою 2 знаходяться в умовах знакозмінного тиску, в результаті чого відбувається утворення бульбашок 3, схлопування яких надають на поверхні деталі 5 ударну дію та інтенсивне руйнування окисної плівки 4. На поверхні деталі утворюється сплав припою з металом 6, який покритий тонким шаром флюсу 7.

Такий ультразвуковий спосіб лудіння алюмінієвих деталей радіатора вкрай трудомісткий і малопродуктивний. Для його реалізації потрібне застосування спеціального обладнання. Також слід брати до уваги, що у важкодоступних місцях такий спосіб активації поверхні нездійснений.

При активації поверхні деталей за допомогою флюсу перед паянням покривають спеціальним флюсом. Далі виконують нагрівання та змивання флюсу з поверхні деталей.

Пропонований флюс містить хлорид літію у кількості 31...33 %, хлорид калію 36...43 %, фторид алюмінію 2...4,5 %, фторид калію 1,5...3%, хлорид

барію 18...19 % та хлорид олова 3...10 %. Таким чином, у складі флюсу присутні солі: хлорид калію, хлорид літію, фторид калію та фторид алюмінію, як у відомих флюсах для паяння алюмінієвих сплавів. У пропонований флюс додатково введені хлорид барію і хлорид олова. Дані елементи покращують активацію поверхні деталей і розтікання припою.

При збільшенні вмісту хлориду олова більше 10% у флюсі розтікання припою збільшується незначно, але відбувається збільшення вартості флюсу. Таким чином, вміст хлориду олова 3-10% є оптимальним.

2.2 Розрахункові дані при визначенні розподілу обсягу виконуваних робіт

Мідницько-радіаторне відділення.

Визначення річної трудомісткості робіт відповідно до планового ремонту:

$$T_{\text{ПР}} = T_{\text{ПР}}^P \cdot C_{\text{ПР}}$$

де $C_{\text{ПР}}$ - сумарна трудомісткість виконуваних робіт з планового ремонту на мідницько – радіаторному відділенні - 5

$$T_{\text{ПР}} = 88849,06 \cdot 5 = 442,45(\text{люд} / \text{год})$$

2.2.1 Порядок розрахунку необхідної кількості робітників

В склад робітників виробничого характеру входять робітники із різних зон мідницько-радіаторного відділення, які зайняті при виконанні робіт з технічного обслуговування і планового ремонту автомобілів. Розрахунок передбачає наявність, як технологічного, так і штатного числа робітників.

Формула для визначення технологічно необхідної кількості робітників:

$$P_T = \frac{T_{\text{ПР}}}{\Phi_{\text{РМ}}}$$

де $\Phi_{\text{РМ}}$ – прийнятий виробничий фонд часу одного робочого місця протягом року.

$$P_T = \frac{4442,45}{2042} = 2,17(\text{вик.})$$

Прийнята кількість робітників - 2.

Формула для визначення річного виробничого фонду часу:

$$\Phi_{PM} = (D_K - D_{\text{в}} - D_{\text{св}}) \cdot T_{\text{зм}} - (D_{\text{пс}} \cdot 1 + D_{\text{с}} \cdot 2)$$

де $D_{\text{в}}$ - вихідні дні протягом року – 104

$D_{\text{св}}$ - святкові дні – 6

$D_{\text{пс}}$ - передсвяткові дні (скорочення на одну годину) – 6

$D_{\text{с}}$ - суботні дні (скорочення на дві години) – 0

D_K - календарні дні року – 365

$T_{\text{зм}}$ - тривалість однієї робочої зміни – 8 год

$$\Phi_{PM} = (365 - 104 - 6) \cdot 8 - (6 \cdot 1 + 0 \cdot 2) = 2042$$

Формула для визначення штатної кількості робітників:

$$P_{\text{шт}} = \frac{T_{\text{пп}}}{\Phi_{\text{шт}}}$$

де $\Phi_{\text{шт}}$ - виробничий фонд часу із розрахунку на одного штатного робітника протягом року:

$$P_{\text{шт}} = \frac{4442,45}{1161,6} = 3,82(\text{роб.})$$

Прийнято кількість робітників - 4.

$$\Phi_{\text{шт}} = \Phi_{PM} - T_{\text{відп}} - t_{\text{п.п.}}$$

де $T_{відн}$ - час на відпустку одного робітника:

$$\Phi_{шт} = 2042 - 832 - 48,4 = 1161,6$$

$$T_{відн} = D_{\epsilon} \cdot T_{3M}$$

$$T_{відн} = 104 \cdot 8 = 832(год)$$

$$t_{п.п.} = 0,04 \cdot (\Phi_{р.м.} - T_{відн})$$

2.3 Структурна схема технологічного процесу при виконанні мідницько-радіаторних робіт на ремонтній дільниці

У структурі мідницько-радіаторної дільниці понад 70% загальної трудомісткості ремонтних робіт припадає на відновлення радіаторів, що свідчить про їх високу питому вагу у технологічному процесі. Відновлення радіаторів, паливних баків, а також паливо- та маслопроводів здійснюється відповідно до затверджених маршрутних і операційних карт, із застосуванням рекомендованих універсальних та спеціалізованих стендів і пристосувань.

Технологічна послідовність ремонту радіатора передбачає початкове його очищення та промивання, після чого виріб, що потребує відновлення, фіксується у захватах маніпулятора спеціалізованого стенду для ремонту радіаторів. Наступним етапом є занурення радіатора у герметичну ванну з метою виявлення місць пошкодження, які маркуються крейдою для подальшої обробки.

Опісля радіатор транспортується у закріпленому стані до ремонтного поста, де виконуються операції пайки тріщин, часткового або повного демонтажу елементів конструкції. Для оцінювання ступеня внутрішнього забруднення передбачено використання мірного бака, інтегрованого в конструкцію ремонтного стенду.

Фінальним етапом є проведення контрольних випробувань радіатора з метою перевірки герметичності та загальної якості відновлювальних робіт.

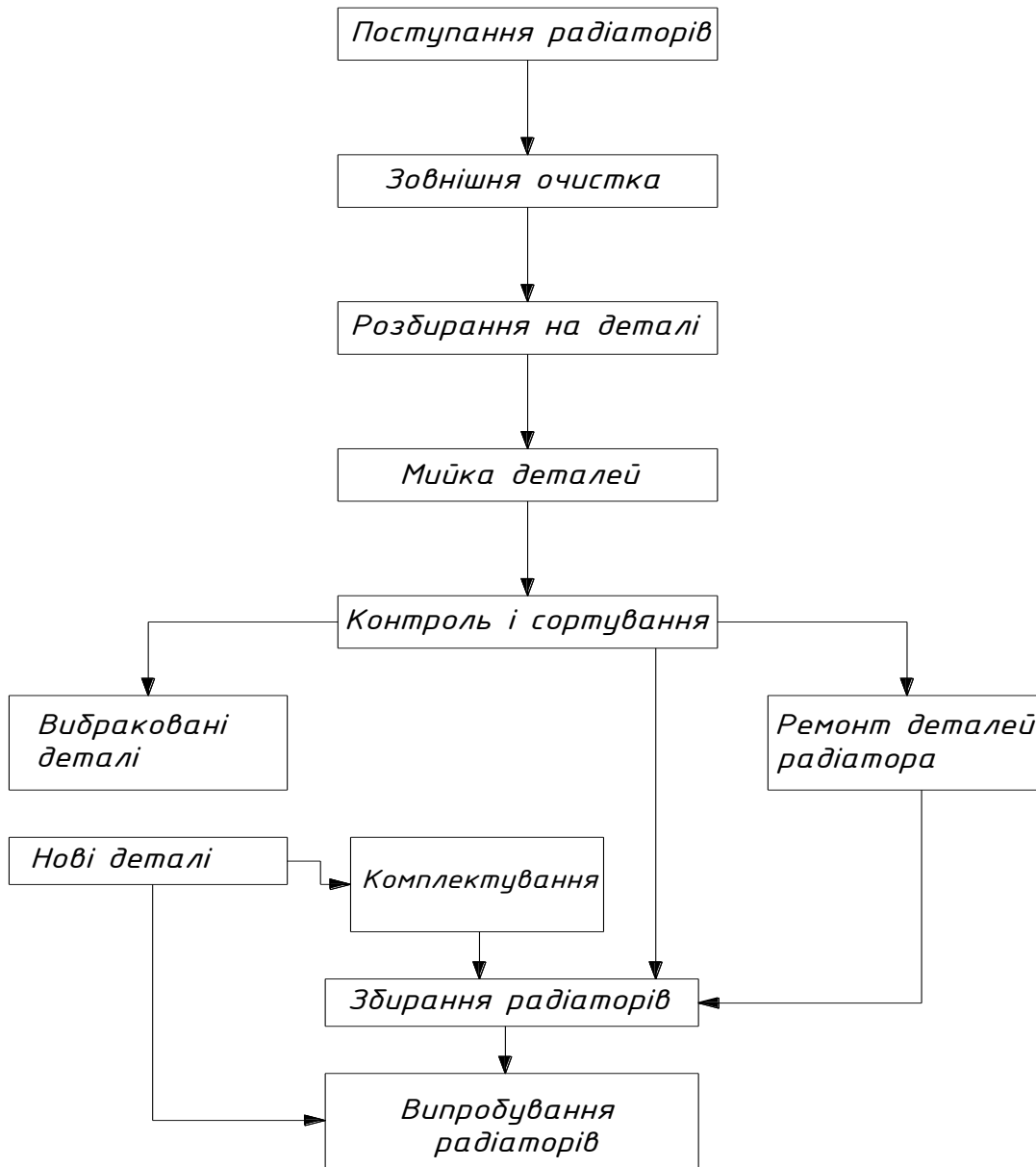


Рисунок 2.1 Структурна схема технологічного процесу при виконанні мідницько-радіаторних робіт

2.3.1 Послідовність розробки технологічного процесу поточного ремонту радіатора автомобіля

Поточний ремонт (ПР) являє собою комплекс відновлювальних заходів, спрямованих на усунення відмов і технічних несправностей, що виникають у процесі експлуатації дорожньо-транспортних засобів, і виконується у ремонтних майстернях автотранспортних підприємств (АТП).

Поточний ремонт радіатора включає низку операцій, серед яких – випробування на спеціалізованому стенді для визначення герметичності та ступеня внутрішньої засміченості. У разі потреби здійснюється демонтаж верхнього та нижнього бачків радіатора з подальшим їх очищенням та промиванням. Для прочищення трубок застосовуються механічні методи, зокрема очищення за допомогою шомпола. Пошкоджені трубки підлягають заміні.

Після проведення ремонтних дій виконується складання радіатора, що включає запаювання трубок, встановлення та герметизацію верхнього і нижнього бачків, а також горловини. Заключним етапом є контрольне випробування на герметичність, яке дозволяє оцінити якість виконаних ремонтних робіт.

Детальний опис технологічного процесу наведено в додатку.

2.3.2 Критерії вибору технологічного обладнання, устаткування для реалізації розробленого технологічного процесу ремонту радіатора

В таблиці 2.1 приведено перелік технологічного обладнання та устаткування та їх технічні характеристики.

Таблиця 2.1. Технологічне обладнання та устаткування.

Назва обладнання та устаткування	Тип. Модель	Прийнята кількість	Габаритні розміри, мм	Площа під обладнання та устаткування м ²
Верстак для слюсарних робіт		6	1250x800	1
Пристрій для проведення розвальцювальних робіт на трубках		1	900x600	0,54
Ремонтний стенд для випробування радіаторів	132 (АКТ Б)	3	1570x1060	1,7
Стелаж для збереження радіаторів	ПІ – ОЗЗП	6	1200x510	0,61
Робочий стелаж	-	1	1600x510	0,81
Спеціальний трьохтяговий стіл при	Р – 505	1	200x800	1,6

заливочних роботах				
Стелаж для зберігання деталей	-	1	1200x510	0,61
Випробувальна ванна для паливних баків	5008	1	1610x1075	1,73
Газозварювальний стіл	МРТУ 13 – 08	1	1300x620	0,8
Пристрій для проведення очисних робіт радіаторів при наявності накипу	2024	1	1596x1064	1,7
Муфельна нагрівальна піч для паяльників		1	600x450	0,27
Розпайочний стенд для одночасного протравлювання радіаторів		1	1280x925	1,18
Ремонтний стенд для облицювання радіаторів		1	800x750	0,6
Разом				100м ²

2.3.3 Визначення сумарної виробничої площі ділянки для ремонту радіаторів

Формула для визначення площі ремонтної ділянки:

$$F_{від} = k_{густ} \cdot \Sigma F_{обл.}$$

де $k_{густ}$ - коефіцієнт щільності розміщення виробничого обладнання на ремонтній ділянці

$F_{обл.}$ - загальна площа використовуваного обладнання на ремонтній ділянці, м²

$$F_{від} = 4 \cdot 22,5 = 90(м^2)$$

Прийнята площа під виробниче обладнання - 90 м²

2.3.4 Послідовність виконання ремонтних операцій при пайці деталей радіатора автомобіля

У таблиці 2.2 приведено перелік основних типів використовуваних припоїв при ремонті радіаторів автомобіля та їх фізико-технічні і механічні характеристики, а також основні сфери їх застосування.

Таблиця 2.2 – Основні типи та сфери технічного застосування припоїв при ремонті радіаторів.

Типи використовуваних припоїв	Температури плавлення припоїв, °C	Основні марки припоїв	Параметри міцності з'єднання, кгс/см ²	Основні галузі застосування
Олов'яно-свинцеві	183...280	ПОС-40, ПОС-61	800...1000	Деталі радіаторів, трубопроводи охолодження, вузли електрообладнання
Олов'яно-срібні	183...250	ВПр6, ВПр9	до 1000	Вологий та тропічний клімат
На основі цинку та кадмію	180...320	Марки 1...6	до 800	Діапазон низьких навантажень
На основі міді та цинку	825...905	ПМЦ-54, Л63, Л68, ЛОК62-06-04	3000...4000	Деталі із чавуну, сталі та міді
Високотемпературний на основі алюмінію	525...590	34А, П590А, П575А	1500...1800	Алюмінієві сплави

Пайка низькотемпературними припоями

Процес низькотемпературної пайки деталей складається з таких основних операцій:

На етапі підготовки деталей необхідно ретельно очистити краї, що з'єднуються, від бруду, жиру та окисних шарів. Після цього проводять підігрів деталей до робочої температури пайки, наносять відповідний флюс і забезпечують належне змочування поверхонь, що з'єднуються. Підготовлені

деталі складають так, щоб між ними утворився технологічний зазор у межах 0,05–0,20 мм.

Пайка виконується за допомогою мідного паяльника, який нагрівають до необхідної температури, або шляхом занурення деталей у ванну (тигель) із розплавленим припоєм. Під час процесу пайки сам припій і поверхні деталей нагрівають до температури, яка перевищує температуру повного розплавлення припою на 40...50 °С.

Після завершення процесу пайки деталі поступово охолоджують до повного затвердіння припою, а отриманий шов промивають гарячою водою для видалення залишків флюсу і очищують механічним способом від зайвих крапель припою.

Пайка алюмінію та його сплавів низькотемпературними припоями має низку специфічних особливостей через наявність на поверхні деталей стійкої та важкоплавкої оксидної плівки, яка перешкоджає утворенню міцного з'єднання. Для усунення цього використовують спеціальні абразивні або ультразвукові паяльники (наприклад, моделі УП-21 та УП-42). Ці пристрої генерують ультразвукові коливання частотою 20–26 кГц, які ефективно руйнують оксидну плівку.

В результаті використання ультразвукових паяльників розплавлений припій набагато краще з'єднується з поверхнею деталей, формуючи надійний і міцний шов.

Низькотемпературна пайка широко застосовується в автомобільному ремонті для герметизації водяних та оливних радіаторів, відновлення паливних баків, ремонту деталей електрообладнання та інших компонентів. Після пайки якість з'єднання зазвичай перевіряють методом опресування повітрям або водою.

Пайка високотемпературними припоями

Пайку високотемпературними припоями застосовують для ремонту значних пошкоджень (тріщин, отворів) у корпусних деталях автомобілів, таких як блоки циліндрів, головки блоків, картера коробок передач, а також для відновлення контактних поверхонь різноманітних приладів і вузлів.

Технологічний процес високотемпературної пайки складається з таких етапів: підгонка пошкоджених частин; виготовлення ремонтних накладок; механічна обробка і зачищення кромek пошкоджень; знежирення поверхонь кальцинованою содою та промивання водою; нанесення флюсу (у вигляді пасти або порошку); укладання припою у вигляді дроту, пластинок, прутків.

Нагрів зони пайки до температури, що дещо перевищує температуру повного плавлення припою, з витримкою необхідного часу для рівномірного розподілу розплавленого припою у зоні з'єднання. Завершальною обробкою деталей після охолодження є очищення і промивання від залишків флюсу та контроль якості пайки.

Залежно від способу нагріву при виконанні високотемпературної пайки розрізняють:

Газополуменеву пайку: застосовується найчастіше в умовах авторемонтних підприємств; нагрів деталей і припою виконується зварювальним пальником; припій подається у вигляді прутка, як і при газовому зварюванні; вимагає високого рівня навичок через складність контролю температури і можливість перегрівання деталей.

Індукційну пайку (із застосуванням високочастотних струмів), яка забезпечує рівномірний і контрольований нагрів;

Лазерну пайку, що характеризується високою точністю і якістю шва, але потребує спеціального обладнання;

Пайку у печах (у повітряній, нейтральній або вакуумній атмосфері), де забезпечується рівномірний нагрів та висока якість з'єднань.

2.4 Критерії вибору основного технологічного обладнання та устаткування для проведення мідницько-радіаторних робіт

Добір основного технологічного устаткування, а також технологічного й організаційного оснащення для мідницько-радіаторної дільниці виконується з урахуванням вимог та рекомендацій, що містяться у типових проєктах робочих місць, табелях оснащення та галузевих каталогах технологічного обладнання.

Перелік необхідного обладнання, призначеного для оснащення дільниці ремонту радіаторів, представлено в таблиці 2.3. У таблиці 2.3 подано номенклатуру технологічного обладнання, рекомендованого для забезпечення виробничих процесів мідницько-радіаторної дільниці.

Таблиця 2.3 – Номенклатура технологічного обладнання

Назва обладнання	Тип моделі	Прийнята кількість, од.	Габаритні розміри обладнання, мм
1	2	3	4
Перевірочний стенд при ремонті радіаторів	Р -928 - 001	1	1300x1500x2400
Приспосіблення для промивки та пропарювання паливних баків автомобіля	М- 424	1	1460x1164x2250
Стелаж	-	1	1000x750x2000
Ящик для брухту	-	1	500x350x735
Ящик для відходів	-	1	500x350x735
Робочий верстак для пайки радіаторів	НД- 5	1	1700x800x900
Робочий верстак для ремонту паливних баків	НД- 4	1	2500x1100x800
Очисні устаткування при ремонті радіаторів від накипу	М- 423	1	1400x1066x2200
Ремонтний та перевірочний стенд для радіаторів	Власного виробництва.	1	1172x1640x1500

3 КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ

3.1 Вибір устаткування та обладнання для ремонту радіаторів

Таблиця 3.1. Особливості виконання технологічних операцій проектного технологічного процесу ремонту радіатора автомобіля

Найменування технологічної операції	Робочий персонал	Застосовуване обладнання
Мийка	Слюсар-збирач	Ванна мийна
Дефектація	Дефектоскопіст	Ванна контрольна, повітряний компресор,
Підготовка	Слюсар-збирач	Ванна для обробки
Пайка	Робочий на автоматичному, напівавтоматичному паяльному обладнанні	Пальник, газова апаратура
Контроль	Дефектоскопіст	Набір візуально-вимірювального контролю, повітряний компресор, ванна контрольна

3.2 Установка для очищення від накипу радіаторів автомобіля, модель – 2024

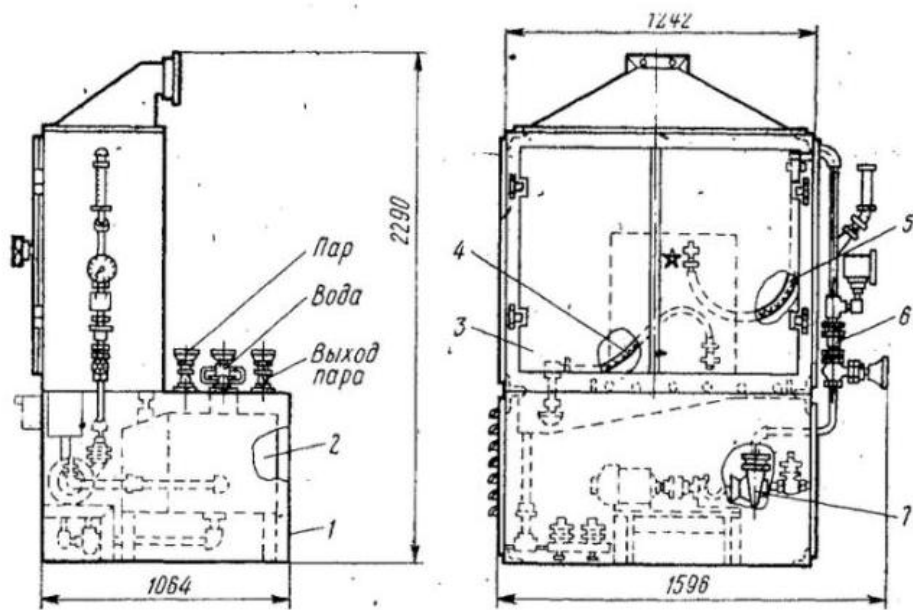


Рисунок 3.1 Установка для очищения від накипу радіаторів автомобіля, модель – 2024

Установка предназначена для видалення накипу з радіаторів шляхом

промивання їх гарячим содовим розчином і водою.

Основу установки становить зварна рама з профільованого сталевих прокату, на якій закріплений основний бак з теплообмінником (змійовиком), шафа керування, насосна установка та елементи електрообладнання. Бічні поверхні рами закриті знімними сталевими листами.

Баки: Бак поділений на дві секції:

Передня секція — відстійник, об'ємом 80 л

Задня секція — підігрівач розчину, об'ємом 250 л

У відстійник вмонтована зливна труба, через яку відпрацьований розчин зливається з радіатора. У верхній частині бака встановлено отвір, через який чистий шар розчину надходить у секцію підігріву. Люк на кришці бака використовується для завантаження содового розчину. Передбачені вентилі: для скидання в атмосферу пари, для подачі холодної води, для подачі пари до змійовика.

Шафа управління забезпечує керування процесом та запобігає розбризкуванню розчину та конденсату. Над шафою встановлено витяжну систему з патрубком для підключення до вентиляційної мережі. Шланги: Установка обладнана двома гнучкими рукавами з крановими наконечниками для підключення до радіатора автомобіля. Наконечники фіксуються фланцями, затискними скобами та герметизуються ущільнювачами. Циркуляція гаряча рідина подається до радіатора через один шланг, а відпрацьований розчин зливається іншим. На магістралі подачі встановлений термометр для контролю температури. Насосна установка складається з: відцентрового насоса, еластичної муфти, електродвигуна Установка змонтована на спільній плиті, що зменшує вібрацію.

Під час очищення радіатора насос подає розчин у підігрівач, звідти він через клапан подається в радіатор. Вихідний розчин відводиться через інший шланг у відстійник. Після очищення проводиться промивання радіатора чистою водою. Вода подається до радіатора замість розчину через ту ж магістраль. Промивна вода також зливається в той же відстійник.

Стенд Р-928 (рисунок 3.2) призначений для проведення комплексних

робіт з ремонту радіаторів автомобілів будь-яких моделей, легкових, вантажних та спеціалізованої техніки. У комплект поставки входять: ванна, стіл робочий, шафа для газових балонів.

Усередині корпусу робочого стола інтегровано компресорний блок та насосну станцію, призначені для проведення випробувань автомобільного радіатора як стисненим повітрям, так і водою. Конструкція стола передбачає наявність поворотних лещат, тумби та чотирьох висувних шухляд для зберігання інструменту та допоміжного обладнання.

До складу пристрою входить вбудована ванна, що виконує функцію діагностики герметичності радіатора, а також застосовується для контрольного випробування після проведення ремонтних операцій. Ванна укомплектована підйомно-поворотним механізмом з вмонтованим захисним елементом, який забезпечує безпечні умови роботи обслуговуючого персоналу. Управління усіма функціональними елементами здійснюється через спеціалізований пульт, до складу якого входить сенсорний планшетний комп'ютер для керування параметрами випробувань, а також кнопка аварійної зупинки для оперативного відключення обладнання в разі виникнення небезпечної ситуації.



Рисунок 3.2 – Загальний вигляд станда Р -928 для проведення комплексних ремонтних робіт радіатора автомобіля

У шафі для балонів встановлюються балон із пропаном та киснем.

Стенд призначений для: проведення випробувань на відсутність протікання, тимчасових, втомних випробувань; розбирання / складання радіаторів; паяння, усунення протікання, заміни деталей радіаторів; заміни деталей радіаторів

Технічні характеристики стенда представлені в таблиці 3.2.

Таблиця 3.2 - Технічні характеристики стенда Р -928

Показник	Значення
1	2
Напруга живлення, В	380/50Гц
Потужність споживання м, кВт	1,2
Категорія виробів по капітальності	2 клас
Категорія виробів по довговічності	2 ступінь
Категорія виробів по пожежній безпеці	"А" по НПЛ 105
Допустима температура експлуатації, °С	+5 .. +45
Термін служби до списання, роки	10
Габарити, мм	
Ванна	1500x1586x970
Стіл верстак	1900x1200x970
Пульт керування	613x421, 5x648
Шафа для газових балонів	1000x570x2060
Стенд	4430x2307x2060
Маса, кг	983

Стенд складається з ванни, оснащеної горизонтальною перегородкою у вигляді другого дна, до центральної частини якої приварено трубу. Також конструкція включає маховик, розміщений на відкидній балці поворотної вилки, що фіксується за допомогою пружинного фіксатора, а також механізм підйому штока, з'єднаний із кронштейном, який, у свою чергу, пов'язаний віссю з поворотною вилкою та трубопроводами.

Основним недоліком такого стенду є неможливість усунення дефектів, виявлених під час перевірки герметичності радіатора.

Відома конструкція станда для випробування та ремонту радіаторів також містить ванну з горизонтальною перегородкою у вигляді другого дна, до якої по центру приварена труба. До конструкції входить трубка, що з'єднана з редуктором, маховик, змонтований на відкидній балці поворотної вилки, яка фіксується пружинним фіксатором та з'єднується через вісь із кронштейном, закріпленим на штоку. До складу пристрою також входить механізм підйому штока та робочий верстат. Серед основних недоліків конструкції можна виокремити її складність, громіздкість та низьку ефективність у роботі.

Після детального аналізу конструктивних особливостей та технологічних можливостей із врахуванням переваг та недоліків відомих конструкцій стендів для ремонту радіаторів запропоновано вдосконалений варіант компоновального станда для виконання запланованих робіт згідно розробленого технологічного процесу (рисунок 3.3).

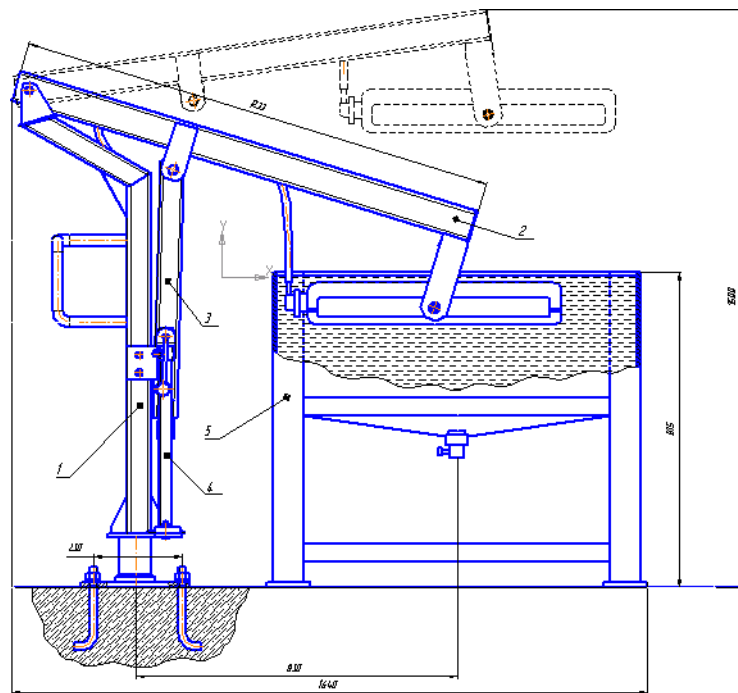


Рисунок 3.3 - Компоновальна схема станда для ремонту та обслуговування радіаторів охолодження автомобілів

1 - стійка поворотна з рукояткою, 2 - поворотна штанга з елементами кріплення радіатора, 3 – тяга; 4 – домкрат; 5 – ванна

Досліджуваний радіатор занурюється у ванну 5 і фіксується в ній на час випробування за допомогою спеціальних кронштейнів. Для зливу води з ванни в її днищі передбачений зливний кран, а подача води здійснюється через шланг, під'єднаний до підприємницької системи водопостачання.

Фіксація радіатора у кронштейнах здійснюється за допомогою гвинтів. Його підйом та опускання забезпечується ручним гвинтовим домкратом 4 стоякового типу. Рухома частина домкрата приєднана до тяги 3, а нерухома частина закріплена у нижній частині опори стенда та додатково фіксується у середній частині спеціальними притискачами.

При обертанні ручки домкрата за годинниковою стрілкою відбувається підйом поворотної штанги разом із радіатором, а при обертанні у зворотному напрямку — опускання.

Поряд із ванною розташований стіл для виконання операцій з розбирання та збирання радіатора (на рисунку не показаний). Роботи проводяться на стільниці, а під нею знаходяться ящики з допоміжним оснащенням, зокрема пневмостанція, що використовується для наповнення радіатора повітрям під час випробувань.

Поворотна стійка стенда виготовлена з двох труб прямокутного перерізу, зварених під кутом одна до одної. Нижня частина труби приварена до основи, на якій закріплені нижні притискачі домкрата (рис. 3.4), а також приварений корпус 7.

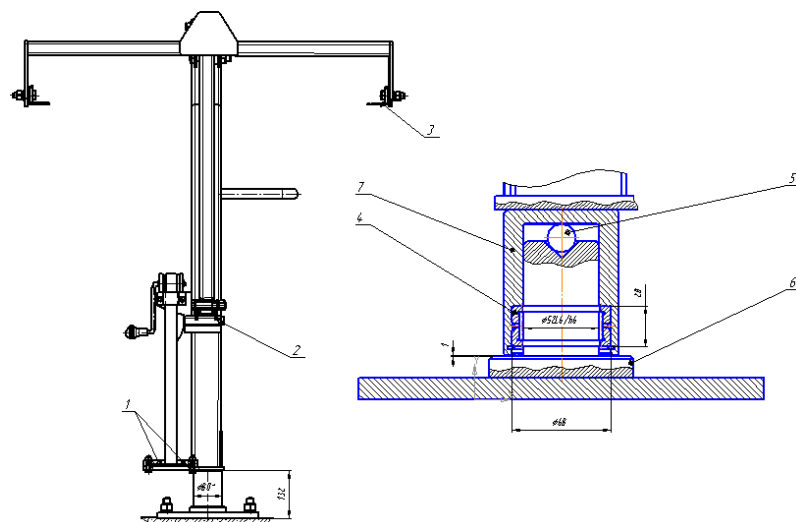


Рисунок 3.4 - Поворотна стійка стенда для ремонту радіатора автомобіля

1 - притискачі домкрата нижні; 2 – затискач тяги; 3 - штанги кріплення домкрата; 4 - підшипник; 5 – кулька; 6 – опора; 7 – корпус

Стійка в зібраному вигляді обертається навколо опори 6, яка має спеціальні напрямні проточки та посадочні місця для встановлення підшипника 4 і кульки 5. Домкрат, закріплений на стійці, своїм рухомим елементом з'єднаний із затискачем 2, який, у свою чергу, прикріплений до тяги і забезпечує переміщення поворотної штанги.

Опора стійки ґрунтується на кульці 5, розташованій у відповідній проточці. Щоб зменшити тертя та забезпечити стійкість при дії бокових навантажень, у нижній частині конструкції використовується роликовий підшипник 4. Разом із кулькою він забезпечує плавне обертання стійки відносно опори, яка жорстко закріплена в підлозі.

З'єднання стійки з поворотною штангою в зоні гойдання виконано за допомогою шплінтованого пальця (див. рисунок 3.5).

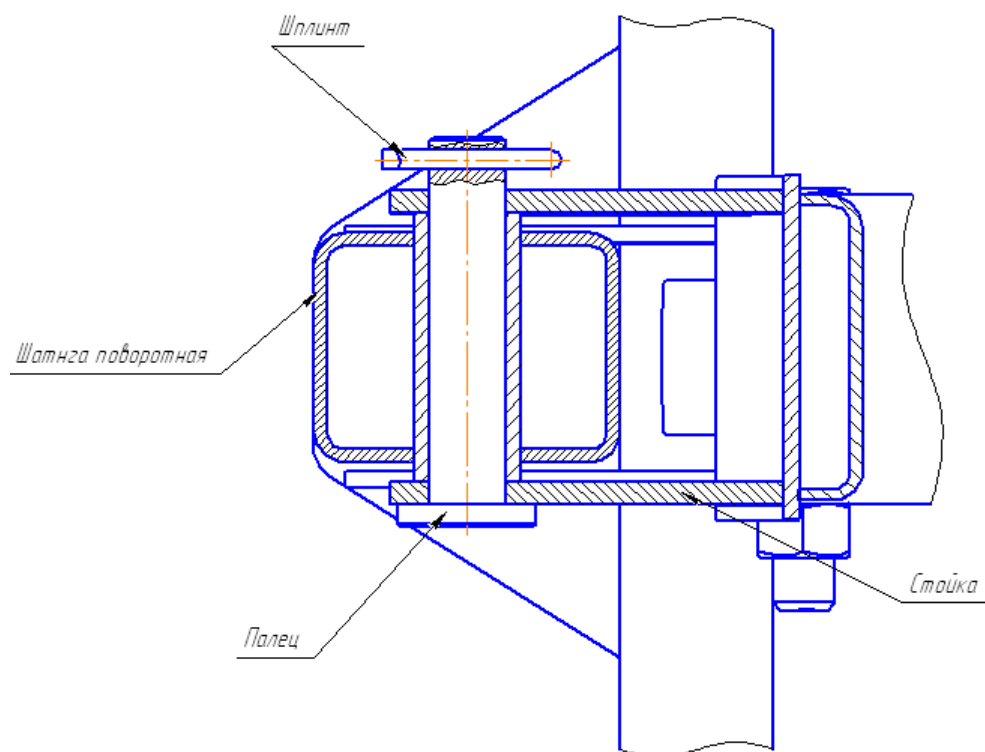


Рисунок 3.5 - Кріплення поворотної штанги на стійці стенда

Оператор за допомогою шланга наповнює ванну водою, контролюючи її рівень за мітками на внутрішніх стінках. Перед початком роботи перевіряється справність пневматичної системи стану. Далі оператор повертає стійку стану за ручку у напрямку до складального столу.

Попередньо очищений радіатор встановлюється на складальний стіл у кронштейн і фіксується гвинтами. Випускний патрубок герметизується дерев'яною пробкою, а до заливної горловини під'єднується шланг, який подає стиснене повітря.

Радіатор опускається у ванну за допомогою домкрата. Оператор візуально спостерігає за місцями витоку повітря у воді, після чого підіймає радіатор із ванни, усуває дефекти методом запаювання і проводить повторну перевірку. Процедура триває до повного усунення всіх витоків.

Після завершення робіт радіатор демонтується з кронштейна у зворотній послідовності.

Конструкція стану розроблена з урахуванням ергономіки: усі елементи легко доступні для оператора. Рукоятка домкрата та сам радіатор на складальному столі знаходяться на зручній висоті — приблизно на рівні зігнутих у ліктях рук. Ручка пневматичного крана подачі повітря розташована збоку, в зоні, безпечній для роботи.

3.3 Конструкторські розрахунки основних елементів розроблюваного стану

Для розробки конструкції стану, призначеного для обслуговування радіаторів системи охолодження вантажних автомобілів, необхідно виконати низку інженерних розрахунків окремих конструктивних елементів.

Оскільки для підйому або опускання радіатора потрібно прикласти зусилля, що перевищує його масу, задля універсальності пристрою приймаємо максимально необхідну силу, яка діє на захват, рівною 200 Н.

На основі цього визначаємо силу, яку слід прикласти до рухомої частини домкрата (рисунок 3.6).

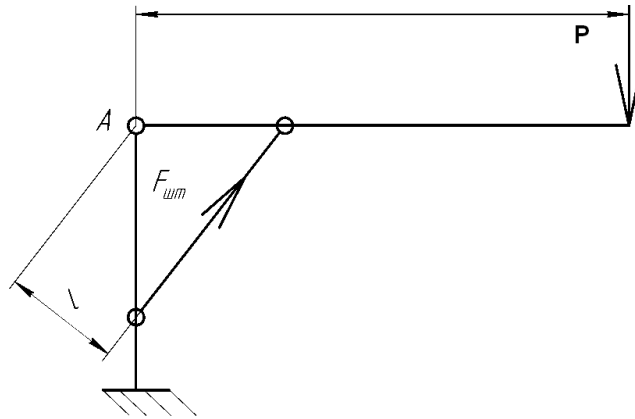


Рисунок 3.6 – Схема дії сил на рухомі частини домкрата для визначення реакції від зусиль

Визначимо наступні параметри:

$$\Sigma M_A = 0;$$

$$P \cdot L = F_{шт} \cdot l,$$

де L - плече дії сили P , м ($L = 1,2$ м);

l - плече дії сили на рухомі частини домкрата, м ($l = 0,38$ м) .

$$F_{шт} = \frac{P \cdot L}{l} = \frac{200 \cdot 1,2}{0,38} = 640 \text{ Н}$$

Приймаємо як силовий підйомний пристрій стандартний гвинтовий стояковий домкрат (рисунок 3.7). Даний домкрат простий і зручний в експлуатації, не вимагає спеціального догляду і забезпечує великий хід переміщення рухомої частини.

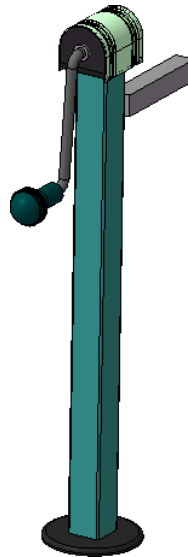


Рисунок 3.7 - Ручний гвинтовий стійковий домкрат

Вантажопідйомність домкрата не менше 500 кг. Отже, виходячи з результатів розрахунків, дана конструкція домкрата повністю задовольняє умовам роботи на ремонтній дільниці.

Розрахунок болта приводу тяги на зріз. Проведемо розрахунок болта приводу тяги, з'єднаного із затискачем домкрата (рисунок 3.8).

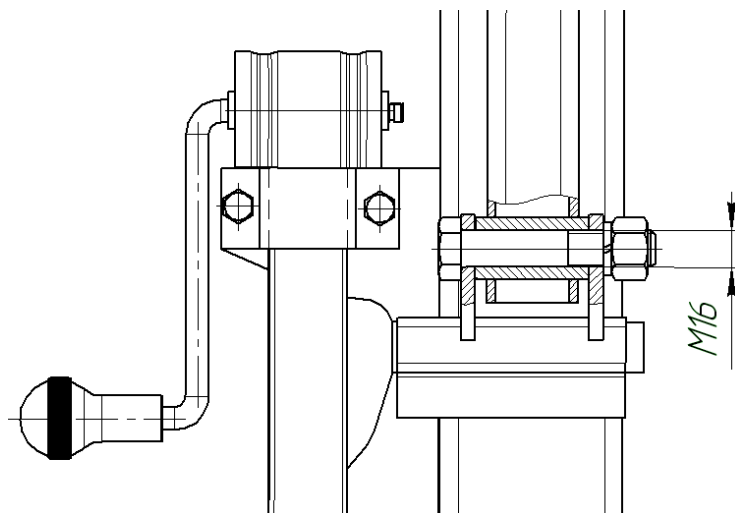


Рисунок 3.8 – Схема для розрахунку болта приводу тяги на зріз

Проводимо розрахунок болта на зріз виходячи з умови міцності:

$$\frac{F_{шт}}{F_{сп}} \leq \tau_c$$

Формула для визначення площі зрізу болта:

$$F_{cp} = \frac{\pi \cdot d^2}{4}$$

де d - діаметр болта, 15 мм.

Визначення допустимого напруження в зоні зрізання болта для матеріалу із параметром $[\sigma] = 280$ МПа:

$$[\tau_{cp}] = 0,6 \cdot 280 = 168 \text{ МПа.}$$

Перетворюючи вищезазначені формули, отримуємо

$$\frac{4 \cdot F_{um}}{\pi \cdot d^2}$$

$$d \geq \sqrt{\frac{4 \cdot F_{um}}{\pi \cdot [\tau_{cp}]}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 640}{3,14 \cdot 150 \cdot 10^6}} = 0,0027 \text{ м} = 2,7 \text{ мм.}$$

Прийнятий з запасом по параметру міцності діаметр болта $d = 15$ мм, відповідає заданим вимогам.

Розрахунок кронштейна на згин. Проводимо розрахунок кронштейна поворотної штанги на згин (рисунок 3.9)

$$\sigma_{зг} = \frac{M_{зг}}{W}$$

де $M_{зг}$ - згинальний момент від дії сили, Н м;

W - момент опору перерізу, м³

Визначення згинального моменту кронштейна від дії сил у найбільш небезпечному перерізі:

$$M_{зг} = P \cdot (L - l) = 200 \cdot (1,2 - 0,32) = 176 \text{ Н м.}$$

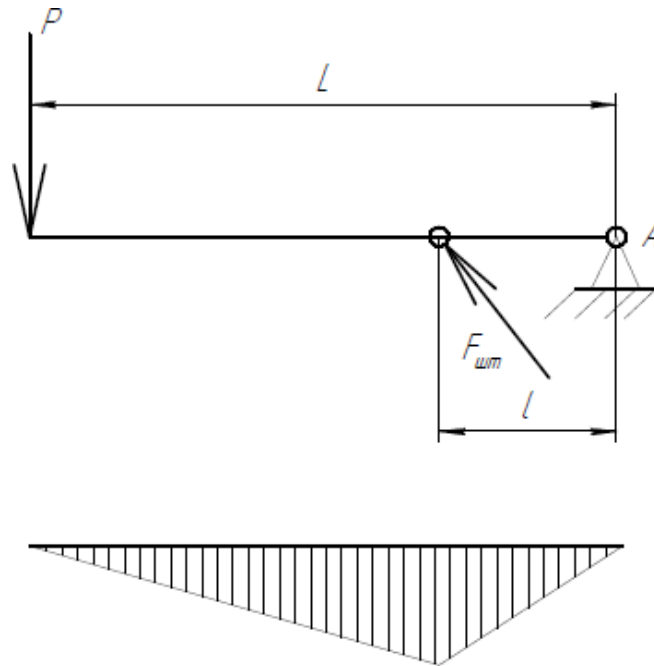


Рисунок 3.9 - Розрахункова схема для кронштейна на згин

Кронштейн в своєму перерізі представляє собою прямокутник 0,06м х 0,012м. Визначимо момент його опору згину.

Момент опору перерізу щодо нейтральної осі розраховується за формулою:

$$W = \frac{b \cdot a^2}{6}$$

де $b = 0,06$ м - ширина перерізу;

$a = 0,012$ м - висота перерізу.

Отримуємо:

$$W = \frac{0,06 \cdot 0,012^2}{6} = 1,44 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3.$$

Умова міцності: $[\sigma_{зг}] > \sigma_{зг}$

Для матеріалу кронштейна штанги - сталь 15 - напруження, що допускається, на згин $[\sigma_{зг}] = 160$ МПа - умова міцності виконується, оскільки напруження, що допускається на згин більше дійсного.

Розрахунок гвинтів кріплення радіатора.

Визначимо силу R , яку необхідну прикласти до гвинта при його

загвинчуванні до появи в стрижні (різьба М12) напруження, що дорівнює межі плинності.

Плече прикладеної сили:

$$L = 15 \cdot d,$$

$$L = 15 \cdot 0,012 = 0,18 \text{ м.}$$

Осьова сила F при якій напруження в стрижні болта досягає межі плинності:

$$F = \frac{\pi \cdot d_1^2 \cdot \sigma_m}{4}$$

де $d_1^2 = 1,06$ мм - внутрішній діаметр різьблення болта;

$\sigma_m = 100$ МПа – межа текучості матеріалу болта.

Отримуємо:

$$F = \frac{3,14 \cdot 0,0106^2 \cdot 100}{4} = 18,2 \text{ кН.}$$

Максимально допустимий момент при затяжці болтів кріплення радіатора:

$$M \approx 0,15 \cdot F \cdot d_1,$$

$$M \approx 0,15 \cdot 18,2 \cdot 10^3 \cdot 0,0106 = 28,9 \text{ Н} \cdot \text{м.}$$

Визначимо максимальну силу R , яку допускається прикласти до гвинта:

$$R = \frac{M}{L_1},$$

$$R = \frac{28,9}{0,18} = 160,5 \text{ Н.}$$

3.4 Конструктивні особливості та принцип роботи стану для правки ребер радіатора автомобіля

Стенд призначений для усунення деформацій ребер облицювання радіатора шляхом їх виправлення.

Процес роботи на стенді передбачає встановлення елемента облицювання вручну на спеціальний кронштейн таким чином, щоб пошкоджене ребро було

розміщене у зоні дії матриці. Після цього оператор активує педальний клапан, внаслідок чого стиснене повітря надходить у верхню порожнину пневмоциліндра. Це спричиняє переміщення поршня з жорстко з'єднаним штоком і пуансоном у напрямку донизу, що забезпечує локальне виправлення деформованої ділянки.

Після завершення операції та відпускання педалі повітря подається до нижньої порожнини циліндра, що змушує поршень із штоком і пуансоном повернутися у вихідне (верхнє) положення. Далі здійснюється подача наступного ребра облицювання для правки.

Цей метод забезпечує високоточне відновлення геометрії ребер без значного прикладення фізичних зусиль з боку оператора, підвищуючи ефективність і якість ремонтних робіт.

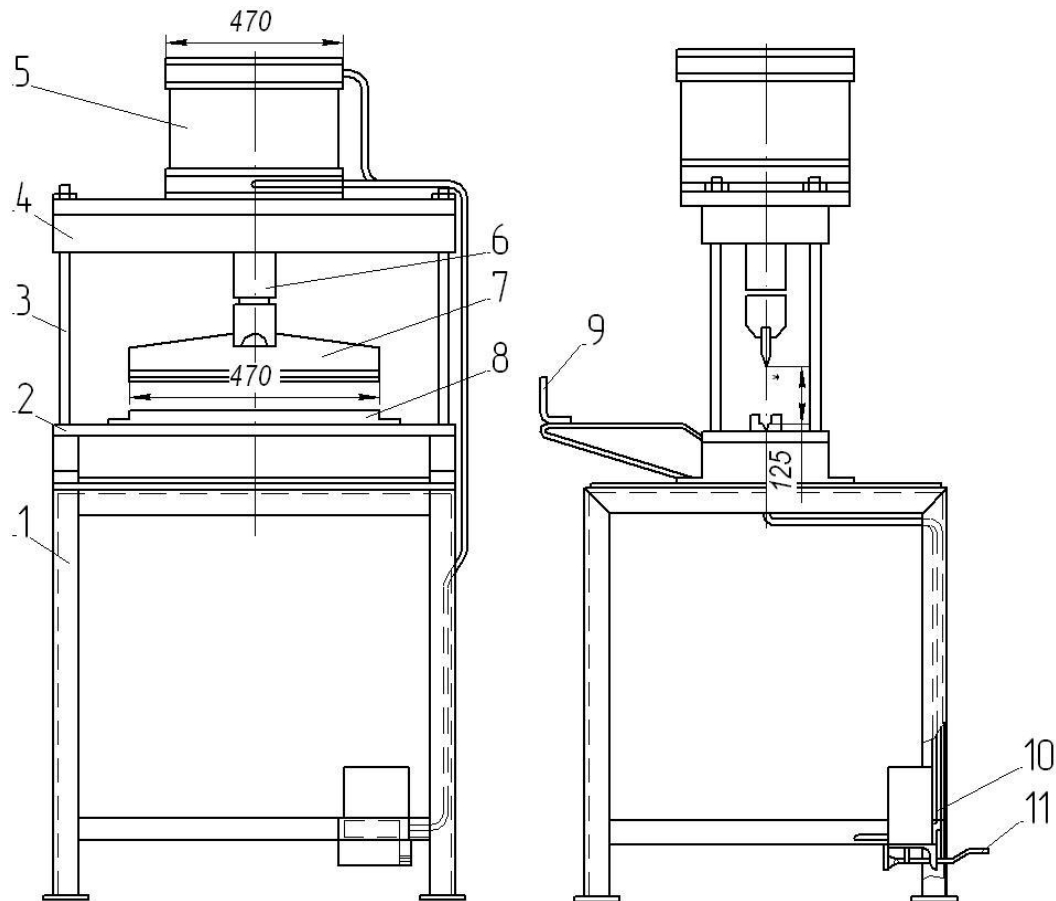


Рис. 3.1. Загальний вигляд станда для правки ребер радіатора автомобіля
1 – корпус; 2 – нижня плита; 3 – стяжні болти; 4 – верхня плита; 5 – силовий циліндр; 6 – втулка для направлення; 7 – робочий пуансон; 8 – матриця; 9 – важель; 10 – нагнітальні трубопроводи; 11 – управляючий клапан.

3.5 Послідовність розрахунку основних силових елементів пристрою для переміщення поворотного стола

Одним із ключових етапів у проєктуванні приводу переміщення поворотного стола ремонтного стенду є розробка його структурно-кінематичної схеми. Центральним аспектом цього процесу виступає визначення закону зміни частоти обертання вихідної ланки — зокрема, привідного механізму (наприклад, гідравлічного насоса або електродвигуна).

Основні методи регулювання швидкості подачі поділяються на:

Безступеневе регулювання, яке реалізується за допомогою двигунів постійного струму, гідравлічних або механічних варіаторів. Такий спосіб забезпечує високу точність вибору робочих режимів, що особливо важливо для позиціонування столу. Однак реалізація безступеневих приводів пов'язана зі значними техніко-економічними складнощами — висока вартість елементів, підвищені вимоги до точності налаштування, обмежений діапазон зміни швидкості в умовах ремонтного виробництва.

Ступеневе регулювання передбачає зміну швидкості за дискретними рівнями за допомогою редукторів або багатошвидкісних трансмісій. Такий підхід вважається конструктивно простішим і більш економічно доцільним у виробничих умовах, забезпечуючи достатній рівень адаптації робочих параметрів до технологічних потреб.

На основі заданих вихідних даних виконується кінематичний аналіз приводу, що включає: визначення граничних подач стола ($S_{\max}$ і $S_{\min}$); обґрунтування діапазону переміщення робочих органів; вибір способу регулювання швидкості приводу; побудову структурної формули приводу, яка визначає склад та взаємозв'язок елементів кінематичного ланцюга.

Структурна формула приводу відображає логіку взаємодії між джерелом енергії (електродвигун, гідромотор), трансмісійними елементами (редуктори, муфти, варіатори) та виконавчим органом (механізмом переміщення стола). Вона визначається залежно від вимог до точності, навантаження та швидкісного режиму.

Таким чином, побудова структурно-кінематичної схеми базується на

техніко-економічному аналізі способів регулювання та параметрів роботи столу з урахуванням специфіки ремонтного обладнання

$$R_s = \frac{S_{\max}}{S_{\min}} = \frac{1250}{25} = 50$$

Спосіб регулювання швидкості є однією з ключових кінематичних характеристик приводу. У випадку застосування приводу зі ступеневим регулюванням швидкості визначальним параметром виступає нормалізований знаменник ряду, що забезпечує уніфікацію та раціональний вибір передавальних чисел у системах приводу. ϕ , який має наступні стандартні значення: 1,06; 1,12; 1,26; 1,40; 1,60; 2,0.

За вибором значення ϕ знаходимо число ступенів регулювання:

$$t = 1 + \frac{l_y R_s}{l_y \phi} = 1 + \frac{l_y 50}{l_y 1.26} = 1 + \frac{1.699}{0.10} = 17.99 \approx 18$$

Виходячи з визначеного значення t (нормалізованого знаменника ряду), формуємо структурну схему приводу зі ступеневим регулюванням швидкості, який відповідає нормальній структурі. Така структура передбачає раціональний розподіл передавальних чисел між ступенями регулювання, що забезпечує необхідний діапазон зміни швидкості при мінімальній кількості передач і збереженні уніфікації елементів приводу.

$$T = P_1(x_1) \cdot P_2(x_2) \cdot P_3(x_3) \dots$$

де P_1, P_2, P_3 - число, що вказує на число передач в кожній незалежній групі

x_1, x_2, x_3 - характеристика відповідних незалежних груп, які утримують відповідно P_1, P_2, P_3 передач.

Для досягнення мінімальних габаритів коробок подач потрібно, щоб були такі умови:

$$1. P_1 > P_2 > P_3 > \dots$$

2. $x_1 \langle x_2 \langle x_3 \langle \dots$

При цьому необхідно витримати умови:

а) характеристика основної P_1 група повинна бути рівна 1, тобто

$$x_2 = P_1; \quad x_3 = P_1 \cdot P_2; \quad x_4 = P_1 \cdot P_2 \cdot P_3$$

Привід переміщення стола належить до систем приводу зі складною структурою, яка поєднує основну та додаткову гілки регулювання. Основна структура призначена для забезпечення високих швидкостей переміщення, що необхідно, зокрема, на холостих ходах, тоді як додаткова структура реалізується для отримання низьких швидкостей, необхідних під час робочих операцій, які потребують підвищеної точності та контрольованого руху. Такий підхід дозволяє оптимізувати кінематичні та енергетичні параметри приводу відповідно до умов експлуатації.

Число ступенів регулювання приводу з складною структурою рівне:

$$t = t_0 + t_0 \cdot t_g = t_0 \cdot [1 + t_g] = P_1(x_1) \cdot P_2(x_2) \cdot [1 + P_3(x_3) \cdot P_4(x_4)]$$

де t_0 - основна (загальна) структура; t_g - додаткова структура.

$$t = 3_{(1)} \cdot 3_{(3)} \cdot [1 + 1,1] = 18$$

Побудова структурної сітки і графіків чисел обертів і подач. Побудуємо структурну сітку на основі розгорнутої формули:

$$t = t_0 [1 + t_g] = 3_1 \cdot 3_3 [1 + 1,1] = 18$$

Побудова структурної сітки приводу в логарифмічній шкалі є важливим етапом проєктування ступеневого приводу, що дозволяє графічно відобразити взаємозв'язки та комутацію між окремими групами передач без прив'язки до конкретного значення частоти обертання ведучої ланки. Для формування сітки використовують логарифмічну шкалу, що забезпечує рівномірний розподіл

ступенів обертання по вертикалі. Логарифмічний інтервал позначається як l_g ф. Кількість горизонталей у сітці відповідає кількості ступенів приводу t , а кількість вертикалей дорівнює числу незалежних груп передач плюс одна вертикаль для початкового вала. Кожній групі передач відводиться окреме поле між суміжними вертикалями згідно з конструктивним порядком їх розміщення у приводі. Побудову сітки розпочинають з фіксованої точки на першій вертикалі — це початкова ланка системи. Від цієї точки проводять три промені ($P_1 = 3$), які перетинають другу вертикаль із рівномірним інтервалом $x_1 = 1$. Від отриманих точок на другій вертикалі знову будують по три промені, які перетинають третю вертикаль із більшим інтервалом, наприклад $x_2 = 3$, і так далі відповідно до схеми. Типи ліній розрізняються візуально: суцільні прямі позначають звичайні передаточні зв'язки, штрихові прямі – прямі з'єднання через муфти. Точки перетину променів із вертикалями, що символізують передачу руху на відповідний вал, позначаються маркерами. Якщо на вал не передається обертальний рух, точка не ставиться. Сітка дозволяє візуалізувати послідовність перемикавання передач між групами, конфігурацію передач на кожному ступені, однак не містить конкретних числових значень швидкості обертання. Для отримання графіка чисел обертів, необхідно знати частоту обертання вхідного вала (n_0), передаточні числа для кожної передачі у кожній групі, значення знаменника стандартного ряду q , повний діапазон регулювання, кількість ступенів передачі t , а також комбінації включень згідно із заданою структурною формулою. Загалом, структурна сітка є проміжним інструментом при проєктуванні багатоступеневого приводу, що дає змогу оптимізувати архітектуру трансмісії та забезпечити раціональне регулювання швидкісних режимів у технологічному обладнанні.

4 БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ, ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ

4.1 Характеристика небезпечних зон обладнання і розробка заходів безпеки

Небезпечна зона – це простір, в якому діють постійно чи виникають періодично фактори, небезпечні для життя або здоров'я людини.

Небезпека локалізована в просторі навкололюбих елементів, які рухаються, ріжучого інструменту, оброблюваних деталей, планшайб, зубчастих, пасових і ланцюгових передач, робочих столів верстатів, підйомно-транспортних машин, вантажів і т.п. У всіх вказаних випадках існує небезпека травмування осіб, які обслуговують обладнання, рухомими частинами останнього. Особлива загроза створюється у випадку, коли можливий захват одягу або волосся працюючого рухомими частинами обладнання.

Наявність небезпечної зони може бути пов'язана з небезпекою ураження електричним струмом, з дією теплових, електромагнітних і іонізуючих випромінювань, а також з дією шуму, вібрацій, ультразвуку, шкідливих парів, газів, пилюки, з можливістю травмування відлітаючими частинками матеріалу заготовки і інструменту при обробці, з вильотом оброблюваної деталі із-за поганого її кріплення або поломки.

Габарити небезпечної зони в просторі можуть бути постійними (зона між пасом і шківом, зона між вальцями) і змінними (прокатне поле прокатних станів, зона різання при зміні характеру обробки).

При проектуванні технологічного обладнання в машинобудуванні і при його експлуатації потрібно передбачувати застосування пристроїв, які виключають можливість контакту людини з небезпечною зоною або знижують небезпеку контакту такого роду пристроями є засоби захисту працюючих, які використовуються для попередження дії на працюючих небезпечних і шкідливих виробничих факторів. Засоби захисту класифікують на дві великі групи:

- колективні, які забезпечують безпеку виробничого обладнання;
- індивідуальні, які забезпечують безпеку виробничих процесів.

Всі захисні пристрої можна розділити на слідуєчи основні групи:

огороджуючи, запобіжні, блокувальні, сигнальні, а також системи дистанційного керування машинами і спеціальні пристрої.

Загальними вимогами до засобів захисту є: максимальне зниження небезпеки і шкідливості на робочі місця і врахування індивідуальних особливостей обладнання, інструменту, пристосіблень або технологічних процесів, для яких вони призначені і надійність, міцність, зручність обслуговування машин і механізмів в цілому, включаючи засоби захисту.

Розглянемо окремі види засобів захисту більш детально.

4.2 Характеристика огорожувальних пристроїв

Огороджуючи пристрої – це засоби захисту, які перешкоджають попаданню людини в небезпечну зону. Огороджуючи пристрої застосовують для ізоляції систем приводу машин і агрегатів, зони обробки заготовок верстатів, пресів, штампів, огороження супровідних частин, зон інтенсивних випромінювань (теплових, електромагнітних, іонізуючих), зон виділення шкідливих речовин, які забруднюють повітряне середовище і т.п. Огороджуються також робочі зони, які розташовані на висоті. Конструктивні рішення огороджуючи пристроїв дуже різноманітні. Вони залежать від виду обладнання, розташування людини в робочій зоні, специфіки небезпек, які супроводжують технологічний процес.

Огороджуючи пристрої ділять на три основні підгрупи: стаціонарні (нез'ємні), рухомі (з'ємні), переносні.

Стаціонарні огороження лише періодично демонтуються для виконання допоміжних операцій (заміни робочого інструменту, змащування, проведення контрольних вимірювань деталей). Вони виконуються таким чином, що пропускають оброблювану деталь, але не пропускають руки працюючого із-за невеликих розмірів відповідного технологічного отвору. Таке огороження може бути повним, коли локалізується небезпечна зона разом із машиною, або частковим, коли ізолюється тільки небезпечна зона машини. Прикладом повного огороження є огороження розподільчих пристроїв

електрообладнання, кожух галтовочних барабанів, кожух вентиляторів, корпуси електродвигунів, насосів.

Рухомі огороження являють собою пристрої, заблоковані з робочими органами механізму або машини, внаслідок чого вони закривають доступ в робочу зону при появі небезпечного моменту. В інший час доступ в вказану зону відкритий. Особливо широкого розповсюдження такі огорожуючі пристрої отримали в верстатобудуванні.

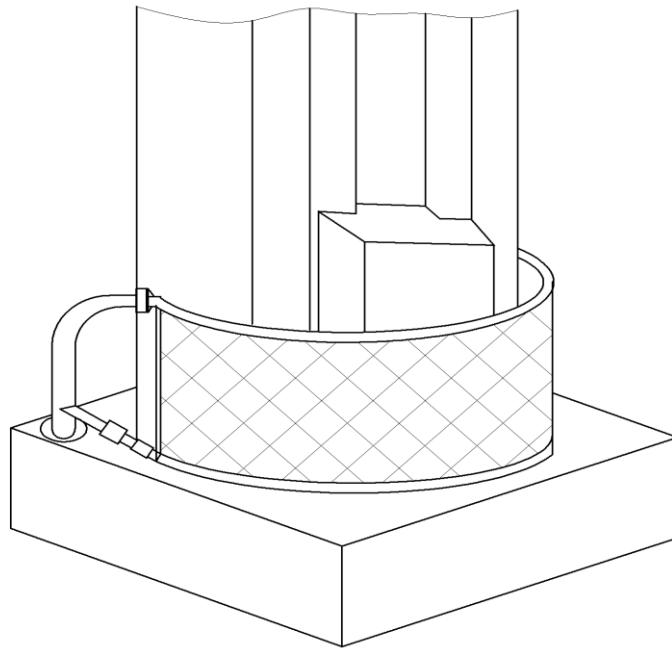


Рисунок 4.1 Рухоме огороження

Переносні огороження є тимчасовими. Їх використовують при ремонтних і налагодочних роботах для захисту від випадкових дотиків до струмопровідних частин, а також до механічних травм і опіків. Крім того, їх застосовують на постійних робочих місцях зварювальників для захисту оточуючих від дії електричної дуги і ультрафіолетових випромінювань. Виконують їх частіше всього у вигляді щитів висотою 1,7 м.

Конструкція і матеріал огорожуючих пристроїв визначається особливостями даного обладнання і технологічного процесу в цілому. Огороження виготовляють у вигляді зварних і литих кожухів, решіток, сіток на жорсткому каркасі, а також у вигляді жорстких суцільних щитів.

Розмір комірок в сітчастому і решітчастому огороженні визначається

розрахунковим шляхом за формулою

$$a = \frac{b}{6} + 5,$$

В якості матеріалу огорожень використовують метали, пластмаси, дерево. При необхідності спостереження за робочою зоною, крім сіток і решіток, застосовують суцільні огорожувальні пристрої із прозорих матеріалів (триплексу, оргскла).

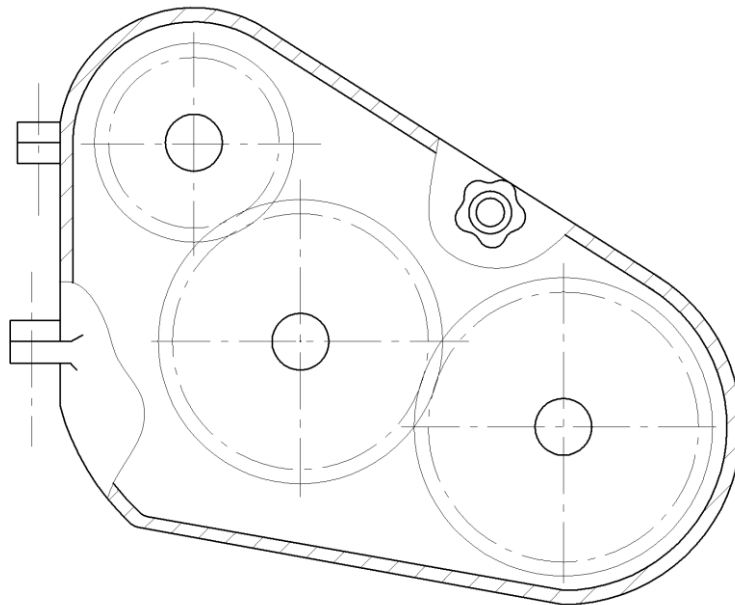


Рисунок 4.2 Стационарное огорождение

Щоб витримувати навантаження від відлітаючих частин оброблюваних деталей, огороження повинні бути достатньо міцними і добре кріпитися до фундаменту або частин машини.

4.3 Запобіжні захисні засоби

Запобіжні захисні засоби призначені для автоматичного відключення агрегатів і машин при відхиленні якого-небудь параметра, який характеризує режим роботи обладнання, за межі допустимих значень. Таким чином, при аварійних режимах (збільшення тиску, крутних моментів) виключається

можливість вибухів, поломок, загорянь.

На пристроях, які працюють під тиском більшим за атмосферний, широко використовуються запобіжні клапани важільного, пружинного і мембранного типу.

Стиснуте повітря широко використовується в різних верстатах і агрегатах для кріплення оброблюваних деталей з допомогою ексцентрикових зажимів. Такого роду пристосування необхідно забезпечити пристроями, які запобігають самовільному звільненню зажимів при відключенні тиску або при значній силовій дії зі сторони робочих органів агрегатів (різця, фрези, шліфувального круга). В універсальних пристосуваннях для виключення можливості викидання деталей треба проводити регулювання сили затиску в потрібних межах в залежності від зусилля різання і жорсткості оброблюваної деталі. Для цієї мети потрібно обладнувати пристосування регулятором тиску.

В електромагнітних плитах для кріплення оброблюваного матеріалу, підйому і переноски різних виробів слід передбачати запасну проводку для живлення електромагнітів від запасного джерела живлення. Останній повинен вмикатися автоматично при припиненні подачі електроенергії від основної мережі. Це виключає можливість відриву матеріалів чи виробів від електромагніту і травмування ним робітника.

Важливу роль в безпеці експлуатації, ремонті і обслуговуванні технологічного обладнання грає гальмівна і утримуюча техніка. Для виключення простоїв при зміні робочого інструменту, наладці і регулюванні обладнання шпинделі і вали верстатів, машин, агрегатів, які працюють при високих швидкостях, робітники нерідко зупиняють з допомогою різноманітних підручних засобів або навіть пригальмовують їх руками, що нерідко приводить до важких травм. Для запобігання цього обладнання повинно бути оснащене надійними гальмівними пристроями, які дозволяють швидко зупинити вали, шпинделі.

Введення слабкої ланки полягає у внесенні в конструкцію обладнання деталей і вузлів, які розраховані на руйнування (або не спрацювання) при перевантаженнях. До слабких ланок відносять: зрізні штифти і шпонки, які

з'єднують вал з маховиком, шестернею чи шківом, фрикційні муфти, які не передають крутний момент при надлишкових навантаженнях, плавкі запобіжники в електрообладнанні, розривні мембрани в установках, які працюють з підвищеним тиском.

Слабкі ланки поділяють на дві основні групи: системи з автоматичним відновленням кінематичного ланцюга після того, як контрольований параметр прийшов в норму, і системи з відновленням кінематичного ланцюга шляхом заміни слабкої ланки.

Спрацювання слабкої ланки приводить до зупинки машини на аварійний ремонт, що дозволяє виключити поломки, руйнування і, відповідно, травматизм.

Блокувальні пристрої виключають можливість проникнення людини в небезпечну зону або усувають небезпечний фактор на час перебування людини в цій зоні.

По принципу дії блокуючі пристрої діляться на механічні, електричні, радіаційні, гідравлічні, комбіновані.

Сигнальні пристрої – це засоби інформації про роботу обладнання, а також про небезпечні і шкідливі фактори, які при цьому виникають. По призначенню системи сигналізації діляться на три групи: оперативна, попереджувальна, розпізнавальна. За засобом інформації розрізняють сигналізацію: звукову, візуальну, комбіновану і одоризаційну (по запаху).

До попереджувальної сигналізації відносять покажчики, плакати.

Розпізнавальна сигналізація служить для виділення окремих видів технологічного обладнання, його небезпечної зони. Для цієї мети використовують систему сигнальних кольорів і знаків безпеки по ДСТУ 15548-98.

4.4 Протипожежна стійкість промислового підприємства

Пожежі на виробництві являють велику небезпеку для працюючих і причиняють значні матеріальні збитки. Тому питання пожежної безпеки можна прирівняти до питань державної важності.

Під протипожежною стійкістю слід розуміти властивості матеріалів, виробів, конструкцій, будівель і споруд чинити опір дії вогню і високих температур, не піддаватися загорянню, не деформуватися і зберігати свої несучі і обмежуючі властивості.

Будинки і споруди складаються із різних елементів, котрі мають різну вогнестійкість і відносяться до різних груп загоряння (незгораючі, важкозгораючі і згораючі), як і будівельні матеріали. Здатність будинків чи споруд чинити опір руйнуванню в умовах пожежі характеризується границею вогнестійкості і групою загоряння основних несучих і огорожувальних конструктивних елементів (несучих стін, колон, перекриттів, перегородок і протипожежних стін) і називається ступенем вогнестійкості будинку чи споруди.

Конструкцію натуральної величини поміщають в вогневу камеру і в такому положенні, в якому вона виконує свої функції в комплексі елементів будинку чи споруди, і дають певне нормативне навантаження на неї. Потім, спалюючи рідке паливо, в камері створюють тепловий режим по стандартному графіку „температура - час” (рисунок 4.3) і спостерігають за показниками термопар і поведінкою конструкції. Графік, отриманий в результаті експериментальних досліджень температурних режимів на пожежах. Такий тепловий режим відповідає характеру наростання температури при пожежах житлових і господарських будівель з завантаженням горючими матеріалами 50 кг/м^3 - 100 кг/м^3 .

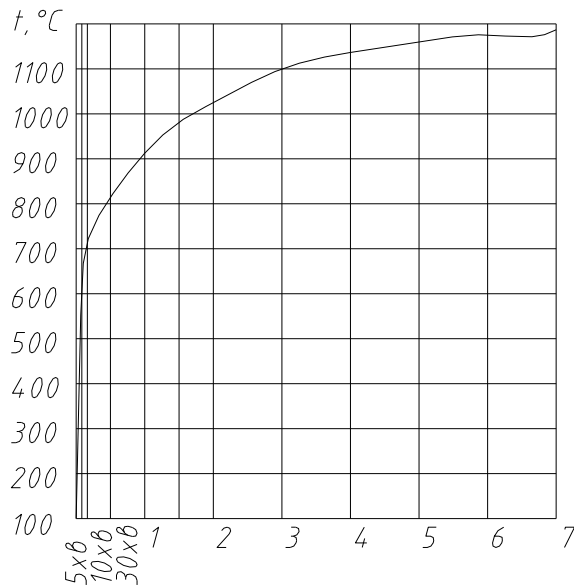


Рисунок 4.3—Стандартна крива „температура-час”.

Межа вогнестійкості будівельних конструкцій визначається періодом часу від початку випробовувань до появи одного з наступних ознак: утворення в конструкції наскрізних тріщин, підвищення температури поверхонь, що не обігріваються, в середньому більше ніж на 140 °С, чи в будь-якій точці цієї поверхні більше ніж на 180 °С в порівнянні з температурою конструкції до випробування, чи більше 220 °С не залежно від температури конструкції до випробування, втрати конструкцією її несучих властивостей (руйнування).

На графіку температурного режиму площа, заключена між віссю абсцис і температурною кривою, отриманою за період випробування, не повинна відрізнятися більше ніж на $\pm 5\%$ від площі, яка знаходиться між віссю абсцис і температурною кривою, показаною на рисунку 4.3. Криву „температура - час” можна побудувати за формулою:

$$t_{o,c} = 345 \cdot \lg(8 \cdot \tau + 1)$$

де $t_{o,c}$ -температура навколишнього середовища, °С;

τ -час горіння, хв.

Площа, заключена між віссю абсцис і температурною кривою, визначають інтегруванням рівняння

$$S = \int_0^{\tau} t d\tau$$

Підставивши в рівняння значення t із рівняння (4.1) і проінтегрувавши, отримаємо:

$$S = 43,12 \cdot (8\tau + 1) \cdot \lg(8\tau + 1) - 149,73 \cdot \tau$$

Потім підставивши різні значення τ в рівняння, отримаємо площі, заключені між віссю абсцис і температурною кривою в будь-який проміжок часу випробування.

Границя вогнестійкості конструкції визначається як середнє арифметичне часу в часах із результатів випробування не менше двох взірців. При цьому показники найвищої і найнижчої границь вогнестійкості не повинні відрізнятися більш ніж на 15 %.

Будинки і споруди по степені вогнестійкості відповідно до ДБНУ II-A.5-70 поділяють на 5 степенів.

Таблиця 4.1 – Група загоряння і мінімальні границі вогнестійкості основних будівельних конструкцій в годинах.

вогнестійкості будинків чи	Основні будівельні конструкції					
	Несучі стіни, стіни східних кліток, колони	Зовнішні стіни з підвісних панелей і фахверкові стіни	Плити, настили інші несучі конструкції міжповерхових перекриттів	Плити, настили і інші конструкції покрить	Внутрішні несучі стіни (перегородки)	Протипожежні стіни (брандмауери)
1	2	3	4	5	6	7
I	Незгораючі 2,5	Незгораючі 0,5	Незгораючі 1,0	Незгораючі 0,5	Незгораючі 0,5	Незгораючі 2,5
II	Незгораючі 2,0	Незгораючі 0,25 Важкозгораючі 0,5	Незгораючі 0,75	Незгораючі 0,25	Важкозгораючі 0,25	Незгораючі 2,5
III	Незгораючі 2,0	Незгораючі 0,25 Важкозгораючі 0,5	Незгораючі 0,75	Згораючі	Важкозгораючі 0,25	Незгораючі 2,5

IV	Важкозгоряючі 0,5	Важкозгоряючі 0,25	Важкозгоряючі 0,25	Згоряючі	Важкозгоряючі 0,25	Незгоряючі 2,5
V	Згоряючі	Згоряючі	Згоряючі	Згоряючі	Згоряючі	Незгоряючі 2,5

При цьому слід брати до уваги, що збільшення границь вогнестійкості чи групи загоряння однієї частини чи декількох частин споруди не є достатнім для віднесення всього будинку чи споруди до більш високої ступені вогнестійкості.

В останні роки було розроблено чимало вогнезахисних фарб, які будучи нанесені тонким шаром на матеріал, що захищається, в умовах експлуатації виконують функції лакофарбового покриття, а при дії високих температур скіпають з утворенням пінних вугільних шарів, корі мають високі теплоізолюючі властивості. Вказані властивості фарб, що скіпають дали можливість застосовувати їх як для захисту згоряючих матеріалів від вогню, так і для підвищення границь вогнестійкості металічних конструкцій.

За ступенем вибухової, вибухо-пожежної і пожежної небезпеки промислові підприємства поділяються на шість категорій (А, Б, В, Г, Д і Е).

Категорії А і Б – вибухо-, пожежонебезпечні підприємства. Підприємства категорії А характеризуються застосуванням, зберіганням чи утворенням в процесі виробництва горючих газів, нижня межа можливості вибуху в яких 10% і менше до об'єму повітря; рідини з температурою загоряння парів до 28°C включно при умові, що вказані гази і рідини можуть утворювати вибухонебезпечні суміші в об'ємі, що перевищує 5% об'єму приміщення; речовини, що здатні вибухати і горіти при взаємодії з водою, киснем повітря і одна з одною. Підприємства категорії Б характеризують наявністю горючих газів, нижня межа можливості вибуху яких більше 10% до об'єму повітря; рідини з температурою спалаху парів 28 °C - 61 °C включно; рідини, нагріті в умовах виробництва до температури спалаху і вище; горючий пил чи волокна, нижня межа вибуху яких 65 г/м³ і менше до об'єму повітря, за умови, що вказані гази, рідини і пил можуть утворювати вибухонебезпечні суміші в об'ємі, що перевищує 5% об'єму приміщення.

Підприємства категорій В, Г і Д – пожежонебезпечні.

Підприємства категорії В характеризуються наявністю рідин з температурою спалаху парів вище 61 °С; горючого пилу чи волокон, нижня межа вибуху яких більше 65 г/м³ до об'єму повітря; речовин, здатних лише горіти при взаємодії з водою, киснем повітря чи одна з одною; твердих горючих речовин чи матеріалів.

Підприємства категорії Г характеризуються наявністю речовин і матеріалів в гарячому, розкаленому чи розплавленому стані, процес обробки яких супроводжується виділенням променевого тепла, іскор і полум'я; твердих, рідких і газоподібних речовин, котрі спалюються чи утилізуються в якості палива.

Підприємства категорії Д характеризуються наявністю незгораючих речовин і матеріалів в холодному стані.

Підприємства категорії Е – вибухонебезпечні. Вони характеризуються наявністю горючих газів без рідкої фази і вибухонебезпечного пилу в такій кількості. Що вони можуть утворювати вибухонебезпечні суміші в об'ємі, що перевищує 5% об'єму приміщення, і в котрому за умовами технологічного процесу можливий лише вибух (без подальшого горіння), або наявністю речовин, що здатні вибухати (без подальшого горіння) при взаємодії з водою, киснем повітря чи одна з одною.

Категорії підприємства приймають за нормами технологічного проектування чи за спеціальними списками, складеними й затвердженими міністерствами.

ВИСНОВКИ

У кваліфікаційній роботі було розглянуто питання удосконалення технології ремонту та відновлення радіаторів легкового автомобіля Audi A8. Це актуальна тема, адже з кожним роком зростає кількість пошкоджених радіаторів, а їх заміна є дорогою, особливо коли йдеться про сучасні алюмінієві конструкції. У роботі проаналізовано основні типи автомобільних радіаторів, умови їх експлуатації, типові несправності та методи усунення пошкоджень. Особливу увагу приділено ремонту алюмінієвих радіаторів, які складно піддаються паянню та зварюванню.

Було вивчено способи підготовки поверхонь до ремонту, обґрунтовано вибір припою та флюсу, а також розроблено технологічний процес паяння. Крім того, запропоновано конструкцію стенда для ремонту, який дозволяє ефективно виконувати всі необхідні операції: перевірку герметичності, фіксацію, паяння та випробування. Робота має практичну цінність і може бути використана на станціях технічного обслуговування або в умовах автотранспортного підприємства.

Проведене дослідження підтвердило, що запропонована технологія дозволяє підвищити якість ремонту та знизити витрати на обслуговування системи охолодження автомобіля.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. 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.
2. Підручник з будови автомобіля. Видання третє. Виправлене й доповнене – Моноліт 2021 – 288 с
3. Методичні вказівки до виконання кваліфікаційної роботи бакалавра за освітнім рівнем «бакалавр» галузі знань 27 «Транспорт» спеціальність 274 «Автомобільний транспорт» / Укладачі : О.Л. Ляшук, Ю.І. Пиндус, М.Г. Левкович, А.Б. Гупка, Р.В. Хорошун. – Тернопіль : ФОП «Паляниця В.А.», 2022. – 61 с .
4. 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.
5. Конспект лекцій з дисципліни «Відновлення деталей» для здобувачів освітнього рівня бакалавр за спеціальністю 274 «Автомобільний транспорт» / Укладачі: Левкович М.Г., Гупка А.Б., Сіправська М.Д. – Тернопіль: Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, 2021. – 136 с.
6. Конспект лекцій (частина І) з дисципліни «Транспортні засоби» для студентів усіх форм навчання першого рівня освіти за спеціальністю 274 «Автомобільний транспорт», 275 «Транспортні технології» галузі знань 27 «Транспорт» / О.Л. Ляшук, Т.Д. Навроцька., Р.Р. Заверуха., Л.М. Слободян., Р.В. Хорошун. – Тернопіль, ТНТУ імені Івана Пулюя, 2021. – 132 с.
7. 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

8. 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.

9. 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.

10. 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.

11. Gypka, A., Aulin, V., Mironov, D., Leshchuk, R., Yarema, I., Bukhovets, V., & Teslia, V. (2024). Structural and energetic self-organization of antifriction composite materials of car parts during friction and wear. Problems of Tribology, 29(2/112), 67-73.

12. Ткаченко І. Г., Левкович М. Г. Конспект лекцій з дисципліни «Надійність транспортних засобів». Тернопіль : ТНТУ, 2024. 118 с.