

**Міністерство освіти і науки України  
Тернопільський національний педагогічний університет  
імені Володимира Гнатюка**

**Інженерно–педагогічний факультет  
Кафедра машинознавства та транспорту**

**Кваліфікаційна робота**

**ФОРМУВАННЯ ПРАКТИЧНИХ НАВИЧОК У ЗДОБУВАЧІВ ОСВІТИ  
ТРАНСПОРТНОГО ПРОФІЛЮ З ОБСЛУГОВУВАННЯ КУЗОВНИХ  
ПОВЕРХОНЬ**

**Спеціальність А5 Професійна освіта**

**Спеціалізація А5.38 Транспорт**

**Освітньо-професійна програма «Професійна освіта (Транспорт)»**

**ВИКОНАЛА:**

здобувачка вищої освіти  
освітнього рівня «магістр»

**ЗАЯЦЬ Анастасія Віталіївна**

**НАУКОВИЙ КЕРІВНИК:**

Доктор технічних наук, професор

**ФЕДОРЕЙКО Валерій Степанович**

**РЕЦЕНЗЕНТ:**

Кандидат технічних наук, доцент  
кафедри сфери обслуговування,  
технологій та охорони праці  
Тернопільського національного  
педагогічного університету  
імені Володимира Гнатюка

**БОЧАР Ігор Йосипович**

Робота захищена з оцінкою:

Національна шкала \_\_\_\_\_

Кількість балів: \_\_\_\_\_ Оцінка: ECTS \_\_\_\_\_

Тернопіль 2025

## АНОТАЦІЯ

**Заяць А.В.** Формування практичних навичок у здобувачів освіти транспортного профілю з обслуговування кузовних поверхонь: кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня «магістр» зі спеціальності 015.38 Професійна освіта; освітньо-професійна програма Професійна освіта (Транспорт) / Тернопільський національний педагогічний університет імені Володимира Гнатюка. Тернопіль, 2025. – 72 с.

У кваліфікаційній роботі визначено зміст навчального матеріалу з обслуговування кузовних поверхонь, а саме технології фарбування кузовів автомобілів. Вибрано систему лакофарбових покриттів та методики розрахунку кількості лакофарбового матеріалу, його адгезійної міцності, шорсткості та твердості. Розроблено методичні рекомендації до виконання лабораторно-практичної роботи з контролю якості фарбування кузовів автомобілів, запропоновано технологію формування практичних навичок у здобувачів освіти транспортного профілю.

**Ключові слова:** зміст навчання, обслуговування кузовних поверхонь, технологія фарбування, лакофарбові матеріали, практичні навички.

## ABSTRACT

**Zaiats A. V.** Formation of practical skills in transport profile education students in vehicle body surfaces maintenance: qualification work for obtaining a master's degree in specialty A5.38 Professional education; educational and professional program Professional education (Transport) / Ternopil Volodymyr Hnatiuk National Pedagogical University. Ternopil, 2025. – 72 p.

The qualification work defines the content of the educational material on the maintenance of body surfaces, namely the technology of painting car bodies. The system of paint coatings and methods for calculating the amount of paint and varnish material, its adhesion strength, roughness and hardness are selected. Methodological recommendations for the implementation of laboratory and practical work on quality control of car body painting are developed, and a technology for the formation of practical skills in students of transport education is proposed.

**Keywords:** training content, maintenance of body surfaces, painting technology, paint and varnish materials, practical skills.

## ЗМІСТ

|                                                                                                                             |           |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>ВСТУП</b>                                                                                                                | <b>4</b>  |
| <b>РОЗДІЛ 1. ЗМІСТ НАВЧАЛЬНОГО МАТЕРІАЛУ З ОБСЛУГОВУВАННЯ КУЗОВНИХ ПОВЕРХОНЬ.....</b>                                       | <b>7</b>  |
| 1.1. Загальні відомості про фарбування кузовів.....                                                                         | 7         |
| 1.2. Підготовка кузова до фарбування.....                                                                                   | 11        |
| 1.3. Нанесення лакофарбових покриттів.....                                                                                  | 20        |
| 1.4. Сушіння лакофарбових покриттів.....                                                                                    | 28        |
| <b>РОЗДІЛ 2. МЕТОДИКА ТА РЕЗУЛЬТАТИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ.....</b>                                                   | <b>33</b> |
| 2.1 Мета і завдання експериментальних досліджень.....                                                                       | 33        |
| 2.2 Вибір систем лакофарбових покриттів та розрахунок кількості лакофарбового матеріалу.....                                | 33        |
| 2.3 Визначення адгезійної міцності лакофарбових покриттів.....                                                              | 37        |
| 2.4 Визначення твердості лакофарбового покриття.....                                                                        | 41        |
| 2.5. Інтенсивність зношування лакофарбового покриття в залежності від товщини його зовнішнього шару.....                    | 42        |
| <b>РОЗДІЛ 3. МЕТОДИЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ВИВЧЕННЯ ТЕМИ В ПРОФЕСІЙНО-ТЕХНІЧНИХ ЗАКЛАДАХ ОСВІТИ.....</b>                           | <b>45</b> |
| 3.1. Зміст і планування навчального матеріалу.....                                                                          | 45        |
| 3.2. Форми і методи вивчення теми в професійно-технічних закладах освіти.....                                               | 50        |
| 3.3. Розробка інструкції до виконання лабораторно-практичної роботи з визначення якості фарбування кузовів автомобілів..... | 54        |
| 3.4 Технологія формування практичних навичок у здобувачів освіти транспортного профілю.....                                 | 60        |
| <b>ВИСНОВКИ.....</b>                                                                                                        | <b>68</b> |
| <b>ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ.....</b>                                                                                        | <b>70</b> |
| <b>ДОДАТОК.....</b>                                                                                                         | <b>72</b> |

## ВСТУП

Одним із резервів збільшення автомобільного парку є організація на належному рівні ремонту автомобілів. Необхідність і доцільність ремонту зумовлені насамперед тим, що внаслідок тривалої експлуатації автомобілів настає такий момент, коли затрати коштів та праці, пов'язані з підтриманням їхньої працездатності, перевищують прибутки від їх подальшої експлуатації. Такий технічний стан автомобілів вважається граничним і зумовлений нерівномірністю їхніх деталей та агрегатів. Відомо, що створити рівномірну машину, всі деталі якої спрацьовувалися б рівномірно й мали б однаковий термін служби, практично неможливо. Отже, ремонт автомобіля навіть тільки заміною деяких деталей, які мають невеликий ресурс, завжди економічно доцільний і виправданий.

Потреби в ремонті зростають пропорційно збільшенню парку машин, що експлуатуються. Періодичні технічні обслуговування й ремонт автомобільного рухомого складу державного сектора здійснюється на автотранспортних підприємствах (АТП) та авторемонтних заводах (АРЗ), де є умови для широкого застосування найдосконаліших технологічних процесів, сучасного високопродуктивного обладнання, підвищення якості ремонту та найповнішої реалізації його економічних переваг.

Нині стрімко зростає парк автомобілів приватного сектору. Підтримання цього парку в працездатному стані здійснює переважно система автосервісу, що складає цілу мережу станцій технічного обслуговування (СТО), на яких виконуються технічне обслуговування й ремонт особистих автомобілів. Тепер, особливо на великих СТО, зростає питома вага кузовних робіт у загальному обсязі пропонованих послуг.

Прогрес у розвитку конструкцій кузовів, що простежується останнім часом, зумовлює підвищення вимог до ремонтників, котрі мають знати й будову кузова, й умови сприйняття навантаження його несучою конструкцією, що є базою для кріплення елементів шасі автомобіля, й сучасні ремонтні технології, які дають змогу відновити закладені конструктором властивості несучої конструкції, й різні методи ремонту.

Тому, вимагається підняття рівня підготовки кваліфікованих кадрів з ремонту кузовів автомобілів шляхом ознайомлення їх із особливостями технічного обслуговування кузовів та їхніх механізмів, заходами, що спрямовані на збільшення терміну служби кузовів – протикорозійної обробки, впровадження високопродуктивного ремонтного обладнання, що дає змогу ефективно відновлювати кузови.

Такий стан речей зумовив вибір теми дипломної роботи «Вивчення учнями професійно-технічних закладів освіти технології фарбування кузовів автомобілів».

**Мета дослідження:** обґрунтувати зміст та методи вивчення здобувачами освіти транспортного профілю технології обслуговування кузовів автомобілів.

**Об'єкт дослідження:** процес формування практичних навичок у здобувачів освіти транспортного профілю з обслуговування кузовних поверхонь.

**Предмет дослідження:** зміст і методика вивчення здобувачами освіти транспортного профілю технології фарбування кузовів автомобілів.

Виходячи з мети дослідження, в роботі були сформульовані такі **завдання:**

1. Провести аналіз технічної літератури про технології фарбування кузовів автомобілів і застосовуваного обладнання.
2. Вибрати системи лакофарбових покриттів та методики розрахунку кількості лакофарбового матеріалу, його адгезійної міцності, шорсткості та твердості.
3. Відібрати навчальний матеріал і виконати планування матеріалу для його вивчення здобувачами освіти транспортного профілю, визначити порядок дій викладача при формуванні практичних навичок в учнів.

**Наукова новизна одержаних результатів.** Встановлено, що перевищення максимальної товщини лакофарбового покриття призводить до зниження довговічності емалі в процесі старіння. Особливо це стосується покриттів, експлуатація яких здійснюється при негативних температурах.

Представлені результати досліджень підтверджують, що на інтенсивність зношування лакофарбового покриття впливають такі фактори, як твердість, шорсткість і товщина зовнішнього шару (емалі) лакофарбового покриття.

**Практичне значення** роботи полягає у доборі змісту навчання учнів професійно-технічних закладів освіти про технологію нанесення лакофарбових покриттів в процесі ремонту кабін грузових та кузовів легкових автомобілів. Встановлено порядок дій викладача при формуванні практичних навичок з обслуговування кузовних поверхонь. Розроблені методичні рекомендації дозволяють більш якісно засвоїти учнями навчальний матеріал та можуть бути використані Славутицькому професійному ліцеї при підготовці фахівців спеціальності «Рихтувальник кузовів».

**Загальна характеристика наукової роботи.** Робота складається із вступу, 3 розділів, висновку, переліку джерел посилання та додатку. Загальний обсяг роботи становить 72 сторінки, перелік джерел посилання складається з 18 найменувань.

## **РОЗДІЛ 1. ЗМІСТ НАВЧАЛЬНОГО МАТЕРІАЛУ З ОБСЛУГОВУВАННЯ КУЗОВНИХ ПОВЕРХОНЬ**

### **1.1. Загальні відомості про фарбування кузовів**

Зовнішній вигляд автомобілів великою мірою залежить від фарбування їх лакофарбовими матеріалами. Крім того, якісно виконаний технологічний процес підготовки та фарбування автомобільних деталей і складальних одиниць забезпечує надійність антикорозійних покриттів.

Лакофарбові матеріали, що застосовуються в автомобілебудуванні, мають бути високоякісними та стійкими, а сам процес фарбування – проводитися ретельно з дотриманням усіх правил.

Зовнішній вигляд лако-фарбового покриття визначають за такими показниками: ступенем блиску (%); кількістю включень (шт./м<sup>2</sup>); їхньою шириною, довжиною та відстанню між ними; шагренню та її розмірами; патьоками; рисками-штрихами; хвилястістю та її розмірами; різновідтінковістю та неоднорідністю малюнка.

Вибираючи лакофарбове покриття залежно від класу автомобіля, орієнтуються на такі їхні групи:

- ✓ кузови легкових автомобілів вищого класу;
- ✓ кузови інших легкових автомобілів;
- ✓ кабіни вантажних автомобілів, кузови автобусів;
- ✓ платформи вантажних автомобілів [6].

За ступенем блиску покриття поділяють на глянцеві, на пів глянцеві та матові. Ступінь блиску залежить як від застосованого лаколако-фарбового покриття, так і від вибраного технологічного процесу фарбування.

Легкові та вантажні автомобілі експлуатуються в різних атмосферних умовах. На них діють опади, сонячна радіація, морський туман, високі температури влітку (до 60 °C) і низькі взимку (до – 60 °C). В умовах тропічного клімату додаються ще біологічні фактори (грибкова плісень, гризуни, терміти), висока відносна вологість. Під час експлуатації автомобілів

в умовах Далекої Півночі вони зазнають дії сніжного пилу, інею, обледеніння та ін. Все це визначає високі вимоги щодо міцності та стійкості лакофарбової плівки в різних умовах. Позначення таких покриттів – АТХ: А – атмосферостійкі; Т, Х – для умов тропічного й холодного клімату відповідно.

Лакофарбове покриття утворюють послідовним нанесенням шарів матеріалів різного призначення (грунтовка, шпаклівка, емаль), що в цілому забезпечує вимоги до класу оздоблення, зовнішнього вигляду покриття та стійкості в певних умовах експлуатації.

Основною умовою, що визначає довговічність кузова (кабіни), є ретельний захист усіх внутрішніх, зовнішніх і закритих поверхонь від корозії. Навіть невелика оголена до металу ділянка в процесі експлуатації може стати вогнищем корозії. В конструкції кузовних деталей мають бути передбачені можливості: повного профарбовування грунтом усіх поверхонь як зовнішніх, внутрішніх, так і закритих; стікання мийних рідин та ґрунтів, що застосовуються в процесі фарбування; покриття мастиками всієї основи кузова й зварних з'єднань.

Корозія деталей кузова відбувається внаслідок дії на них агресивного середовища як ззовні, так і зсередини. Інтенсивність корозійного спрацювання залежить від місця розташування деталі на автомобілі та умов його експлуатації.

Найбільше зазнають дії агресивного середовища елементи кузова. Причина інтенсивного спрацювання цих деталей полягає в тому, що водночас відбуваються корозія та ерозія. Дії агресивного середовища зсередини зазнають приховані поверхні всередині деталей каркаса кузова й між зовнішніми та внутрішніми панелями. У цих місцях накопичуються волога та бруд, які потрапляють крізь негерметичні зварні з'єднання й технологічні отвори. Випаровування вологи з таких поверхонь утруднене, тому створюються умови, що сприяють корозії. Через те що корозія відбувається зсередини, виявляється вона тільки тоді, коли утворюються наскрізні отвори.

Якщо пофарбована поверхня кузова в гарному стані й є лише невеликі пошкодження покриття, то ці місця можна підфарбувати.

Спочатку ділянку кузова з пошкодженим лакофарбовим покриттям треба обережно прошліфувати шкуркою КЗ № 4 або 5 з водою від місця пошкодження до країв так, щоб утворився плавний перехід до непошкодженої поверхні. Ділянка шліфування має бути на 10... 15 мм ширшою від ділянки підфарбовування, щоб після остаточного полірування не була помітною межа між ними. Замість водостійкого шліфувального паперу можна використати звичайний із відповідним розміром зерна з уайт-спіритом або бензином. Виявлену іржу слід повністю видалити. Відшліфовану поверхню потрібно протерти салфеткою, змоченою уайт-спіритом, потім – сухою, і якщо шар ґрунту не пошкоджено, підфарбувати зачищене місце емаллю. Якщо після шліфування видно метал кузова, то слід спочатку заґрунтувати цю ділянку ґрунтовкою ГФ-0119, ФЛ-ОЗК, УРФ-0110, ВЛ-02 або ГФ-073, а потім вирівняти шпаклівкою МС-006 або ПФ-002, що швидко сохне, за допомогою гумового чи металевого шпателя. Сушаться ці шпаклівки в природних умовах при температурі 18...23 °С: МС-006 – протягом 15 хв, ПФ-002 – протягом 20 год. Після висихання шпаклівку треба ретельно відшліфувати водостійкою шкуркою КЗ № 5.

Підготовлена таким чином і висušена ділянка фарбується в два шари або емаллю, що додається до автомобіля (перед цим її треба ретельно перемішати й розвести до потрібної консистенції відповідно до інструкції на етикетці банки), або синтетичною МЛ-197, МЛ-152 чи МЛ-12.

Місця подряпин, сколів та інших дрібних пошкоджень можна зафарбовувати також нітроемаллю НЦ-11 відповідного кольору. Для ґрунтування застосовується гліфталевий ґрунт або нітроґрунт НЦ-081. Ґрунт слід сушити протягом 0,5... 1 год, а потім наносити нітроемаль.

Якщо кузов пофарбовано імпоротною синтетичною автомобільною емаллю, то до автомобіля має додаватися баночка з нітрокомбінованою

емаллю, що швидко сохне, того самого кольору (тривалість висихання при кімнатній температурі – 20...30 хв).

У разі гарячого сушіння відтінок синтетичних емалей трохи змінюється. Тому підфарбоване місце може відрізнятися від сусідньої ділянки внаслідок різних режимів сушіння, які застосовуються на заводі та на АТП чи СТО, а також через специфічні властивості партії емалі та її колір. Крім того, колір плівки трохи змінюється під час експлуатації автомобіля. Тому, якщо для підфарбовування використати емаль, якою кузов було пофарбовано спочатку (як правило, найменування цієї емалі зазначається на етикетці, приклеєній до внутрішнього боку кришки ящика на панелі приладів або до внутрішнього боку кришки багажника), то свіжопофарбована поверхня завжди відрізнятиметься за відтінком від решти поверхні кузова. Щоб уникнути різнотонності покриття, треба підігнати відтінок емалі, яка застосовується для підфарбовування, під колір фарби на кузові доданням емалей інших забарвлень.

Будь-який колір точно визначається за трьома основними його ознаками: тоном, яскравістю та насиченістю. Це класифікаційні параметри кольорів. Якщо взяти червоний колір, то найближчими до нього за колірним тоном будуть, з одного боку, темно-червоний, а з іншого – червоно-оранжевий або оранжевий; до останнього ж примикають оранжево-жовтий, жовтий, потім – жовто-зелений, зелений, синьо-зелений, синій, синьо-фіолетовий, фіолетовий, і знову темно-червоний.

До кольорів, які не можна дістати змішуванням кількох кольорів, належать синій, червоний, жовтий, а також чорний і білий. Решту кольорів і відтінків можна дістати змішуванням основних кольорів та додаванням до них у разі потреби чорного або білого кольору. Так, змішуючи жовтий колір із синім, дістають зелений, жовтий із червоним – оранжевий, червоний із синім – фіолетовий, синій із білим – блакитний, а блакитний із зеленим – бірюзовий.

Залежно від кількості взятих пігментів відповідних кольорів можна дістати багато проміжних відтінків. Змішуючи фарби, треба ретельно перемішати спочатку кожен з них, а потім усі разом, користуючись абсолютно чистим посудом і лопаткою. Безпосередньо перед застосуванням рекомендується знову перемішати суміш, оскільки пігменти можуть осісти. Банки з фарбами слід зберігати щільно закритими, оскільки випаровування розчинників впливає на відтінки.

Колір фарби слід добирати тільки при природному денному освітленні, однак треба уникати яскравого сонячного світла. Якщо порції компонентів суміші невідомі, то доцільно починати з додання до фарби основного кольору мінімальної кількості фарби іншого кольору й порівнювати кольори після сушіння, оскільки майже всі вони після висихання стають темнішими. Порівнювати між собою треба поверхні з однаковими оздобленням та розмірами. Наприклад, якщо поверхня підлягає поліруванню, то й заново нанесене покриття слід відполірувати, перш ніж порівнюватимуться кольори фарби.

## **1.2. Підготовка кузова до фарбування**

Вимоги до підготовки поверхонь деталей під фарбування. Найважливішою умовою високої якості фарбування є правильна підготовка поверхні кузовних деталей, кабін та кузовів, яка полягає в очищенні поверхонь, що фарбуються, від іржі, жирових забруднень, штампового мастильного матеріалу. Якщо поверхню підготовлено погано, то шар фарби не щільно прилягатиме до металу, його декоративні якості будуть знижені, а утворена лакофарбова плівка передчасно зруйнується й відшарується. Способи підготовки й очищення вибирають залежно від ступеня забрудненості поверхні кузова та кузовних деталей з урахуванням довговічності лакофарбового покриття за різних методів підготовки поверхні: без обробки (фарбування по тонкій окалині) – 0,5... 1,5 року; механізованим інструментом – 2...2,5; травленням – 6...8 років.

До найпоширеніших способів підготовки поверхонь належать механічний, хімічний та змішаний [7].

Механічний спосіб підготовки поверхні. В разі появи на поверхні кузова вогнищ корозії потрібно очистити її.

За ручного способу очищення крихку іржу й бруд знімають щітками зі щетини, капрону або сталевого дроту, а окалину (кольору мінливості) – шліфувальними машинами та шкурками.

Механізовану обробку здійснюють електричними або пневматичними машинами, які добирають залежно від умов обробки за спеціальними таблицями.

Хімічні способи підготовки поверхні застосовуються найчастіше. До них належать травлення, знежирювання, фосфатування, пасивування.

Травленням видаляють іржу в разових випадках появи її на кузовних деталях. Для цього використовують розчини, що містять фосфорну кислоту, наприклад суміш 1120, компонентами якої (%) є: фосфорна кислота – 30...35; гідрохінол – 1; бутиловий спирт – 5; етиловий спирт – 20; вода – 39...44. Суміш 1120 наносять пензлем, витримують 3...5 хв, після чого змивають водою зі шланга, а залишок кислоти нейтралізують слабким лужним розчином із мийних компонентів типу КМ–1 концентрацією не більш як 0,1%.

Для одночасного знежирювання й травлення поверхні також застосовуються розчини, що містять фосфорну кислоту. Компонентами такого розчину (г/л) є: фосфорна кислота – 100... 150; ОП–7 або ОП–10 – 1,5...2; піногасник – 0,1...0,15. Тривалість обробки зануренням у розчин становить 5... 10 хв (температура розчину – 60...70 °С), а струминної – 3...5 хв.

Знежирюванням із деталей кузова видаляють забруднення мінеральними маслами, консерваційними та штаповими мастильними матеріалами. Спосіб знежирювання вибирають залежно від виду та ступеня забруднення. Знежирювання суміщують із процесами підготовки деталей до складання зварювання кузовів та з підготовкою поверхні кузовів до нанесення лакофарбових покриттів.

У разі невеликої й середньої забрудненості поверхні для знежирювання використовують лужні розчини. Товстий шар мастильного матеріалу промивають органічними розчинниками. Із лугів застосовують їдкий натр, кальциновану соду, тринатрійфосфат, які добре змивають та емульгують жири й оливи, завдяки чому вони легко видаляються. Для утворення стійкіших емульсій у розчини лугів додають емульгатори: мило, рідке скло тощо.

Мийні властивості водних лужних розчинів можна підвищити введенням у них поверхнево-активних речовин (ПАР), здатних адсорбуватися на поверхні металу. Найчастіше використовують сульфонали натрію ОП-7 та ОП-10. Уміст ПАР має не перевищувати 10 %. Склад однієї з мийних композицій для знежирювання кузовів і кузовних деталей такий (%): карбонат натрію – 22,5; тринатрійфосфат – 18,9; триполіфосфат натрію – 50,6; сульфонал – 2,3; синтапол ДТ-7 – 5,7. Концентрація мийної композиції в робочому розчині становить 5... 10 млл.

Композиція КМ-1 випускається у вигляді сухого порошку, готового до застосування. Витрата її становить 2...5 г на 1 м<sup>2</sup> оброблюваної поверхні.

Мийні лужні розчини температурою 50...70 °С розбризкуються форсунками під тиском 100...200 кПа у спеціальних мийних камерах. Після цього протягом 1...2 хв деталі промиваються у воді або в пасивувальному розчині (розчині хромпіку чи нітриту натрію концентрацією 5 млл).

Для знежирювання використовують також органічні розчинники – лаковий гас (уайт-спірит), бензин, скипидар, дихлоретан та ін. Поверхні промивають ганчір'ям, змоченим розчином. Незважаючи на те, що такий спосіб не забезпечує достатнього знежирювання виробів, його все ж широко застосовують, особливо для очищення великих поверхонь. Задовільна якість забезпечується лише за умови частої зміни розчинника [8].

Фосфатування – це оброблення добре очищеної поверхні металу розчином фосфорнокислих солей, під час якого на поверхні утворюється тонка захисна плівка нерозчинних у воді фосфатів, що має кристалічну

пористу будову й забезпечує добру адгезію (прилипання) лаколако-фарбового покриття. Фосфатування використовують для здобуття покриття, що має (після поєднання з лакофарбовою або оливною плівкою) підвищену антикорозійну стійкість. Фосфатний шар є покриттям та ґрунтом під лакофарбове покриття. В разі пошкодження фосфатно-лако-фарбового шару корозія відбувається лише на ділянці пошкодження й не поширюється під покриттям. Найчастіше фосфатують кузови в зборі, рідше – кузовні деталі.

Фосфатування буває нормальне та прискорене. Прискорене фосфатування (бондеризація) й поліпшення фосфатної плівки досягаються введенням у розчин фосфатів марганцю та заліза, а також різних добавок – оксидів міді, солей нікелю, мідних солей, азотнокислого натрію, марганцю, цинку та ін. Прискорене фосфатування відбувається за 2...5 хв.

Антикорозійна стійкість покриттів, добутих прискореним фосфатуванням, нижча, ніж утворених нормальним фосфатуванням. Присутність міді знижує суцільність шару й активізує корозію основного металу в агресивному середовищі. Тому для підвищення захисної здатності такого покриття рекомендується після фосфатування обробляти вироби розчином хромпіку концентрацією 1...3 г/л (пасивація) [16].

Внаслідок прискореного фосфатування на поверхні металу утворюється плівка завтовшки не більш як 3 мкм (поверхнева густина – 1...6 г/см<sup>2</sup>). Плівка більшої товщини під час механічних дій на виріб відшаровується.

Якість фосфатних плівок на виробах визначають візуально. Плівка має бути дрібнокристалічної будови, сірого кольору й рівномірно розподілятися по поверхні. До дефектів плівки належать просвіти, шлам та крупнокристалічна будова.

Найважливішими умовами доброї підготовки поверхонь є чистота розчинів у ваннах і потрібна їхня концентрація. Якщо знежирювальний розчин недостатньо чистий, то під час розпилення його під тиском різні сторонні включення забивають пори металу, і видалити їх промиваннями не вдається. Проступаючи крізь фосфатний шар, сторонні включення

порушують його та створюють напруження в емалевих плівках, що призводить до руйнування їх і виникнення вогнищ корозії.

Розчин також має бути чистим для забезпечення доброї роботи розпилювачів, більш швидкого проходження реакції та чистоти плівки. Тому розчини проціджують крізь полотняні або паперові фільтри.

Після фосфатування кузовів і кузовних деталей приблизно на 0,2 % обробленої поверхні виявляються пори, в яких метал перебуває в активному стані. Для підвищення захисних властивостей фосфатного покриття та забезпечення якості підготовки поверхні під фарбування після основного промивання виконують додаткове – пасивацію розчином хромпіку або хромового ангідриду температурою 40... 60°C. Пасивувальні розчини готують із застосуванням демінералізованої води й замінюють їх в агрегаті один-два рази на тиждень.

Фосфатна плівка легко адсорбує розчинні солі, які містяться в розчинах та промивальній воді, що є причиною утворення пузирів під лакофарбовим покриттям під час експлуатації кузовів в умовах підвищеної вологості; тому для промивання та приготування розчинів використовують знесолену воду.

Найкращий результат дає подвійне знежирювання: перше – у ванні зануренням, друге – струминним способом.

Режими операцій, з яких складається технологічний процес підготовки поверхонь кузовів і кузовних деталей під фарбування, наведено в табл. 1.1.

***Видаляння лакофарбових покриттів та очищення кузовів від продуктів корозії.*** Старе лакофарбове покриття видаляють механічним способом за допомогою дробо- або піскоструминних апаратів, ручним способом за допомогою механізованого інструменту чи хімічним обробленням спеціальними змивними та лужними розчинами.

У процесі дробоструминного очищення разом із лакофарбовим покриттям видаляються іржа й окалина. Як абразивний матеріал для дробоструминної обробки металевих поверхонь застосовується металевий дріб із розмірами зерен 0,2...0,3 мм. Для очищення панелей кузова

виготовлених із листової сталі завтовшки 0,8... 1 мм, від старого покриття та здобуття потрібної шорсткості оптимальний кут нахилу струменя дробу до оброблюваної поверхні має становити 45°, а тиск повітря – 0,2...0,3 МПа. Шорсткість обробленої поверхні має не перевищувати 20... 30 мкм, що забезпечує високу якість нанесеного захисного покриття.

Таблиця 1.1.

Операції та режими підготовки поверхні кузова й складальних одиниць під фарбування.

| Операція                                      | Температура розчину, °С | Тривалість оброблення, хв | Тиск струменя, кПа |
|-----------------------------------------------|-------------------------|---------------------------|--------------------|
| Подвійне знежирювання лужним розчином         | 50...70                 | 2...3                     | 100...200          |
| Промивання:<br>проточною холодною водою       | 20...40                 | 0.5...1                   | 100...200          |
| теплою водою                                  | 30...50                 | 0,5...1                   | 100...200          |
| Фосфатування                                  | 45...55                 | 1,5–2                     | 80...100           |
| Промивання проточною водою                    | 20...40                 | 0,5...1                   | 100...150          |
| Пасивування хромпіком або хромовим ангідридом | 40...60                 | 0,5...1                   | 100...200          |
| Промивання знесолею водою                     | 20...40                 | 0,05                      | 100...120          |
| Сушіння-обдування                             | 80...100                | 5                         | —                  |

Для дробоструминної обробки використовують пересувний дробоструминний апарат із ручним пістолетом. В апараті передбачено автоматичну регенерацію абразивного дробу та подавання його в дробоструминний пістолет.

Для видалення продуктів корозії ручним способом застосовують різні установки, з яких найцікавішою є голкофреза. Її виготовляють із прямих

відрізків високоміцного дроту з певною щільністю навивання. Такий інструмент може зрізувати шар іржі, окалини, металу завтовшки 0,01... 1 мм. Із ручного механізованого інструменту для очищення поверхні й видалення лакофарбових покриттів використовують також шліфувальні машини МШ-1, шліфувальні апарати ШР-2, ШР-6. Цей спосіб очищення застосовують, коли обсяг робіт невеликий, оскільки він не забезпечує потрібних якості та продуктивності.

Для видалення покриттів хімічним способом використовують різні змивні розчини (табл. 1.2). Їх наносять на поверхню розпиленням або пензлем. Через кілька годин покриття висихає, і його видаляють механічним способом, а потім поверхню промивають водою.

На авторемонтних заводах із великою програмою капітального ремонту кузовів для зняття лакофарбового покриття використовуються лужні розчини. Очищення проводять у ваннах із повним зануренням у них кузовів, кабін та інших деталей. Для скорочення тривалості травлення застосовують прискорювачі – глюконат натрію, етиленгліколь. Розчин, що складається з 20% їдкого натру, 0,5 % глюконату натрію та 8 % етиленгліколю, знімає покриття завтовшки 100... 150 мкм за 10... 15 хв. Температура розчину – 95...98 °С. Як прискорювач травлення можна використовувати сульфанол (0,5%). У цьому разі при збереженні зазначеної продуктивності концентрація лугу може бути знижена до 7... 10 %, а температура розчину – до 70...80 °С.

Видалення лакофарбового покриття проводять у механізованих агрегатах, які складаються з послідовно розташованих чотирьох відсіків: для зняття покриття зануренням, промивання гарячою водою, пасивування, обдування гарячим повітрям.

На заводах, що здійснюють ремонт вантажних автомобілів, для зняття старого лакофарбового покриття з кабін та крил готують розчин таких складів (%): 1) їдкий натр – 20, глюконат натрію – 0,5, етиленгліколь – 8,0, вода – 71,5; 2) їдкий натр – 7, сульфанол – 0,5, вода – 92,5.

## Характеристика змивних розчинів

| Тип розчину | Склад розчину                                                                                                                                      |                                           | Плівкоутворювачі лакофарбових покриттів, що видаляються                                               |
|-------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|             | Компоненти                                                                                                                                         | Вміст, %                                  |                                                                                                       |
| СД(СП)      | Діоксалан-1,3 Бензол<br>Етиловий спирт Ацетон                                                                                                      | 50 30 10<br>10                            | Оливні, фенольно-оливні, вінілові                                                                     |
| АФТ         | Діоксалан-1,3<br>Толуол<br>Ацетон<br>Колоксилін<br>Парафін                                                                                         | 47,5<br>28,0<br>19,0<br>5,0<br>0,5        | Нітроцелюлозні, оливні, вінілові, фенольно-оливні, полівінілбутирільні                                |
| СП-6        | Метиленхлорид Смола<br>ПСХ-6 Діоксалан-1,3<br>Ксилол<br>Оцтова кислота Парафін                                                                     | 70,36<br>11,24 9,21<br>5,62 2,25<br>1,12  | Оливні, алкідні, вінілхлоридні, поліакрилатні, меламінформальдегідні, епоксидні                       |
| СП-7        | Метиленхлорид<br>Етиловий спирт<br>Аміак (25%-ний розчин)<br>Метилцелюлоза<br>Діетиленгліколь<br>ОП-7<br>Жирні кислоти лляного<br>Масла<br>Парафін | 75,8 8,4<br>6,2 4,0 2,5<br>1,5<br>1,0 0,6 | Те саме, а також покриття, що складаються з ґрунтів В-КФ-093, ЗФ-083 та емалей МЛ-197, МЛ-12, МЛ-1110 |
| СПС-1       | Метиленхлорид<br>Тиксотропна паста<br>Етиловий спирт ОП-7, ОП-10<br>Парафін Рідке мило                                                             | 69,6 13,2<br>7,7 5,0 3,7<br>0,8           | Епоксидні, епоксидно-етиленові, поліуретанові, алкідні, оливні                                        |

**Дефектоскопія кузовів.** Після видалення старого лакофарбового покриття кузов піддають ретельному контролю для відбракування непридатних деталей, добору придатних, визначення виду та обсягу

ремонтних робіт. Від вибраного способу дефектоскопії та ретельності її виконання великою мірою залежить якість ремонту.

Для виявлення дефектів у корпусі кузова, а також для контролю заново виготовлених деталей, зварних швів застосовують методи неруйнівного контролю. Технічний стан кузова, як правило, визначають зовнішнім оглядом поверхонь деталей неозброєним оком або за допомогою найпростіших луп багаторазового збільшення. Цей метод дає змогу виявляти поверхневі тріщини, корозійні роз'їдання, деформації тощо. Вимірювання спеціальними пристроями, шаблонами дає змогу виявляти відхилення геометричних розмірів деталей від початкових (перекоси, прогини та ін.).

Проте зовнішнім оглядом можна виявити лише великі, помітні на око пошкодження. В деяких місцях несучих елементів кузова з'являються волосяні тріщини, які можуть бути виявлені спеціальними методами – капілярними (проникних рідин), що ґрунтуються на використанні молекулярних властивостей рідини. Найпоширенішими є крейдогасовий та люмінесцентні методи.

Гас, маючи добру змочуваність і малий поверхневий натяг, легко проникає в нещільності. Досліджуване місце змочують гасом, насухо протирають або просушують струменем повітря й покривають водним розчином крейди. Крейда вбирає гас, і на крейдяній поверхні з'являється жировий слід, який повторює геометрію виявленої тріщини.

Використовують також проникні й проявні розчини на основі барвників та емалей промислового виготовлення. Цим методом можна виявити тріщини завширшки від 0,005 мм та завглибшки до 0,4 мм.

Для правильного вибору методу та визначення обсягу ремонту кузова, виготовленого з тонколистової сталі, під час дефектоскопії слід визначати глибину корозійного руйнування. Для цього застосовують гамма-товщиноміри, в яких використовується гамма-випромінювання. Прилад дає змогу вимірювати листи завтовшки до 16 мм, при цьому тривалість процесу вимірювання не перевищує 30 с.

### 1.3. Нанесення лакофарбових покриттів

Технологічний процес фарбування складається з таких основних операцій: ґрунтування; шпаклювання; остаточне фарбування.

Ґрунтування полягає в нанесенні на очищену, знежирену, промиту та фосфатовану поверхню металу першого шару лаколако-фарбового матеріалу. Шар ґрунту є основою покриття; він забезпечує надійне зчеплення підготовленого до фарбування металу з наступним шаром фарби, має високі антикорозійні властивості, механічну міцність.

Застосовуються різні ґрунтовки: водорозчинні ВКЧ-0207, ВКФ-093 – для кузовів легкових автомобілів і кабін вантажних; епоксидна ЗП-0228 сірого кольору, що використовується як друга ґрунтовка для кузовів легкових автомобілів [2].

Шпаклювання полягає у вирівнюванні виявлених дрібних дефектів (рисок, ум'ятин тощо) заґрунтованих поверхонь кузова за допомогою шпаклівок для здобуття врешті рівної, гладенької та блискучої плівки. Шпаклівка являє собою густу, в'язку масу, що складається із суміші пігментів із наповнювачами, які замішано в плівкоутворювальній речовині. Інструментом для нанесення шпаклівки слугує шпатель (рис. 1.1).



Рисунок 1.1 – Шпателі: а – гумовий; б – дерев'яний (пластмасовий);  
в – металевий.

Для шпаклювання кузовів застосовують алкідно-стирольну шпаклівку МС-00-6, що висихає в природних умовах і утворює стійку плівку з доброю адгезією до ґрунту; ефіроцелюлозну НЦ-00-8, яка також висихає в природних

умовах; епоксидну ЗЛ-00-10, що наноситься в суміші зі спеціальним отверджувачем (надходить у комплекті зі шпаклівкою) за допомогою шпателя на заґрунтовані поверхні або безпосередньо на метал (вона висихає або на повітрі в природних умовах, або при підвищеній температурі); плівка має високу стійкість і добру адгезію до металу та ґрунту.

Оскільки шпаклівка знижує механічну міцність покриття, не рекомендується наносити її товстим шаром.

Для кращого вирівнювання лицьової поверхні, крім місцевих виправлень густою шпаклівкою, роблять ще суцільне покриття другою ґрунтовкою, яку наносять на поверхню суцільним тонким шаром пневматичним розпиленням або розпиленням в електричному полі. Додатковий шар ґрунтовки, що вирівнює поверхню, підсилює антикорозійну стійкість усієї плівки й особливо окремих ділянок, випадково оголених до металу. Як додаткову застосовують епоксидну ґрунтовку ЗП-0228, яку наносять на попередньо заґрунтовану поверхню, а потім піддають гарячому сушінню. Плівка цієї ґрунтовки має високі фізико-механічні властивості.

Гліфталеві ґрунтовки ГФ-018, ГФ-024 та ГФ-019 також наносять пневморозпиленням або розпиленням в електричному полі. Ці матеріали потребують гарячого сушіння. Кожний шар нанесеної ґрунтовки потрібно просушити в умовах, що відповідають технічним вимогам на застосований матеріал, а потім для згладжування поверхні піддати шліфуванню абразивними водостійкими шкурками (зернистістю № 4, 5). Використовуючи водостійкі шкурки, шліфування виконують, рясно змочуючи поверхню водою. Пофарбовану поверхню можна шліфувати вручну або за допомогою спеціальних шліфувальних машин.

Остаточне фарбування здійснюється по заґрунтованій, зашпакльованій та відшліфованій поверхні. Для фарбування автомобільних кузовів (кабін), автобусів та їхніх деталей застосовують меламіноалкідні синтетичні емалі МЛ-1110, МЛ-12 та МЛ-197, що забезпечують високі фізико-механічні властивості, якість покриття, надійні в експлуатації, а нанесення їх —

нетрудомістка операція. Синтетичні емалі в принципі можна наносити будь-якими способами, проте, щоб поверхня була блискучою, чистою й гладенькою, рекомендується використовувати пневматичне розпилення, а також розпилення в електричному полі.

До важливих факторів, які визначають якість та термін служби лакофарбового покриття на автомобілі, належить загальна товщина плівки. Тонке покриття нестійке до витирання, не забезпечує потрібного захисту від корозії, не дає потрібного блиску. Занадто товсте покриття стає крихким і втрачає стійкість до зміни температури. Визначено, що оптимальна загальна товщина покриття в разі застосування синтетичних емалей становить 80...120 мкм [1].

*Способи нанесення лакофарбових матеріалів.* В автомобільній промисловості використовуються такі способи фарбування кузовів: зануренням; струминним обливанням; електроосадженням (електрофорез); в електричному полі високої напруги; повітряним і безповітряним розпиленням; пензлями. Під час ремонту та технічного обслуговування кузовів застосовуються переважно чотири останніх способи.

Фарбування пензлями (рис. 1.2) використовують під час остаточного оздоблення, коли потрібно підправити або підфарбувати невеликий дефект на нелицьовій поверхні кузова, складальної одиниці чи деталі.



Рисунок 1.2 – Волосяні пензлі: а – флейц; б – художні.

Фарбування повітряним розпиленням – основний спосіб нанесення фарб під час ремонту кузовів – полягає в тому, що лакофарбовий матеріал стисненим повітрям за допомогою спеціальної апаратури інтенсивно

розпиляється на дрібнесенькі частинки й наноситься рівномірно тонким шаром на виріб, який фарбується. [10]

Переваги способу:

- ✓ можна утворювати покриття високої якості в будь-яких виробничих умовах, якщо є мережа стисненого повітря та витяжна вентиляція;
- ✓ фарбувальне обладнання – нескладне за конструкцією, просте й надійне в експлуатації;
- ✓ можна застосовувати будь-які лакофарбові матеріали (повільно та швидкосохнучі);
- ✓ можливе одночасне багатоколірне фарбування;
- ✓ тривалість фарбування менша, ніж при інших способах, оскільки за одиницю часу розпилюється набагато більша кількість фарби.

Недоліки способу:

- ✓ висока питома витрата лакофарбових матеріалів через втрати на туманоутворення (досягають 25...55 %);
- ✓ велика витрата розчинників;
- ✓ потрібні спеціальні фарбувальні камери з припливно-витяжною вентиляцією для видалення та очищення повітря, що викидається в атмосферу й забруднене туманом фарби;
- ✓ потрібні висококваліфіковані робітники-пульверизаторники, які досконально оволоділи і технологією, і застосуванням обладнання [1].

До комплекту апаратури для нанесення фарб повітряним розпиленням (рис. 1.3) входять: фарборозпилювач; фарбонагнітальний бак, що являє собою герметично закриту посудину з кришкою, на якій встановлено мішалку для перемішування фарби в посудині та редуктор для регулювання тиску повітря в межах 80... 100 кПа у системі подачі фарби і 300...600 кПа – у фарборозпилювачі; оливоводовіддільник, призначений для очищення повітря, що подається у фарбонагнітальний бак та фарборозпилювач, від води й оливи.

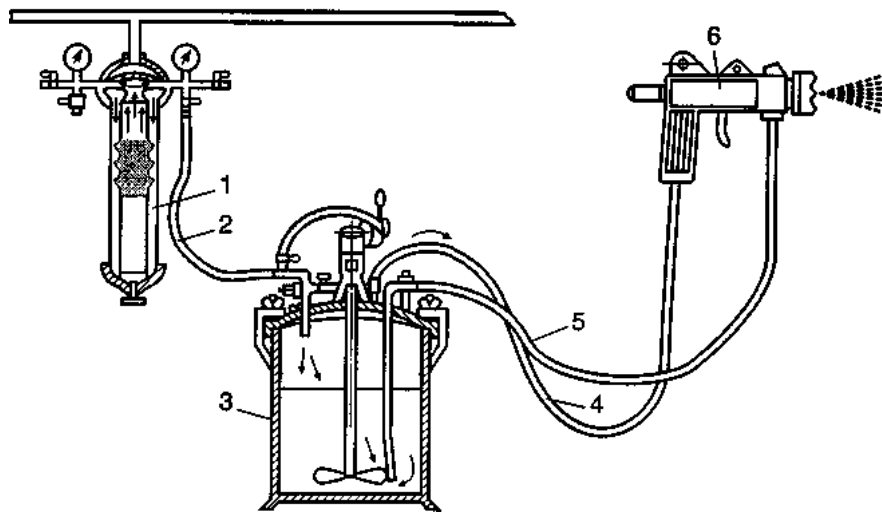


Рисунок 1.3 – Схема установки для нанесення фарб повітряним розпиленням:

- 1 – оливоводовіддільник; 2 – шланг подачі повітря в бак;  
 3 – фарбонагнітальний бак; 4 – шланг подачі повітря до пульверизатора;  
 5 – шланг подачі фарби до фарборозпилювача; 6 – фарборозпилювач.

Для фарборозпилювачів, як правило, використовують стиснене повітря із загальнозаводської мережі, в одиничних випадках фарбування – стиснене повітря з компресора.

Фарборозпилювачі (пульверизатори) є важливою частиною установки, від яких істотно залежить якість фарбування. Вони поділяються на дві групи:

1) з подаванням фарби від фарбонагнітального бачка (рис. 1.4, а) – характеризуються високою продуктивністю й застосовуються, коли обсяги робіт великі;

2) з подаванням фарби самопливом із прикріпленої зверху скляночки, наповненої фарбою (рис. 1.4, б), – використовуються, коли обсяги робіт невеликі, для усунення дефектів пофарбованої поверхні.

Дуже ефективним вважається спосіб фарбування розпиленням із застосуванням підігрітих емалей. У цьому разі до обладнання для розпилення фарб додають ще підігрівник фарби. Фарба від фарбонагнітального бачка проходить латунним змійовиком підігрівника фарби й нагрівається від

трансформаторного масла, підігрітого своєю чергою до температури 90... 100 °С. Температура фарби на виході з фарборозпилювача становить 50...60 °С.

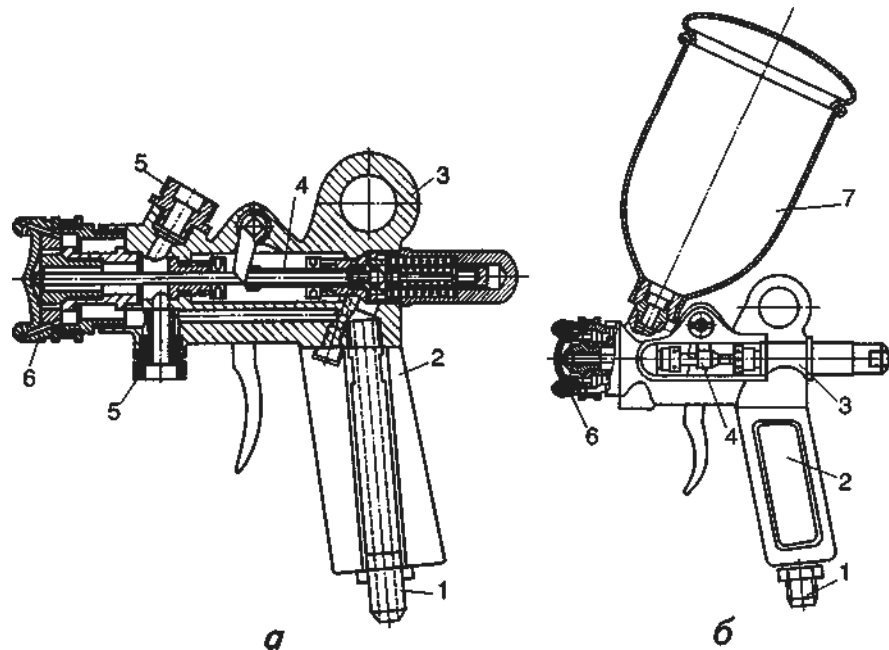


Рисунок 1.4 – Фарборозпилювачі: 1 – штуцер подачі стисненого повітря;  
2 – рукоятка; 3 – корпус; 4 – регулятор подачі фарби та повітря;  
5 – штуцери подачі фарби; 6 – форсунка; 7 – склянка з фарбою.

Використання підігрітої фарби має такі переваги над іншими способами:

- ✓ зменшується шагрень (дефект покриття, коли на поверхні утворюється шорсткість у вигляді апельсинової кірки) і створюється більш рівномірне покриття з хорошим блиском;
- ✓ збільшується товщина шару покриття і, отже, зменшується кількість покриттів, що наносяться, знижуються трудомісткість процесу й витрата лакофарбових матеріалів;
- ✓ можна використовувати для розпилення більш в'язкі матеріали й істотно знизити витрату розчинників на розведення фарб.

Фарбування безповітряним розпиленням відрізняється від описаного вище способу тим, що подрібнювання фарби відбувається без участі стисненого повітря під високим гідравлічним тиском. Фарба під тиском

2100...4200 кПа, створюваним насосом, крізь фільтр надходить до розпилювача й спрямовується на виріб. Для фарбування застосовують спеціальну установку, що складається з фарборозпилювача та гідравлічного насоса, який забезпечує подавання фарби під постійним високим тиском.

Переваги способу над іншими:

- ✓ знижуються втрати лакофарбових матеріалів на туманоутворення;
- ✓ зменшується витрата розчинників завдяки можливості використання більш в'язких лакофарбових матеріалів;
- ✓ потрібна менш потужна вентиляція;
- ✓ утворюються шари фарби більшої товщини, що дає змогу наносити меншу кількість шарів лаколако-фарбового покриття;
- ✓ поліпшуються санітарно-гігієнічні умови у фарбувальному цеху.

Недоліки:

- ✓ важко фарбувати вироби складної конфігурації;
- ✓ знижується якість фарбування виробів, коли, крім великого факела розпилення, потрібен також невеликий для фарбування вузьких місць;
- ✓ неможливо утворити покриття високого класу (першого або другого).

Фарбування в електричному полі високої напруги широко застосовується під час ремонту кузовів легкових автомобілів. Суть способу полягає в тому, що між виробом, який рухається по заземленому конвеєру, та фарборозпилювальним пристроєм, що перебуває під високою електричною напругою, створюється електричне поле високої напруги. Частинки фарби, дістаючи негативний заряд, притягуються до позитивно зарядженої деталі, яка рухається по конвеєру [4].

Для фарбування деталей таким способом використовують спеціальне обладнання.

До електромеханічних обертових розпилювачів підводиться лакофарбовий матеріал, що постійно циркулює в системі резервуар із

фарбою—насос—розпилювач-резервуар. Розпилювачі-електроди залежно від умов фарбування можуть бути виконані у вигляді чаші або грибка (рис. 1.5).

У разі фарбування з електромеханічним розпиленням фарба швидкообертовим електродом 2, що має високий негативний потенціал, подається в центр розпилювальної головки й під дією відцентрової сили рівномірно скидається з її кромek у вигляді дрібних крапель. Водночас розпилення фарби відбувається внаслідок дії електростатичних сил відштовхування, що виникають у краплях після здобуття ними однойменного негативного заряду від безпосереднього контакту з електродом. Гострі краї розпилювача правлять за коронуючий електрод. Частинки розпиленої фарби потрапляють у міжелектродний простір уже в зарядженому стані й електростатичними силами спрямовуються до деталі 1, що фарбується.

Чашкові розпилювачі дрібніше розпилюють фарбу, заряд її частинок збільшується, поліпшується якість покриття, чому сприяє також спрямованість факела розпилення.

Розпилювальні головки у вигляді грибка прості у виготовленні, зручні для очищення й забезпечують достатню продуктивність. Однак вони утворюють більш розсіяний факел фарби.

Джерела високої напруги забезпечують стійкий процес розпилення, заряджання та перенесення частинок лакофарбового матеріалу. Як джерело живлення застосовують високовольтний випрямний пристрій типу В-140-5 із селеновим випрямлячем типу ВУ-140-2 або пристрій ПВС-100/08, який створює потрібну для процесу високу напругу (оптимальну – 70... 100 кВ).

Іскрозапобіжний пристрій призначений для автоматичного вимикання високої напруги в разі виникнення аварійної ситуації.

Переваги способу над іншими:

- ✓ знижуються втрати фарби на 30...50 %;
- ✓ спрощується система вентиляції фарбувальних камер і знижується її вартість;

- ✓ істотно підвищується продуктивність праці завдяки автоматизації процесу;
- ✓ створюються найсприятливіші умови праці робітників.

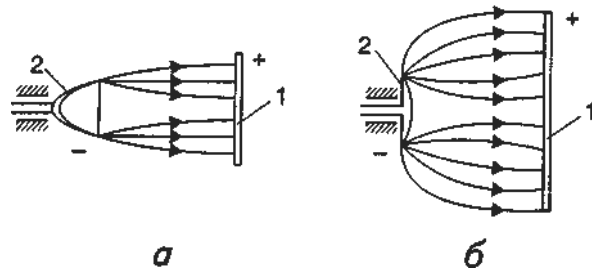


Рисунок 1.5 – Схеми фарбування в електричному полі високої напруги за допомогою розпилювачів-електродів: *а* – у вигляді чаші; *б* – у вигляді грибка;  
1 – деталь, що фарбується; 2 – електрод.

#### 1.4. Сушіння лакофарбових покриттів

Якість і довговічність лаколако-фарбового покриття і великою мірою залежать від правильності вибору режиму сушіння та його дотримання. За характером висихання й утворення плівки лакофарбові матеріали поділяють на такі, що утворюють оборотну (розчинну) й необоротну (нерозчинну) плівку.

Оборотна плівка утворюється внаслідок випаровування летких розчинників із рідкого шару фарби (фізичний процес). До матеріалів, які утворюють оборотну плівку, належать нітроцелюлозні лаки й емалі, спиртові лаки тощо. Вони утворюють тверду плівку на повітрі, оскільки розчинники, що входять до їхнього складу, випаровуються при нормальній температурі. Висушену оборотну плівку можна легко повернути в попередній рідкий стан, додавши розчинник (звідси й назва – оборотна плівка).

Деякі лакофарбові матеріали утворюють необоротну плівку з рідкого шару нанесеної фарби не тільки внаслідок випаровування розчинника, а й унаслідок складних хімічних процесів окиснення, конденсації та полімеризації плівкоутворювальних речовин. Процес плівкоутворення під час сушіння матеріалів цієї групи поділяють на дві фази: фізичний процес

видаляння летких розчинників і хімічний процес утворення плівки. До необоротних лакофарбових матеріалів належать оливні лаки й емалі, алкідні, меламіноалкідні та ін.

У разі сушіння в природних умовах (холодного) при температурі 18...23°C процеси утворення плівки, особливо в матеріалах, що утворюють необоротну плівку, відбуваються повільно й не завершуються, внаслідок чого плівка не має потрібних стійкості та міцності. Для інтенсифікації процесів сушіння потрібне нагрівання пофарбованих деталей або складальних одиниць, тобто штучне сушіння, яке порівняно з природним забезпечує закінчений процес плівкоутворення, кращі твердість, водо- й оливостійкість, паро- й газонепроникність, а також інші показники міцності й надійності покриття.

Застосування штучного (гарячого) сушіння дає змогу виконувати фарбувальні роботи в неперервному потоці й істотно скоротити тривалість усього процесу. Крім того, деякі матеріали, наприклад меламіноалкідні емалі, епоксидні шпаклівки, тверднуть і утворюють добрі покриття тільки в разі штучного сушіння. Сушіння пофарбованого виробу відбувається тим швидше, чим вища температура навколишнього повітря, чим менше це повітря насичене парами розчинників і чим швидше воно рухається вздовж пофарбованої поверхні. Всі ці умови мають забезпечуватися під час штучного сушіння.

Залежно від способу передачі теплоти лакофарбовому покриттю розрізняють конвекційний, терморадіаційний та терморадіаційно-конвекційний способи гарячого сушіння.

За конвекційного способу сушіння (рис. 1.6, а) виріб із нанесеним лакофарбовим покриттям нагрівають гарячим повітрям у сушильних камерах. Найпоширенішими є парові сушильні камери. За такого способу виріб нагрівається повільно, оскільки передача теплоти до нього відбувається від близько розташованих до його поверхні шарів повітря, що має невелику теплопровідність.

Для збільшення швидкості нагрівання застосовують примусову циркуляцію повітря: від поверхні виробу відводять охолоджене повітря, а підводять гаряче. Час висихання шару синтетичної емалі в конвекційній сушильній установці при температурі повітря 100... 130 °С становить 30...60 хв. Більша частина теплової енергії витрачається на нагрівання великого об'єму повітря, найменша – на нагрівання лаколако-фарбового покриття.

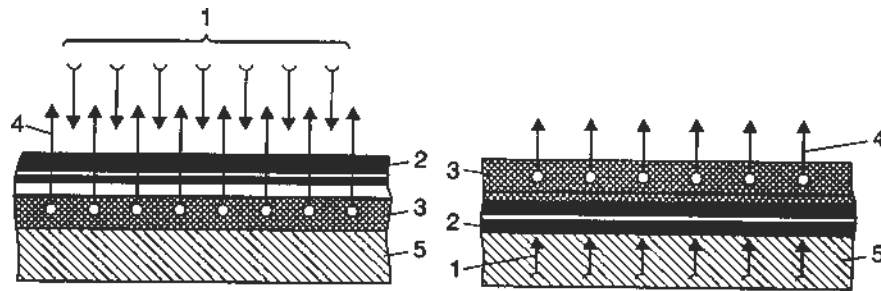


Рисунок 1.6 – Схеми конвекційного (а) та терморадіаційного (б) сушіння:

- 1 – підведення теплоти; 2 – тверда плівка; 3 – шар фарби;  
4 – відведення парів розчинника; 5 – виріб.

Крім того, нагріваються насамперед зовнішні шари покриття. Висихаючи, вони утворюють тверду плівку, що перешкоджає нагріванню шарів покриття, які лежать нижче, прониканню кисню повітря вглиб покриття й вільному виходу парів розчинників, які під час звітрювання розпушують висохлі зовнішні шари та погіршують якість покриття.

Терморадіаційний спосіб сушіння (рис. 1.6, б) ґрунтується на принципі передачі й поглинання інфрачервоного випромінювання плівкою та пофарбованим виробом. Терморадіаційне нагрівання має переваги порівняно з іншими способами. Інфрачервоні теплові промені в початковій стадії сушіння, маючи властивість проникання, проходять крізь плівку фарби, поглинаються металевою поверхнею й швидко її нагрівають. Процес висихання іде знизу від металевої поверхні вгору. Нагріті пари розчинників без перешкод проходять крізь верхні шари фарби, які ще не встигли затверднути. При цьому тривалість сушіння порівняно з конвекційним скорочується в кілька разів. Джерелами інфрачервоного випромінювання в

терморадіаційних сушильних установках слугують лампові та «темні» випромінювачі.

Як лампові випромінювачі (генератори) використовуються спеціальні дзеркальні лампи розжарювання (дзеркальні сушильні) потужністю 250 і 500 Вт. Вони випромінюють на 15...25 % більше теплової енергії, ніж звичайні електролампи. Застосування сушіння за допомогою лампових випромінювачів обмежується через такі недоліки:

- ✓ мала інтенсивність сушіння та підвищена витрата електроенергії;
- ✓ крихкість ламп і невеликий термін їхньої служби;
- ✓ нерівномірність нагрівання виробу, що призводить до місцевих перегрівань плівки.

У «темному» випромінювачі (термовипромінювачі) ніхромовий дріт уміщено в металеву трубку й ізольовано від неї та навколишнього повітря щільно спресованим шаром жаростійкого теплопровідного електроізоляційного матеріалу. Ці випромінювачі широко застосовуються завдяки таким перевагам над іншими:

- ✓ скорочується тривалість сушіння (в 4...10 разів порівняно з конвекційними сушильними установками й у 3...4 рази – порівняно з ламповими);
- ✓ відсутня теплова інерція розігрівання;
- ✓ скорочується питома витрата енергії;
- ✓ спрощуються конструкції сушильних камер та їх обслуговування;
- ✓ зменшуються виробничі площі, відведені під сушильні пристрої;
- ✓ збільшується термін служби спіралі в елементі завдяки її ізоляції;
- ✓ безпечна експлуатація елемента, оскільки струмопровідні частини захищено;
- ✓ як джерело теплоти, крім електроенергії, можна використовувати газ.

Однак досить істотні недоліки терморадіаційного способу сушіння обмежують сферу його застосування:

- ✓ під час сушіння пофарбованих деталей складної конфігурації відстань окремих ділянок пофарбованої поверхні від тепловипромінювача різна, внаслідок чого ділянки, віддалені від нього, можуть не досихати, а близько розташовані – пересихати;
- ✓ не можна сушити світлі емалі – білі пігменти, що входять до їхнього складу, пожовтіють.

У разі терморадіаційно-конвекційного сушіння вироби нагрівають комбінованим способом. Це дає змогу здійснювати гаряче сушіння як зовнішніх поверхонь, так і ділянок, що не піддаються інфрачервоному випромінюванню. Цей спосіб застосовується для сушіння в одній камері виробів різних конфігурацій та розмірів.

## **РОЗДІЛ 2. МЕТОДИКА ТА РЕЗУЛЬТАТИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ**

### **2.1 Мета і завдання експериментальних досліджень.**

Виходячи з поставлених завдань дослідження і теоретичних передумов метою експериментальних досліджень було експериментально підтвердити вплив вибору системи лакофарбових покриттів, модифікації лакофарбових матеріалів і зміни параметрів технології фарбування на зносостійкість лакофарбового покриття. При цьому необхідно вирішити такі завдання експериментальних досліджень:

- провести аналіз найбільш поширених систем лакофарбових покриттів, які застосовуються при фарбуванні сільськогосподарської техніки в умовах ремонтних підприємств і на заводах-виробниках;
- визначити систему лакофарбових покриттів, застосування якої дозволить створити лакофарбове покриття з найменшим коефіцієнтом тертя ковзання, найбільшою адгезійною міцністю і стійкістю до стирання;
- дослідити зміну твердості лакофарбового покриття в залежності від додавання пластифікатора до складу емалі;
- вивчити вплив твердості лакофарбового покриття на інтенсивність його зношування;
- дослідити зміну шорсткості лакофарбового покриття в залежності від додавання розчинника до складу емалі;
- встановити вплив шорсткості та товщини зовнішнього шару лакофарбового покриття на інтенсивність його зношування;
- встановити залежності між обраними параметрами лакофарбового покриття (твердість, шорсткість, товщина зовнішнього шару) і його інтенсивністю зношування.

### **2.2 Вибір лакофарбових покриттів та розрахунок їх кількості.**

Найбільш поширеними лакофарбовими матеріалами, які застосовують для фарбування автотранспортної техніки заводами – виробниками та при їх

ремонті є: акриловий ґрунт АК-070, епоксидний ґрунт ЕП-057, пентафталева ПФ-115 і алкідна МЛ-152 емалі [11]. Виходячи з вищезазначеного було прийнято рішення вибрати для проведення експериментальних досліджень 6 систем лакофарбових покриттів:

- акриловий ґрунт АК-070 + пентафталева емаль ПФ-115;
- акриловий ґрунт АК-070 + алкідна емаль МЛ -152;
- акриловий ґрунт АК-070 + акрилова емаль АК-1301;
- епоксидний ґрунт ЕП-057 + пентафталева емаль ПФ-115;
- епоксидний ґрунт ЕП-057 + алкідна емаль МЛ-152;
- епоксидний ґрунт ЕП-057 + акрилова емаль АК-1301.

Одним з важливих етапів перед проведенням фарбування є визначення необхідної кількості лакофарбових матеріалів. Кількість необхідного лакофарбового матеріалу, в першу чергу, залежить від площі поверхні, що фарбується, а також від товщини покриття [3]. Товщина лакофарбового покриття в залежності від стану плівки (мокра або суха) буде різною і визначається кількістю сухого залишку лакофарбових матеріалів (відношення обсягу нелетких компонентів до повного об'єму рідкої фарби). У зв'язку з цим товщина сухої плівки:

$$h_c = \frac{h_m O_c}{100},$$

де  $h_m$  - товщина мокрої плівки, мкм;

$O_c$  - сухий залишок лакофарбового матеріалу, %.

Товщина мокрої плівки

$$h_m = \frac{100 h_c}{O_c}.$$

У разі додавання розчинника товщина мокрої плівки  $h_m$  :

$$h_m = \frac{h_c (100 + P)}{O_c},$$

де  $P$  - відносна кількість розчинника, який додається в лакофарбовий матеріал, %.

При додаванні розчинника до складу фарби формується нове відсоткове співвідношення сухого залишку лакофарбових матеріалів:

$$O_{c1} = \frac{O_c}{V_{\phi 1}},$$

де  $V_{\phi 1}$  - новий об'єм фарби (з урахуванням додавання розчинника), л.

Тоді необхідний обсяг фарби можна розрахувати за формулою:

$$V_{\phi} = \frac{Sh_c}{10O_c K_{\phi}},$$

де  $S$  - площа фарбування,  $m^2$ ;

$K_{\phi}$  - коефіцієнт використання лакофарбових матеріалів, що враховує втрати при нанесенні лакофарбового матеріалу.

Коефіцієнт використання:

$$K_{\phi} = \frac{U_{\pi}}{U_t},$$

де  $U_{\pi}$  - практичне питоме покриття лакофарбових матеріалів,  $m^2/l$ ;

$U_t$  - теоретичне питоме покриття лакофарбових матеріалів,  $m^2/l$ .

Теоретичне питоме покриття

$$U = \frac{10O_c}{h_c}.$$

Практичне питоме покриття:

$$U_{\pi} = \frac{10O_c}{h_c + h_{ш} + h_{\phi} + h_y + h_n},$$

де  $h_{ш}$  - втрати товщини сухої плівки від шорсткості поверхні,  $мкм$ ;

$h_{\phi}$  - втрати товщини сухої плівки від способу фарбування,  $мкм$ ;

$h_y$  - втрати товщини сухої плівки від умов фарбування,  $мкм$ ;

$h_n$  - неминучі втрати,  $мкм$ . Втрати від шорсткості мають місце тільки при нанесенні першого шару лакофарбового матеріалу, в цьому випадку враховується якість поверхні, на яку наноситься матеріал.

У табл. 2.1 представлені втрати товщини сухої плівки в залежності від шорсткості і якості підготовки поверхні.

Таблиця 2.1

**Втрати товщини сухої плівки в залежності від її шорсткості і якості підготовки поверхні**

| Поверхня                                    | Шорсткість Ra,<br>мкм | Втрати товщини<br>сухої плівки |
|---------------------------------------------|-----------------------|--------------------------------|
| Сталева поверхня, очищена дрібним абразивом | 0-50                  | 10                             |
| Очищення дрібним абразивом                  | 50-100                | 35                             |
| Очищення грубим абразивом                   | 100-150               | 60                             |
| Поверхня, піддана корозії                   | 150-300               | 125                            |

Крім того, при фарбуванні втрати матеріалу залежать від способу нанесення. В цьому випадку необхідно враховувати складність конструкції. Для простих конструкцій з великою часткою плоских рівних поверхонь втрати будуть мінімальними, для складних втрати будуть значно більшими. Так, при фарбуванні ґратчастих конструкцій прогнозувати втрати лакофарбового матеріалу практично неможливо.

Втрати лакофарбового матеріалу в залежності від умов фарбування становлять:

- фарбування в закритих вентильованих приміщеннях – 5 %;
- фарбування на відкритому повітрі при відсутності вітру - 5-10 %;
- фарбування на відкритому повітря при наявності вітру - понад 20 %.

До неминучих відносяться також втрати, пов'язані з розливанням лакофарбового матеріалу, невикористаними залишками і ін.:

- для однокомпонентних ЛФМ - не більше 5 %;
- для двокомпонентних ЛФМ - 5-10 %.

Представлена методика дозволяє розрахувати необхідну кількість лакофарбового матеріалу при фарбуванні [17] з урахуванням площі і заданої

товщини одержуваного покриття. Використовуючи її і знаючи питому вагу лакофарбового матеріалу (технічна документація до ЛФМ), можливо розрахувати масу лакофарбового покриття на поверхні після сушіння.

### 2.3 Визначення адгезійної міцності лакофарбових покриттів

Визначення адгезійної міцності лакофарбових покриттів проводилося з використанням адгезіметра Константа АЦ (рис. 2.1)



Рисунок 2.1 – Пристрій для визначення адгезійної міцності лакофарбового покриття. 1 - поворотна ручка; 2 - вимірювальна шкала; 3 - пружина; 4 - захват; 5 - випробувальний циліндр; 6 – випробовуване покриття.

При проведенні експериментів з визначення адгезійної міцності лакофарбових покриттів були випробувані 6 систем лакофарбових покриттів:

- акриловий ґрунт АК070) + пентафталева емаль ПФ-115);
- акриловий ґрунт АК070 + алкідна емаль МЛ-152;
- акриловий ґрунт АК-070 + акрилова емаль АК-1301;
- епоксидний ґрунт ЕП-057 + пентафталева емаль ПФ-115;
- епоксидний ґрунт ЕП-057 + алкідна емаль МЛ- 152;
- епоксидний ґрунт ЕП-057 + акрилова емаль АК-1301.

Для проведення експериментів із листової сталі 08кп товщиною 1 мм вирізали випробувальні пластини розміром 180x180 мм.

Підготовка випробувальної поверхні до фарбування виконувалася наступним чином. Спочатку поверхню обробляли абразивним кругом Р80 120, який встановлювали на ексцентрикову електричну шліфувальну машину Rupes ER155TES. Потім хімічним методом із застосуванням знежирювача БР-2 і спеціальної знежирювальної серветки. Розрахунок необхідної кількості лакофарбових матеріалів з урахуванням площі фарбування і товщини створюваного покриття проводився відповідно до прийнятої методики (див. розділ 2.2).

Приготування ґрунту здійснювалося відповідно до технічної документації по застосуванню лакофарбових матеріалів. Наносили ґрунт пневматичним фарбувальним пістолетом Sata jet 4000 B RP 1,8 мм. Після висихання первинного шару лакофарбового покриття випробувальну поверхню фарбували емаллю. Приготування емалі здійснювалося відповідно до технічної документації по застосуванню лакофарбового матеріалу. Емаль, так само як і ґрунт наносили за допомогою фарбувального пістолета Sata jet 4000 B HVLP 1,3 мм.

Проведення випробувань проводилося в такій послідовності. Випробувальні циліндри 5 приклеювали до випробувального покриття 6 (рис. 2.2). Пристрій через захват 4 з'єднували з випробувальним циліндром 5. Потім за допомогою поворотної ручки 1 стискали пружину 3, створюючи зусилля відриву між випробувальним циліндром 5 і випробовуваним покриттям 6. У момент відриву випробувального циліндра 5 від випробовуваного покриття 6 фіксували покази виміральної шкали 2.



Рисунок 2.2 – Підготовка пластин до проведення випробувань з визначення адгезійної міцності лакофарбових покриттів

При проведенні випробувань робили по 6 паралельних вимірювань. За дійсне значення адгезійної міцності лакофарбового покриття брали середньоарифметичне значення. Таким чином були випробувані всі 6 систем лакофарбових покриттів.

Адгезійна міцність є важливою властивістю лакофарбового покриття, від якого залежить його довговічність [16]. У зв'язку з цим були випробувані комбінації лакофарбових покриттів, які представлені в (табл. 2.2). Встановлено, що найбільш високою адгезійною міцністю, яка в 1,7 ... 2,8 рази перевищує інші системами мають системи лакофарбових покриттів акриловий ґрунт АК-070 + акрилова емаль АК-1301 та епоксидний ґрунт ЕП-057 + акрилова емаль АК-1301. Найменшу адгезійну міцність має система, яка включає акриловий ґрунт АК-070 в поєднанні з пентафталевою емалю ПФ-115.

Таким чином, застосування комбінації лакофарбових покриттів акриловий ґрунт АК-070 в поєднанні з акриловою емалю АК-1301 і епоксидний ґрунт ЕП-057 + акрилова емаль АК-1301 при фарбуванні

робочих поверхонь кузовів дозволить отримати найбільш довговічне покриття в порівнянні з іншими системами.

Таблиця 2.2

### Адгезійна міцність лакофарбових покриттів

| Комбінація лакофарбового покриття | Адгезійна міцність, МПа |
|-----------------------------------|-------------------------|
| Грунт АК - 070 + емаль АК -1301   | 0,23 - 0,28             |
| Грунт АК - 070 + емаль МЛ -152    | 0,15 - 0,17             |
| Грунт АК - 070 + емаль ПФ -115    | 0,09 - 0,1              |
| Грунт ЕП - 057 + емаль АК -1301   | 0,26 - 0,28             |
| Грунт ЕП - 057 + емаль МЛ -152    | 0,13 - 0,16             |
| Грунт ЕП - 057 + емаль ПФ -115    | 0,09 - 0,12             |

Визначення шорсткості лакофарбового покриття проводилося з використанням спеціального приладу профілограф – профілометр 252 (рис. 2.3).



Рисунок 2.3 Профілограф - профілометр.

1 - стіл; 2 - лічильний блок; 3 - алмазна голка; 4 - блок живлення; 5 - кнопка «Пуск»

Визначення шорсткості лакофарбового покриття здійснювали так. На стіл 1 установки профілограф - профілометр встановлювали випробувальну пластину. На лічильно-вирішальному блоці 2 натискали кнопку «Ra». До випробувальної пластини підводили алмазну голку 3 і на блоці живлення 4 натискали кнопку «Пуск» 5. Після зупинки датчика знімали показання Ra на цифровому табло лічильно-вирішального блоку 2. Для отримання більш точного значення шорсткості лакофарбового покриття 66 випробування проводили на трьох різних ділянках лакофарбового покриття кожної пластини [9].

#### **2.4 Визначення твердості лакофарбового покриття**

Твердість лакофарбового покриття визначалася за допомогою спеціального пристрою Константа ТК (рис. 2.4). Для проведення випробувань використовувалися олівці типу КОНІ-NOOR, фірми Hardtmuth AG, що мали таку твердість: 9B; 8B; 7B; 6B; 5B; 4B; 3B; 2B; B; HB; F; H; 2H; 3H; 4H; 5H; 6H; 7H; 8H і 9H.

Досліди проводились в наступному порядку. Перед кожним випробуванням лакофарбового покриття проводилася підготовка олівців. Випробувальну пластину поміщали на рівну горизонтальну поверхню. У спеціальний отвір пристрою для визначення твердості лакофарбових покриттів вставляли олівець і фіксували за допомогою затискача таким чином, щоб пристрій був розташований горизонтально на випробувальній пластині, а кінчик грифеля упирався в поверхню лакофарбового покриття.

Випробувальну пластину переміщали в горизонтальному напрямку на відстань не менше 7 мм. Після чого проводили огляд лакофарбового покриття для виявлення впливу, що чинить олівець. Якщо пошкодження не виявляли, випробування повторювали на нових ділянках випробувальної пластини з використанням олівців більшої твердості, до тих пір, поки не виявляли пошкодження розміром не менше 3 мм. Після виявлення

пошкодження випробування повторювали з олівцями меншої твердості, поки не переставав залишатися слід пошкодження.

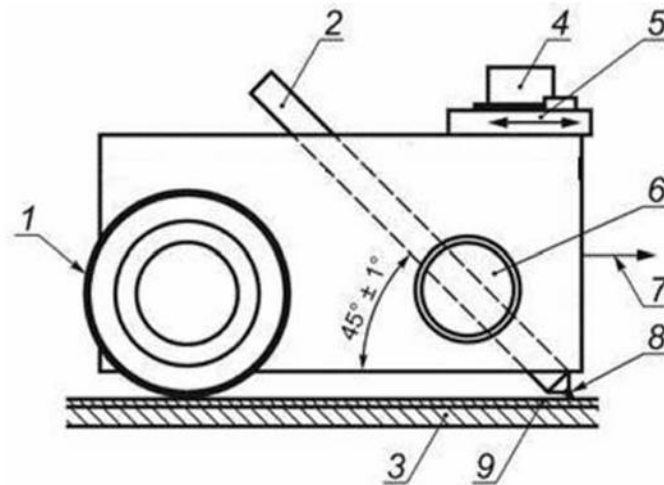


Рисунок 2.4 – Пристрій для визначення твердості лакофарбового покриття

олівцем. 1 - гумове кільце; 2 - олівець; 3 – випробовувана поверхня;

4 - рівень; 5 - рухливий вантаж; 6 – затискач; 7 - напрямок руху пристрою;

8 - грифель олівця; 9 - лакофарбове покриття.

За твердість покриття по олівця приймалася твердість самого твердого олівця, який не залишив пошкоджень на поверхні випробуваного лакофарбового покриття.

## 2.5. Інтенсивність зношування лакофарбового покриття в залежності від товщини його зовнішнього шару

Подальше збільшення товщини емалі від 80 до 200 мкм призводить до зменшення інтенсивності зношування від 136 до 128 мкг/см. Згідно технічної документації номінальна товщина зовнішнього шару лакофарбового покриття (емалі АК-1301) повинна становити 40 мкм, а максимальна товщина не повинна перевищувати 80 мкм. Перевищення максимальної товщини призводить до зниження довговічності емалі в процесі старіння. Особливо це стосується покриттів, експлуатація яких здійснюється при негативних температурах [14].

В зв'язку з цим подальші дослідження інтенсивності зношування емалі АК-1301 здійснювали при зміні товщини її шару від 40 до 80 мкм. На рис. 2.5 представлені результати експериментальних досліджень інтенсивності зношування емалі АК-1301 і їх порівняння з теоретичними дослідженнями.

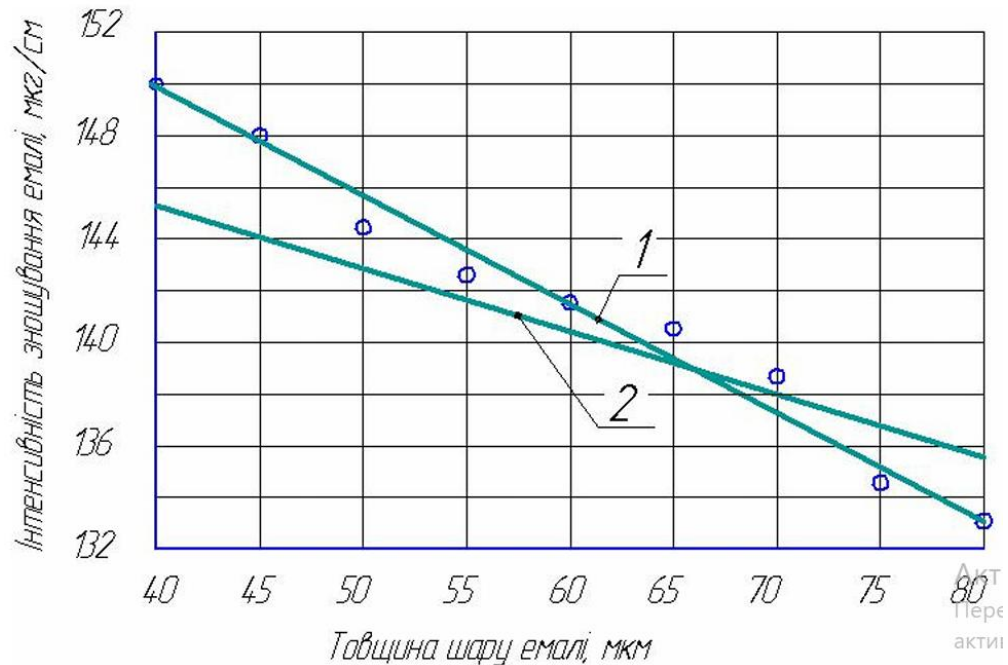


Рисунок 2.5 Теоретична (2) і експериментальна (1) залежності зміни інтенсивності зношування емалі від товщини її шару.

Як видно із рис. 2.5 різниця між експериментальними і теоретичними даними становить 5...8 %. Представлені результати досліджень підтверджують, що на інтенсивність зношування лакофарбового покриття впливають такі фактори, як твердість, шорсткість і товщина зовнішнього шару (емалі) лакофарбового покриття.

Технологічний процес ремонтного фарбування передбачає виконання наступних операцій [18]:

1. Визначається площа фарбування і розраховується необхідна кількість лакофарбових матеріалів
2. Приготування ґрунту здійснюють в такій послідовності. До ґрунту ЕП-057 додають затверджувач №3 і розчинник Р4 відповідно до пропорцій, що вказані у технічній документації і змішують суміш.

3. На всю попередньо підготовлену до фарбування площу наноситься перший шар ґрунту.

4. Другий шар ґрунту наноситься з перекриттям 5...7 см за межі першого шару.

5. Приготування емалі АК-1301. Згідно пропорціям, що вказані у технічній документації до емалі АК-1301 додають затверджувач №1301 і розчинник 1301. Суміш ретельно перемішують.

6. Перед нанесенням на поверхню емалі в неї додається пластифікатор на основі дибутилфталата в кількості 30...34 % від загального обсягу.

7. Перший шар емалі наноситься на всю заґрунтовану площу з перекриттям в 5-7 см.

8. Приготовляється порція розчинника, яка становить 60 % від залишку об'єму емалі.

9. У емаль перед нанесенням другого шару додається третя частина приготованого розчинника. Другий шар наноситься з перекриттям 5...7 см за межі першого.

10. У емаль перед нанесенням третього шару додається третина розчинника і наноситься третій шар з перекриттям 5...7 см за межі другого.

11. У емаль перед нанесенням четвертого шару додається решту розчинника і наноситься четвертий шар з перекриттям 5...7 см за межі третього.

## РОЗДІЛ 3. МЕТОДИЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ВИВЧЕННЯ ТЕМИ В ПРОФЕСІЙНО-ТЕХНІЧНИХ ЗАКЛАДАХ ОСВІТИ

### 3.1. Зміст і планування навчального матеріалу.

Найважливішим критерієм існування сучасного суспільства є освічені і кваліфіковані кадри. Підготовка працівників кваліфікованої праці в нашій країні здійснюється в установах професійної освіти. Сучасний працівник повинен знати техніку, технологію, соціально-економічні чинники і умови виробництва, упевнено володіти прийомами і видами кваліфікованої праці, активно брати участь в управлінні справами колективу, мати знання в області економіки, соціології, психології, праці, технічних і технологічних наук, екології, етики, естетики, уміти на високому рівні професіоналізму користуватися сучасними інформаційними технологіями і телекомунікаційними засобами зв'язку. Випускник повинен приходити на підприємство сформованим фахівцем, здатним швидко увійти до виробничого колективу, загального трудового ритму виробництва, володіти загальною і професійною культурою трудової діяльності, розвиненими особистими якостями, здібностями, цільовими установками, ціннісними орієнтаціями, поведінковими нормами, заповзятливістю і мобільністю, соціальною зрілістю.

Саме тому, ми бачимо доцільність у вивченні обраної теми випускником професійно-технічного навчального закладу за професією «Рихтувальник кузовів».

Так, згідно Стандарта професійної (професійно-технічної) освіти від «11» травня 2019 р. № 651 [13], для здобувача освіти за професією «Рихтувальник кузовів» 3-го розряду:

#### ***Кваліфікаційна характеристика***

**Завдання та обов'язки.** Рихтує для подальшого фарбування деталі облицювання і складові одиниці кузовів вантажних автомобілів за допомогою інструменту. Припасовує складові одиниці, двері вантажних автомобілів з доведенням зазорів та місць сполучення. Здійснює підготовку деталей і складових одиниць кузовів легкових автомобілів під лудіння.

Зачищає внутрішні і облужені припоєм місця кузова. Усуває перекося прорізів і кузова в цілому при відновленні його геометричних форм і параметрів. Ремонтує ушкоджені деталі кузова з заміною чи шляхом застосування ремонтних вставок з підготовлених деталей кузова чи листового металу з наданням йому форми відновлюваної деталі.

**здобувач даної професії повинен знати:**

- технологію і методи випрямлення під фарбування деталей блищювання і складових одиниць кузовів вантажних і легкових автомобілів;
- правила підготовки деталей і складових одиниць кузовів легкових автомобілів під лудіння;
- способи виправлення дефектів; принцип роботи інструменту для рихтування;
- причини виникнення внутрішніх напруг і деформацій в зварних деталях, заходи щодо їхнього запобігання та способи усунення;
- властивості металів, що проявляються при випрямленні.

**повинен уміти:**

- правити під покриття облицювальні деталі та вузли кузовів вантажних автомобілів та вузли кузовів легкових автомобілів за допомогою інструменту для правлення;
- виконувати підгонку вузлів, дверей вантажних автомобілів з доведенням зазорів та місць сполучення;
- готувати деталі та вузли кузовів легкових автомобілів під оплавлення;
- зачищати внутрішні та оплавлені припоєм місця кузовів;
- усувати перекося отворів і кузова в цілому при відновленні його геометричних форм і параметрів;
- ремонтувати пошкодження деталей кузова заміною або шляхом застосування ремонтних вставок з підготовлених деталей кузова або листового металу з наданням йому форми деталі, яку відновлює;

- працювати на персональному комп'ютері в обсязі, достатньому для виконання професійних обов'язків.

Поряд з роботами, що внесені до складу відповідного розділу кваліфікаційних характеристик професій, усі робітники повинні:

- раціонально та ефективно організовувати працю на робочому місці;
- додержуватись норм технологічного процесу;
- не допускати браку в роботі;
- знати і виконувати вимоги нормативних актів про охорону праці та навколишнього середовища, додержуватися норм, методів і прийомів безпечного ведення робіт;
- використовувати в разі необхідності засоби попередження і усунення природних і непередбачених негативних явищ (пожежі, аварії, повені тощо);
- знати інформаційні технології.

Пропонуємо Вашій увазі перелік навчальних модулів та професійних компетентностей за професією «Рихтувальник кузовів» 3-го розряду (див. табл. 3.1).

Таблиця 3.1

**Перелік навчальних модулів та професійних компетентностей  
(РК – рихтувальник кузовів 3, 4, 5-го розрядів)**

| <b>Навчальний модуль</b> | <b>Професійна компетентність</b> | <b>Найменування навчального модуля та компетентності</b>                                 |
|--------------------------|----------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>РК– 3.1</b>           |                                  | <b>Жерстяницькі роботи</b>                                                               |
|                          | РК-3.1.1                         | Основні види жерстяних робіт, обладнання, устаткування та інструмент жерстяника          |
| <b>РК– 3.2</b>           |                                  | <b>Технічне обслуговування та ремонт кузовів</b>                                         |
|                          | РК -3.2.1                        | Види і будова кузовів, прилади та пристрої для відновлення кузовів                       |
|                          | РК -3.2.2                        | Технічне обслуговування, ремонт кузовів та додаткового і спеціального обладнання кузовів |
| <b>РК– 4.1</b>           |                                  | <b>Ремонт кузова та його елементів</b>                                                   |
|                          | РК -4.1.1                        | Діагностування та дефектування                                                           |

|                 |                                                                   |                                                                                                       |
|-----------------|-------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                 | РК-4.1.2                                                          | Підготовка кузовів до ремонту та складання після ремонту кузовів різних типів                         |
|                 | РК-4.1.3                                                          | Ремонт бічних елементів, відновлення деталей кузова в тому числі із застосуванням новітніх технологій |
| <b>РК– 5.1</b>  | <b>Способи та методи ремонту кузовів різних типів автомобілів</b> |                                                                                                       |
|                 | РК -5.1.1                                                         | Технології та методи правки під покриття облицювальних вузлів кузовів                                 |
|                 | РК -5.1.2                                                         | Виправлення каркасів легкових автомобілів та автобусів                                                |
| <b>РК – 5.2</b> | <b>Способи зварювання й зварювальне обладнання</b>                |                                                                                                       |
|                 | РК-5.2.1                                                          | Технологія зварювальних робіт                                                                         |

Виконання лабораторно-практичної роботи «Контроль якості фарбування кузовів автомобілів.» ми пропонуємо включити в навчальну програму у Модулі РК – 3.2.2 «Технічне обслуговування, ремонт кузовів та додаткового і спеціального обладнання кузовів» з предмета «Технологія». (див. табл.3.1). Так, навчальною програмою з предмета «Технологія» передбачено таку кількість навчальних годин: (див. табл.3.2).

Таблиця 3.2

### Навчальна програма з предмету «Технологія»

| № з/п | Тема                                                                                                  | Кількість годин |                     |
|-------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|---------------------|
|       |                                                                                                       | всього          | з них на практ.роб. |
| 1.    | Основні види жерстяних робіт, обладнання, устаткування та інструмент жерстяника                       | 4               | 2                   |
| 2.    | Види і будова кузовів, прилади та пристрої для відновлення кузовів                                    | 2               | 2                   |
| 3.    | Технічне обслуговування, ремонт кузовів та додаткового і спеціального обладнання кузовів              | 2               |                     |
| 4.    | Діагностування та дефектування                                                                        | 2               | 2                   |
| 5     | Підготовка кузовів до ремонту та складання після ремонту кузовів різних типів                         | 4               |                     |
| 6.    | Ремонт бічних елементів, відновлення деталей кузова в тому числі із застосуванням новітніх технологій | 4               | 4                   |
| 7     | Технології та методи правки під покриття облицювальних вузлів кузовів                                 | 4               | 2                   |
| 8     | Виправлення каркасів легкових автомобілів та автобусів                                                | 4               | 2                   |
| 9.    | Технологія зварювальних робіт                                                                         | 6               | 4                   |
|       | Всього:                                                                                               | <b>32</b>       | <b>18</b>           |

**Перелік основних засобів навчання**  
**Кваліфікація: рихтувальник кузовів 3-го розряду**

| № з/п | Найменування                            | Кількість на 15 осіб             |                            |
|-------|-----------------------------------------|----------------------------------|----------------------------|
|       |                                         | Для індивідуального користування | Для групового користування |
| 1     | 2                                       | 3                                | 4                          |
|       | <b>I. Слюсарна майстерня</b>            |                                  |                            |
| 1     | Обладнання                              |                                  |                            |
|       | Свердлильні верстати                    |                                  | 3                          |
|       | Слюсарні верстаки                       | 1                                | 15                         |
|       | Заточувальні верстати                   |                                  | 1                          |
|       | Лещата для свердління                   |                                  | 4                          |
|       | Електричні (ручні) дрилі                |                                  | 5                          |
|       | Прес (гвинтовий або важільний)          |                                  | 1                          |
|       | Гільйотинні ножиці                      |                                  | 1                          |
|       | Плита розміточна                        |                                  | 2                          |
| 2     | Інструменти                             |                                  |                            |
|       | Молотки слюсарні                        | 2                                | 30                         |
|       | Зубила слюсарні                         | 1                                | 15                         |
|       | Рисувалки                               | 1                                | 15                         |
|       | Набір напилків                          | 1                                | 15                         |
|       | Набір надфілів                          |                                  | 5                          |
|       | Ножиці для різання металу               | 1                                | 15                         |
|       | Ножівки для різання металу              | 1                                | 15                         |
|       | Набір сверدل                            | 1                                | 15                         |
|       | Набір плашок                            | 1                                | 15                         |
|       | Набір мітчиків                          | 1                                | 15                         |
|       | Циркулі розмічальні                     | 1                                | 5                          |
|       | Лінійка слюсарна                        | 1                                | 15                         |
|       | Косинці                                 |                                  | 5                          |
|       | Штангенциркулі                          |                                  | 15                         |
|       | Штангенрейсмуси                         |                                  | 5                          |
|       | Набір клейм                             |                                  | 1                          |
| 3     | Пристрої та устаткування                |                                  |                            |
|       | Струбцини                               | 1                                | 15                         |
|       | Воротки                                 | 1                                | 15                         |
|       | Плашкотримачі                           | 1                                | 15                         |
|       | <b>II. Майстерня рихтування кузовів</b> |                                  |                            |
| 1     | Обладнання                              |                                  |                            |
|       | Машини ручні шліфувальні електричні     |                                  | 3                          |
|       | Спотер                                  |                                  | 1                          |
|       | Свердлильний верстат                    |                                  | 1                          |
|       | Заточувальний верстат                   |                                  | 1                          |
|       | Зварювальні апарати                     |                                  | 2                          |

|   |                                            |   |                    |
|---|--------------------------------------------|---|--------------------|
|   | Лещата для свердління                      |   | 1                  |
|   | Електричні дрилі                           |   | 3                  |
| 2 | Інструменти                                |   |                    |
|   | Набір ключів ріжкових                      | 1 | 15                 |
|   | Набір головок                              |   | 5                  |
|   | Набір шпателів                             | 1 | 15                 |
|   | Молотки слюсарні                           | 1 | 15                 |
|   | Гумові молотки                             |   | 5                  |
|   | Струбцини                                  |   | 10                 |
|   | Зубила слюсарні                            |   | 5                  |
|   | Рисувалки                                  |   | 5                  |
|   | Набір свердел                              |   | 5                  |
|   | Набір напилків                             |   | 5                  |
|   | Набір надфілів                             |   | 3                  |
|   | Ножівка для різання металу                 |   | 5                  |
|   | Ножиці для різання металу                  |   | 5                  |
|   | Штангенциркулі                             |   | 15                 |
|   | Лінійка слюсарна                           |   | 15                 |
| 3 | Пристрої та устаткування                   |   |                    |
|   | Набір рихтувальних важелів                 |   | 5                  |
|   | Набір рихтувальних підтримок               |   | 5                  |
|   | Гідравлічні розтяжки                       |   | 2                  |
|   | Гідравлічний розпирний косинець            |   | 1                  |
|   | Безрамковий пристрій                       |   | 1                  |
|   | Рихтувальні стенди                         |   | 2                  |
|   | Ремонтний підйомник з комплектом пристроїв |   | 1                  |
|   | Рихтувальний стенд( стапель або куб)       |   | 1                  |
| 4 | Деталі кузова                              |   | за<br>необхідністю |
| 5 | Автотранспортні засоби                     |   | за<br>необхідністю |

### 3.2. Форми і методи вивчення теми в ПТЗО

Пропонується включити до описаної у попередньому параграфі навчальної програми предмету «Технологія» виконання лабораторної роботи з проведення контролю якості фарбування кузовів автомобілів рихтувальником кузовів.

Виконання лабораторних робіт є одним із способів формування розумових дій і практичних навичок. Лабораторний метод має важливе значення при вивченні технічних дисциплін [12]. В процесі виконання лабораторних робіт учні отримують практичні навички використання

устаткування, знайомляться з методами вимірювання різних величин, розвивають самостійне мислення в ході вирішення експериментальних завдань, вчаться оформляти результати роботи, висновки.

Можна виділити три основні види проведення лабораторних робіт:

- фронтальні лабораторні роботи;
- лабораторний практикум;
- цикловий метод.

Фронтальний метод проведення робіт полягає в тому, що всі бригади учнів класу виконують однакові роботи на однаковому устаткуванні. Вчителів в цьому випадку зручно керувати роботою всім класом. Фронтальні роботи зазвичай проводяться по ходу вивчення матеріалу або відразу після завершення вивчення теми.

Лабораторний практикум об'єднує різні за тематикою роботи, послідовність виконання яких в загальному вигляді може бути будь-якою.

Можливий цикловий метод виконання лабораторних робіт, коли всі роботи розбиваються на декілька циклів по 2-3 роботи в кожному циклі. Цикли виконуються в певній послідовності, а усередині циклу можлива перестановка лабораторних робіт. Це і дозволяє в деякій мірі скоротити необхідне число робочих місць в лабораторії.

Попередня підготовка вчителя до проведення лабораторних робіт включає ряд етапів:

- визначення необхідних умінь, виходячи з тактичних цілей навчання дисципліни;
- аналіз наявного устаткування і визначення можливого переліку дослідів, що проводяться на ній;
- співвідношення мети і переліку можливих лабораторних робіт і вибір з їх числа необхідних для досягнення мети навчання;
- визначення тематики лабораторних робіт і їх змісту;
- вибір методу проведення лабораторних робіт (фронтальні дослідження, лабораторний практикум, цикловий метод);

- підготовка необхідного числа робочих місць, складання графіку проведення робіт учнями;

- проведення дослідів і складання зразкових звітів;

- складання інструкції з техніки безпеки, інструкції для проведення лабораторних робіт;

У зміст інструкції обов'язково включаються такі розділи:

- мета роботи;

- короткі теоретичні відомості;

- необхідне устаткування і прилади;

- питання для ввідного контролю і підготовки до проведення роботи;

- порядок виконання роботи у вигляді плану або програми і загальні рекомендації;

- зразок таблиці для заповнення отриманих даних;

- вказівки з виконання звіту;

- список рекомендованої літератури;

- контрольні питання.

Проведення роботи включає наступні етапи [15]:

*Вступне заняття.* Основне його завдання – проведення інструктажу з техніки безпеки і ознайомлення учнів з лабораторним устаткуванням, порядком проведення робіт в лабораторії.

*Перевірка підготовки учнів до роботи.* До кожної роботи учні повинні готуватися наперед. Для цього необхідно роздати інструкції з відповідними поясненнями до проведення лабораторної роботи. На початку заняття проводиться перевірка знань учнів теоретичного матеріалу, устаткування і лабораторної установки. Ввідні питання, як правило, складаються з двох частин, кожна з яких перевіряє перераховані знання і уміння. Для успішного вирішення завдання ввідного контролю (проведення контролю в стислі терміни і визначення

підготовленості кожного учня до роботи) можна використовувати цілий ряд прийомів:

- необхідно з'ясувати, які питання виникли у учнів при підготовці до роботи;
- слід вимагати наявності в конспектах замальованих схем, установок, устаткування, таблиць;
- опитування або співбесіду слід проводити з окремими групами учнів безпосередньо на робочих місцях, щоб зрозуміти, наскільки учні освоїли устаткування і установки;
- слід використовувати відомий раніше учбовий матеріал.

*Виконання роботи.* Роботу учні виконують самостійно. Вчитель лише перевіряє схеми, консультує, перевіряє отримані результати. Слід своєчасно помічати помилки при виконанні роботи або при записі отриманих даних. Серйозні помилки слід усувати всією групою.

*Оформлення звіту.* Цей етап є особливо важливим, він формує вміння представляти отримані дані і робити висновки. При цьому треба стежити за тим, щоб схеми виконувалися грамотно, з врахуванням відповідних ДСТУ.

Для ефективного проведення лабораторної роботи слід використовувати наступні прийоми активізації:

- ставити питання, що дозволяють з'ясувати розуміння суті роботи (знання схем, фізичних залежностей, очікуваних результатів);
- заздалегідь проводити досліди без запису даних, щоб добре вивчити сам процес, відмітити характер зміни величин, підібрати відповідні прилади;
- вимагати від учнів самостійної оцінки отриманих ними результатів, порівнювати їх з теоретичними положеннями, особливо за наявності помилок у вимірюваннях;
- задавати невеликі індивідуальні завдання при пасивній роботі окремих учнів;

- обов'язково вимагати побудови графіків і схем кожним учнем, що примусить і самостійно вникнути в суть роботи, і виявити можливі помилкові значення і виправити їх;

- виконувати попереднє розрахункове завдання перед вимірами, а потім зіставити його результати з експериментальними даними.

Успішне виконання діяльності можливе тільки у тому випадку, коли учні із самого початку виконують всі дії правильно. Для цього вчитель повинен постійно мати інформацію від учнів про їх діяльність, оцінювати правильність її виконання, характеристики цієї діяльності і співвідносити їх з тими характеристиками, якими повинна володіти дія на заданому етапі навчання.

Отже, у нашому випадку ми пропонуємо виконання лабораторної роботи з оцінки якості фарбування кузовів автомобілів.

### **3.3. Розробка інструкції до виконання лабораторно-практичної роботи з визначення якості фарбування кузовів автомобілів**

#### **Лабораторно-практична робота**

**Тема:** Контроль якості фарбування кузовів автомобілів.

**Мета:** сформувати знання учнів про способи контролю якості фарбування кузовів автомобілів та застосовувані пристрої; практично навчити визначати якість фарбування кузовів автомобілів.

**Обладнання та матеріали:** магнітний вимірювач товщини ІТП-1, мікрометр КІ 0-25, прилад для визначення міцності плівки при згинанні, таблиця з зображенням схеми фотоелектричного блискоміра.

#### **Послідовність виконання роботи**

1. Ознайомитись із теоретичними відомостями.
2. Вивчити призначення, будову та принцип дії запропонованих пристроїв.

3. Визначити якість лако-фарбових покриттів за такими основними показниками:

- кольором;
- чистотою;
- блиском;
- твердістю плівки;
- міцністю при згинанні й ударі;
- товщиною плівки;
- стійкістю до дії різних агентів (вода, олива, розчинники, солі, кислоти, луги тощо);
- адгезією та ін.

4. Оформити звіт та сформулювати висновок про виконання лабораторно-практичної роботи.

### **Теоретичні відомості**

Плівки лакофарбових покриттів випробовують на пластинках зі сталі, чорної полірованої та білої жерсті, а також скла.

Якість лакофарбових покриттів визначають за такими основними показниками: кольором; чистотою; блиском; твердістю плівки; міцністю при згинанні й ударі; товщиною плівки; її стійкістю до дії різних агентів (вода, олива, розчинники, солі, кислоти, луги тощо); адгезією та ін.

Колір плівки визначають, наносячи лакофарбовий матеріал на підкладку до повного покриття й порівнюючи її після просушування з еталонними нафарбуваннями картотеки колірних еталонів, кожний з яких має номер і відповідає кольору певного лаколако-фарбового матеріалу.

Колір визначають також за міжнародною колориметричною системою на фотоколориметрі.

Чистоту лаколако-фарбового покриття визначають візуально оглядом одного шару, нанесеного на підкладку наливанням.

Блиск лаколако-фарбового покриття оцінюють за допомогою фотоелектричного блискоміра ФБ-2 (рис. 3.1), порівнюючи з глянцем

спеціального скла, взятого за еталон. Метод полягає у вимірюванні фотоструму, що збуджується у фотоприймачі під дією пучка світла, який падає на поверхню покриття під кутом  $45^\circ$  і відбивається від неї під тим самим кутом. Блиск визначають за показами шкали гальванометра (мікроамперметра М-95), настроєного за еталоном. За результат беруть середнє арифметичне значення трьох показів на різних ділянках поверхні.

Твердість плівки визначають на підставі відношення часу загасання коливань маятника, встановленого на поверхні лакофарбової плівки та на пластинці з фотоскла. Перед початком роботи маятниковий прилад перевіряють за еталоном, що, як правило, додається до приладу, тобто визначають час загасання коливань маятника, який лежить на пластинці з фотоскла. Після цього аналогічно визначають час загасання коливань маятника на лакофарбовій плівці. Далі обчислюють твердість плівки в умовних одиницях. Вона має становити  $0,5 \dots 0,8$  твердості скла.

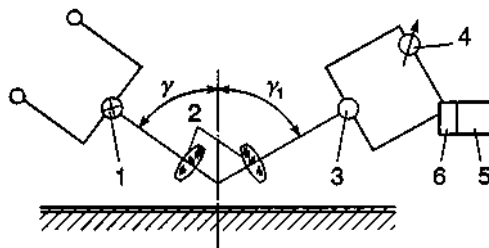


Рисунок 3.1. – Схема фотоелектричного блискоміра ФБ-2;

1 – освітлювач; 2 – оптичні системи; 3 – фотоприймач;  
4 – вимірювальний прилад; 5 – підсилювач; 6 – пристрій для настроювання.

Міцність плівки при згинанні визначають за допомогою шкали гнучкості, що являє собою набір елементів різного діаметра (20, 15, 10, 5, 3 та 1 мм), закріплених на станині (рис. 3.2). Пофарбовану пластинку з жерсті завтовшки  $0,2 \dots 0,3$  мм вигинають плівкою вгору, починаючи від більшого діаметра стержня, на  $180^\circ$  доти, доки на плівці не з'являться механічні руйнування, розтріскування або відшарування. Міцність визначають за мінімальним діаметром стержня, на якому лакофарбове покриття залишилося

непошкодженим. Міцні плівки витримують згинання навколо стержня діаметром 1 мм без руйнування.

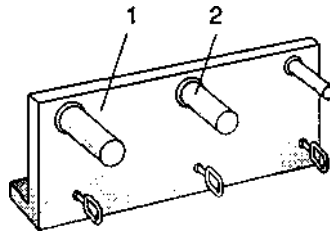


Рисунок 3.2. – Прилад для визначення міцності плівки при згинанні:

1 – станина; 2 – набір із шести стержнів для згинання на  $180^\circ$  пластинок із нанесеною плівкою.

Міцність плівки при ударі характеризується максимальною висотою (в сантиметрах), з якої вантаж масою 1 кг падає на лакофарбову плівку, не спричиняючи її механічного руйнування. Прилад У-1А (рис. 3.3), що застосовується для визначення міцності при ударі, являє собою закріплений на основі градуйований сталевий порожнистий циліндр із прорізом. Розташований усередині циліндра ударний пристрій масою 1 кг має в центрі бойок 10 діаметром 8 мм. Глибина заходження бойка у вантаж 9 дорівнює 2 мм. Якщо, наприклад, після падіння маси 1 кг із висоти 50 см плівка не зруйнується (немає розтріскування, відшарування, зминання), то її міцність при ударі становитиме 0,5 кН/см. Поверхню оглядають у лупу з чотирикратним збільшенням.

Товщину плівки можна виміряти кількома приладами: мікрометром КИ 0–25, магнітними вимірювачами товщини ИТП–1, приладами типу 636 (100...1000 мкм) і 637 (1...100 мкм). Приладом ИТП–1 (рис. 3.4) вимірюють товщину плівки без порушення її цілості. Його можна застосовувати для вимірювання товщини покриття немагнітних матеріалів (мідних), хромованих та ін.

Дія приладу в будь-яких умовах ґрунтується на вимірюванні сили притягання магніту до феромагнітної підкладки залежно від товщини немагнітної плівки. Під час роботи приладу знімають ковпачок 1 і в разі потреби з кульової поверхні магніту видаляють металевий пил, що випадково потрапив, та інші забруднення. Встановивши прилад вертикально на вимірювану поверхню й обертаючи муфту 2, піднімають шкалу 3 до клацання (відривання магніту).

За показами шкали на номограмі, яка додається до приладу, визначають товщину покриття. Правильність роботи приладу контролюють за еталонами товщин або металевою підкладкою.

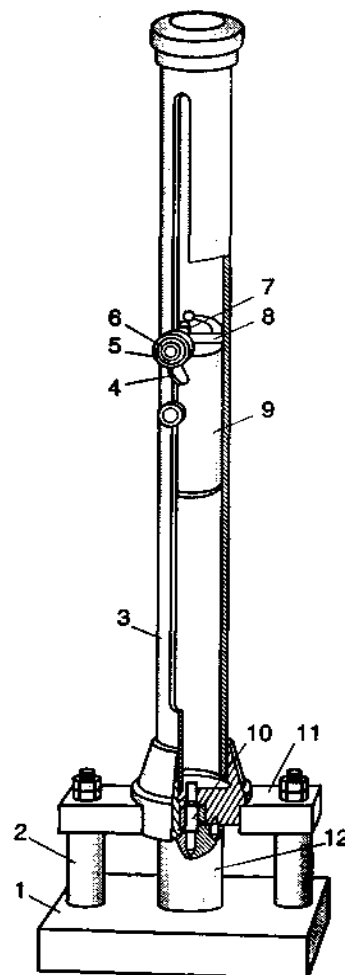


Рисунок 3.3. – Прилад У-1А:

- 1 – станина; 2 – стояк; 3 – напрямна труба; 4 – вказівна стрілка; 5 – стопорний гвинт;  
 6 – кнопка; 7 – стопор; 8 – корпус; 9 – вантаж; 10 – бойок;  
 11 – траверса; 12 – ковадло

Стійкість плівки до дії різних агентів визначають різними способами.

Вологостійкість вимірюють у камері вологості (гідростаті) при температурі 40 °С та відносній вологості близько 100 %. Пофарбовані зразки закріплюють у штативі з корозійностійкого матеріалу й поміщають у гідростат. Оглядаючи зразки через 1, 3, 5, 10, 15, 20, 25, 30 діб, помічають зміни зовнішнього вигляду покриття, утворення пухирів та інші руйнування.

Стійкість до соляового туману визначають у герметичній камері з атмосферою соляового туману, що утворюється внаслідок розпилення форсунками 3 %-ного розчину хлористого натрію при температурі до 38...40 °С. Зразки оглядають через 1, 3, 5, 10, 15, 20, 25, 30 діб і визначають тривалість витримки в годинах до порушення цілісності покриття.

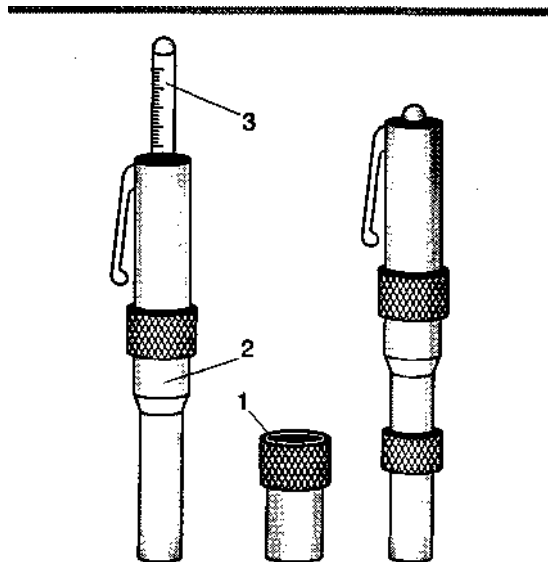


Рисунок 3.4. – Магнітний вимірювач товщини ИТП-1

1 – ковпачок; 2 – муфта; 3 – шкала.

Випробування на стійкість покриття за одночасної дії ультрафіолетового випромінювання, води та теплоти проводять у ванночці з рівнем дистильованої води над зразками 15 мм і температурою 50 °С. Опромінення здійснюють ртутно кварцовою лампою марки ПРК–2 з відстані 240 мм. Протягом 5...6 год візуально (а в разі потреби точними приладами) помічають зміну кольору та блиску покриття.

Атмосферостійкість визначають прискореним методом в апараті штучної погоди (везерометрі), обладнаному електродуговими, ртутно-кварцовими, ксеноновими та іншими лампами, при підвищених відносній вологості й температурі та періодичному або неперервному зрошенні водою.

Під час випробувань в умовах штучно створеного помірно континентального, субтропічного або іншого клімату оцінюють зміну декоративного вигляду покриття (колір, блиск, поява плям тощо).

Адгезію (липкість) лакофарбових покриттів до металу оцінюють методом ґратчастого надрізу. На зразку, що випробовується, роблять п'ять-сім паралельних надрізів до основного металу бритвеним лезом або скальпелем за лінійкою чи шаблоном на відстані 1... 2 мм залежно від товщини покриття й стільки ж надрізів перпендикулярно до перших. У результаті утворюється ґратка з квадратів. Поверхню очищають пензлем та оцінюють за чотирибальною системою: 1 – відшарування шматочків покриття не спостерігається; 2 – значне відшарування до 5 % площі кожної ґратки; 3 – відшарування вздовж лінії надрізів до 35 % площі; 4 – повне відшарування або часткове понад 35 % площі.

#### **Контрольні питання**

1. Пристрої, що використовуються при контролі якості нанесення лако-фарбових покриттів.
2. Основні показники та їх характеристики за якими визначають якість лако-фарбових покриттів.

#### **Висновок**

### **3.4 Технологія формування практичних навичок у здобувачів освіти транспортного профілю.**

Важливі перетворення у соціальній, політичній, економічній та культурній сферах життєдіяльності суспільства ставлять нові вимоги перед сучасною системою освіти, яка має готувати активного, творчого, конкурентоздатного фахівця на ринку праці. Це своєю чергою зумовлює

провадження нових форм і методів організації навчального процесу, пошук ефективних шляхів активізації пізнавальної діяльності суб'єктів навчання. Виходячи з вище викладеного, метою є аналіз можливостей активного використання інформаційно-комунікаційних технологій, та різних засобів на заняттях автосправи та ефективного поєднання з іншими методиками навчання.

Проте проблема вивчення предмету «Технологія» потребує подальшого дослідження як у змістовному, так і методичних аспектах. Актуальним є також впровадження ефективних педагогічних технологій у процес навчання, що сприяє кращому розкриттю змісту та засвоєнню учнями знань і вмінь.

Наступним етапом після визначення орієнтовної основи діяльності та її первинного сприйняття учнями є етап виконання дій у різних формах, які в дидактиці часто називають «закріпленням».

Головна закономірність процесу засвоєння діяльності полягає в тому, що пізнавальна діяльність і введені в неї знання набувають розумової форми, стають узагальненими не одразу, а поступово, пройшовши через низку етапів. Якщо викладач будує процес навчання, враховуючи їхню послідовність, він істотно підвищує можливість досягнення мети всіма учнями [5].

Формовані якості дії заздалегідь проєктуються і закладаються до оперативної мети навчання. Відомо не тільки, які дії формувати, але і з якими загальнозначущими якостями. Ці якості докладно описані в характеристиках мети, її еталонах, які включають зовнішні умови, результат і критерії оцінки формованих дій.

При цьому поряд із конкретними якостями описуваних дій у меті навчання існують загальновизнані якості, які мають бути властиві будь-яким діям, якщо ми хочемо навчити людину реальної діяльності. До таких загальновизнаних якостей належать розумність, усвідомленість, узагальненість, критичність, засвоюваність і надійність дії.

Виходячи з цього, провідною метою діяльності з проєктування технології формування і засвоєння діяльності є визначення способів формування дій, зумовлених метою навчання.

Засвоюваність дії характеризується здатністю учнів упевнено виконувати дії без зовнішніх орієнтирів, навіть без помітного для них розумового контролю, іншими словами, це виконання дій, характерних для заданих еталонів, яким притаманна міцність, розумність, узагальненість, надійність.

Вищим ступенем засвоєння дії є її критичність, яка полягає в умінні учнів не тільки спиратися на запропоновані їм орієнтири, але й оцінювати їх за критерієм «повноти і достатності» для забезпечення правильності здійснюваних дій і операцій. Це виявляється в тому, що, зіткнувшись із важким, на погляд учня, завданням, він не намагається відразу задати питання викладачеві, а шукає шляхи його вирішення. Саме критичність відрізняє дію учня від поведінки механічного виконавця чужих указівок, від дій тих, хто здатен йти за поводитирем, хто позбавлений самостійності в прийнятті рішень.

Для досягнення критичності дії слід поетапно відпрацьовувати нову дію: спочатку на підставі запропонованих зовні матеріальних, орієнтирів, потім проговорюванням уголос кожної операції, контролюючи її правильність, і, нарешті, просто обмірковуючи і вирішуючи подумки завдання різного типу.

Кінцевою метою будь-якого навчання є не нагромадження знань, а формування дій або вмінь діяти за допомогою цих знань. Тому ступінь оволодіння дією є найважливішим критерієм оцінки якості навчання, свідченням наявності всіх вищезгаданих якостей сформованої дії.

Таким чином, надання сформованій дії перерахованих якостей запобігає виникненню спокуси бездумного копіювання якого-небудь зразка, захищає від небезпеки сповзання до механічного «натаскування» на якихось шаблонах, формує гнучкого, здатного пристосовуватися до будь-яких умов фахівця.

Розглянемо етапи засвоєння діяльності та всі їхні дидактичні характеристики. Відповідно до викладеного вище, процес закріплення або формування дій охоплює етапи формування матеріалізованих, мовленнєвих та розумових дій.

Ці етапи у разі теоретичного і практичного навчання мають свою специфіку, тому їх потрібно розглядати окремо. Розглянемо методику формування діяльності в теоретичному навчанні.

Технологію застосування задач під час контролю або самостійної роботи розглянемо поетапно.

Незважаючи на велику різноманітність задач, існує ряд загальних правил і положень, яких слід дотримуватися для їхнього успішного розв'язання.

Виділяється три етапи розв'язання задачі.

*Перший етап - розуміння постановки задачі:*

- знайомство із задачею;
- вивчення задачі.

Знайомлячись із задачею, необхідно ретельно роз'яснити її умову, пояснити значення незрозумілих слів і термінів, записати або продиктувати умову задачі з уведенням позначень, зображенням схеми або рисунків, проставивши різні позначення і перевіривши величини до однієї системи одиниць.

При вивченні умов задачі необхідно проаналізувати зміст, з'ясувати фізичну сутність, виділити в задачі її головні елементи: невідоме, дані й умови. Унаслідок знайомства учні не тільки мусять зрозуміти задачу, але в них має з'явитися бажання розв'язати її. Останнє залежить від умілого добору задачі: вона повинна бути в міру важкою, природною й цікавою. Перший етап є дуже важливим, оскільки багато помилок є результатом нерозуміння умови задачі.

*Другий етап - розв'язання задачі:*

- складання плану розв'язання (аналіз);

- здійснення плану розв'язання (синтез).

Основна мета застосування задач полягає в тому, щоб учні опанували методики виконання типових дій (методики розв'язання типових задач), які формують фізичне мислення, допомагають засвоїти теоретичний матеріал і формують вміння виконувати дії в різній формі.

Вивчення будь-якої теми доцільно починати з більш простих задач, поступово переходячи до більш складних, так вони органічно включаються в процес вивчення навчального матеріалу. Підвищення складності має бути досить помітним. Після засвоєння основних понять, формул і систем одиниць потрібно переходити до предметних задач, потім слід розв'язувати комбіновані, відразу після них логічні задачі. Учням із високими базовими знаннями після розв'язання комбінованих можна запропонувати творчі задачі.

Задачі можна розв'язувати по-різному:

- викладачем й учнями;
- кожним учнем окремо під керівництвом викладача;
- безпосередньо викладачем.

В усіх випадках необхідно активізувати роботу всіх учнів. Для цього рекомендується використовувати такі методичні прийоми:

- акцентування на важливості вивчення матеріалу у зв'язку з використанням його в техніці, у майбутній професії учнів (професійна мотивація);
- коментування ходу розв'язання задачі кількома учнями за викликом викладача (очікуючи виклику, кожен учень обмірковує відповідь);
- правильне сполучення колективної та самостійної роботи (спочатку задачу обов'язково слід записати в зошити учнів, а з появою ускладнень її необхідно розв'язувати спільно всією аудиторією);
- висування різних гіпотез, формулювання розбіжностей для залучення уваги учнів.

*Третій етап - вивчення отриманого розв'язання.*

Цей етап розв'язання задачі дозволяє закріпити і поглибити знання учнів, краще зрозуміти постановку задачі та її ідею. Даний етап містить оцінку фізичного смислу і реальності результату; перевірку ходу розв'язання, пошук оптимальних шляхів розв'язання, перевірку чисельних значень результатів.

Таким чином, алгоритм проектування технології розв'язання задач містить такі етапи:

- вибір мети і визначення формованих умінь;
- визначення типу задач і конкретизація мети розв'язання;
- розробка змісту задач в узагальненому вигляді;
- вибір варійованих елементів;
- складання умов і розв'язань;
- вибір методики використання задачі на уроці;
- складання алгоритму діяльності викладача й учнів у процесі розв'язання задач.

У практичному навчанні процес виконання діяльності (а саме - виконання вправ) є одним з елементів структури уроку виробничого навчання. Вправою в цьому разі називається багаторазове виконання дій з метою їхнього свідомого удосконалювання. В

Перелічимо коротко вимоги, які висуваються до вправ:

- наступність і взаємозв'язок (кожна наступна вправа впливає з попередньої);
- поступове ускладнення вправ за цілями і змістом;
- правильний розподіл виконання вправ за часом:
  - спочатку виконуються короткі вправи;
  - між виконаннями частин або вправ мають бути невеликі проміжки;
  - наступними йдуть тривалі й ускладнені вправи;
- кожна вправа мусить мати певну мету;
- вправа має виконуватися під керівництвом майстра виробничого навчання і мати провідну мету - навчальну;

- усі вправи повинні мати нескладну ООД;
- обов'язковою є наявність мотивації;
- обов'язковим є розгляд виконаної вправи та її результату.

Вправи можна класифікувати по-різному, наприклад, як

За дидактичною метою:

- початкові вміння
- складні вміння
- складні вміння і навички

За змістом:

- із виконаних прийомів;
- із виконання процесів;
- із виконання операцій.

Як можна побачити, цей порядок певною мірою збігається з порядком підготовки викладача до виконання учнями лабораторних робіт. У цьому дії викладача й майстра виробничого навчання схожі. З урахуванням викладеного визначається методика проєктування технологій формування виконавчих дій. Процес проєктування технологій формування дій містить операції, продемонстровані на таблиці. 3.3.

Готуючись до занять із виробничого навчання, викладачеві потрібно розробити технологічну карту або в межах поширеної системи модульного навчання навчальний елемент. Ці документи є докладним описом, який супроводжується рисунками діяльності учнів під час виконання ними робіт.

Успішне виконання діяльності можливе лише в тому випадку, коли учні із самого початку виконують усі дії правильно. Для цього викладач повинен постійно мати інформацію від учнів про їхню діяльність, оцінювати правильність її виконання, характеристики цієї діяльності, співвідносити їх із характеристиками, властивими дії на заданому етапі навчання

## Класифікація вправ за змістом

| Характеристики                  | Вправи з виконання прийомів                                                                                                          | Вправи з виконання операцій                                                                                                                   | Вправи з виконання трудових процесів                                                                                     |
|---------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Основа (базові знання й уміння) | Показ майстром ООД, опис процесу в інструкційній картці                                                                              | Теоретичні знання ООД, початкові вміння з виконання прийомів показ, пояснення                                                                 | Теоретичні знання, сформовані вміння виконувати операції, показ майстром процесів.                                       |
| Мета                            | Формування вмінь виконувати прийоми, які відповідають продемонстрованим                                                              | Формування вмінь виконувати операції відповідно до продемонстрованих                                                                          | Закріплення й удосконалення вмінь, формування вмінь і прийомів                                                           |
| Особливості                     | Короткочасність:<br>- розробка складної операції<br>- застосовуються тренувальні пристосування, черг чергую із вступним інструктажем | Навчання способів самоконтролю:<br>- застосування спеціальних вправ для засвоєння послідовності застосування прийомів;<br>- перехід у навички | Підвищення вимог до темпу робіт:<br>- перехід до самостійного планування;<br>- вправи з відпрацювання складних прийомів; |

Отже, можна визначити такий порядок дій викладача при розробці вправ:

- визначення змісту трудових процесів, виділення в них операцій і прийомів;
- виділення прийомів і операцій, які обов'язково вимагають тренування;
- визначення основи виконання прийомів, операцій і процесів;
- постановка мети;
- визначення змісту вправ кожного типу;
- підготовка устаткування;
- складання інструкційної карти;
- виконання пробних вправ.

## ВИСНОВКИ

В результаті виконання випускної магістерської роботи можна зробити наступні висновки.

На основі аналізу технічної літератури з ремонту автомобілів встановлено, що при виконанні ремонту кузовів автомобілів важливе значення має нанесення лакофарбових покриттів, яке виконується відповідно до технологічного процесу – підготовка кузова до фарбування, нанесення покриттів та їх сушіння при використанні сучасного обладнання з метою досягнення високої якості. Сам технологічний процес фарбування складається з таких основних операцій: ґрунтування; шпаклювання; остаточне фарбування.

Під час ремонту кузовів автомобіля використовуються переважно такі способи фарбування: пензлями; струминним обливанням; повітряним і безповітряним розпиленням.

Встановлено, що на інтенсивність зношування лакофарбового покриття впливають такі фактори, як твердість, шорсткість і товщина зовнішнього шару (емалі) лакофарбового покриття.

Володіння способами фарбування та методами контролю якості поверхонь є невід’ємною складовою загальних кваліфікаційних характеристик спеціаліста за професією рихтувальника кузовів. Навчальний матеріал із засвоєння знань та умінь з технології фарбування доцільно включити у Модулі РК – 3.2.2 «Технічне обслуговування, ремонт кузовів та додаткового і спеціального обладнання кузовів» з предмета «Технологія».

Виконано наступні завдання

1. Проведено аналіз технічної літератури про технології фарбування кузовів автомобілів і застосовуваного обладнання.
2. Вибрано систему лакофарбових покриттів та методики розрахунку кількості лакофарбового матеріалу, його адгезійної міцності, шорсткості та твердості.

3. Відібрано навчальний матеріал і виконано планування матеріалу для його вивчення здобувачами освіти транспортного профілю, визначено порядок дій викладача при формуванні практичних навичок в учнів.

З метою ефективного засвоєння навчального матеріалу учнями професійно-технічних закладів освіти зі способів фарбування та контролю якості поверхонь кузовів автомобілів доцільно застосовувати лабораторно-практичні роботи з використанням інструкцій в яких вказується прийоми виконання робіт.

## ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. An Efficient Automotive Paint Defect Detection System. / A. Kumar, S. K. Singh // Asian Journal of Engineering and Applied Technology. – 2019. – Vol. 4. – No. 3. – P. 23-28.
2. Barton K. Schutz gegen atmosphärische Korrosion, Theorie und Praxis / K.Barton. – Weinheim: Verlag Chemie, 1973. – 96 s.
3. Wong, JY Theory of ground vehicles .-2nd ed., NY, 2013. – 435 p.
4. Zanten A., Erhardt R., Pfaff G. An Introduction to Modern Vehicle Design / Edited by Julian Happian-Smith. Reed Educational and Professional Publishing Ltd 2012. – 600 p.
5. Асахова В.М. Нові методи навчання // Освіта України. - 1998. - 29 квітня – С. 7-8.
6. Бабіч Б. С., Лущик В. В. Технічне обслуговування й ремонт металевих кузовів автомобілів: Підручник. Київ : Либідь. 2001. – 460 с.
7. Божидарнік В.В. Основи технології виробництва і ремонту автомобілів : навч. посібн. / В.В. Божидарнік, А.П. Гусев. Луцьк: Надстир'я, 2007. – 314 с.
8. Все про лакофарбове покриття кузова. [Електронне джерело] режим доступу до джерела: [https://dok.ua/ua/statiiobzory/avtotovary\\_i\\_avtohimiya/450/vse-o-lakokrasochnom-pokrytii-kuzova](https://dok.ua/ua/statiiobzory/avtotovary_i_avtohimiya/450/vse-o-lakokrasochnom-pokrytii-kuzova)
9. Демочані Н.Є., Черепанська І.Ю. Автоматизована система контролю якості нанесення лакофарбового покриття кузовних деталей автомобілів / Н.Є. Демочані, І.Ю. Черепанська // Збірник праць ХІХ Всеукраїнської науковопрактичної конференції студентів, аспірантів та молодих вчених “Ефективність та автоматизація інженерних рішень у приладобудуванні”, 20-21 грудня 2023 р. – К.: ПБФ, КПІ ім. Ігоря Сікорського. – 2023. – С.173-176.
10. Домущі Д. П., Яковенко А. М., Осадчук П. І., та ін. Ремонт тракторів і автомобілів: навч. посібн.: у 2–х кн. Кн. 1. Київ : Вища шк., 2022. – 512 с.

11. Єромін Віталій Анатолійович. Обґрунтування процесу захисту жаток зернозбиральних комбайнів при їх ремонтному фарбуванні. Робота на здобуття освітнього ступеня магістр за спеціальністю 208 – Агроінженерія. – Вінницький національний аграрний університет, Вінниця, 2020. – 88 с.
12. Кремень В. Г. Нові вимоги до якісної освіти / Освіта України. 2006. № 45-46, – С. 6-7.
13. Стандарт професійної (професійно-технічної) освіти. Професія: Рихтувальник кузовів. Стандарт затверджено і введено в дію наказом Міністерства освіти і науки України від «11» травня 2019 р. № 651
14. Технологія машинобудівних підприємств: підручник / В. Л. Дикань, Ю. Є. Калабухін, Н. Є. Каличева та ін., за заг. ред. В. Л. Диканя. Харків: УкрДУЗТ, 2020. – 386 с.
15. Тхоржевський Д. О. Методика трудового та професійного навчання: [у 3 ч.] Тхоржевський Д. О. – К.: РННЦ "Дініт", 2000. – Ч. 1: Теорія трудового навчання. – 248 с.
16. Чорній Я., Замора Я., Заяць А., Демихіна Д. Transport system as an object of digital transformation. Collection of Scientific Papers with the Proceedings of the 5th International Scientific and Practical Conference «Global Directions in Scientific Research and Technological Development» (September 15-17, 2025, Valencia, Spain). European Open Science Space, 2025. p. 106-108 [https://www.eoss-conf.com/wp-content/uploads/2025/09/Valencia\\_Spain\\_15.09.25.pdf](https://www.eoss-conf.com/wp-content/uploads/2025/09/Valencia_Spain_15.09.25.pdf)
17. Шевчук Н. С. Вибір матеріалів та розробка стенду для проведення відновлювальних кузовних робіт легкового автомобіля : кваліфікаційна робота бакалавра : 132 Матеріалознавство / Н. С. Шевчук ; Хмельниц. нац. ун-т. – Хмельницький, 2025. – 72 с.
18. Ядрошніков О. В. Управління технічним станом парків транспортних і технологічних машин на основі діагностування. Прогресивні технології в транспортних системах. 2015. – С. 415–421.

ДОДАТОК



# CERTIFICATE of participation

*Anastasiia Zaiats*

took part in the 5<sup>th</sup> International Scientific and Practical Conference

**«GLOBAL DIRECTIONS IN SCIENTIFIC RESEARCH  
AND TECHNOLOGICAL DEVELOPMENT»**

24 Hours of Participation  
(0,8 ECTS credits)



Head of the  
organizing committee  
**Helen Volokitina**



EOSS-25/0915-025

September 15-17, 2025, Valencia, Spain

