

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
СХІДНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ІМЕНІ ВОЛОДИМИРА ДАЛЯ  
АГРАРНИЙ ФАКУЛЬТЕТ

**ДЕРЯБІН СЕРГІЙ ІВАНОВИЧ**

**Допускається до захисту:**

завідувач кафедри Механізації  
сільського господарства

канд.техн. наук, доцент

\_\_\_\_\_ Анатолій Поляков

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2023 р.

**ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЯКОСТІ ЛАКОФАРБОВИХ ПОКРИТТІВ ПРИ  
РЕМОНТІ ЛЕГКОВИХ АВТОМОБІЛІВ**

Спеціальність 208 Агроінженерія

Кваліфікаційна робота  
на отримання ступеня вищої освіти магістра

Керівник: канд.техн.наук, доцент  
Анатолій Поляков

Оцінка: \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_  
бали/за шкалою ЄКТС/за націон. шкалою

Київ - 2023

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

СХІДНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ІМЕНІ ВОЛОДИМИРА ДАЛЯ

Факультет Аграрний  
Кафедра «Механізації сільського господарства»  
Рівень вищої освіти Другий - магістр  
Спеціальність 208 «Агроінженерія»

**ЗАТВЕРДЖУЮ:**

**Завідувач кафедри**

\_\_\_\_\_Анатолій Поляков

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2023 року

**ЗАВДАННЯ**  
**НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА ВИЩОЇ ОСВІТИ**

**ДЕРЯБИНА СЕРГІЯ ІВАНОВИЧА**

1. Тема роботи: « Забезпечення якості лакофарбових покриттів при ремонті легкових автомобілів»

керівник роботи Поляков А.М. канд.техн.наук, доцент  
затверджено наказом СНУ ім. В. Даля від « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2023 р. № \_\_\_\_\_

2. Строк подання здобувачем роботи 27.11.2023р. \_\_\_\_\_

3. Вихідні дані до роботи

1) завдання кафедри;

2) матеріали огляду літературних джерел; нормативно - технічна документація.

4. Зміст основної частини роботи:

- Залишкова напруга при дорнуванні
- Методика проведення експериментальних досліджень.
- Результати досліджень.
- Охорона праці.

5. Перелік графічного матеріалу:

- Актуальність робіт по захисту від корозії.
- Схема ТП антикорозійної обробки кузова.
- Карта - схема антикорозійної обробки кузова автомобіля.
- Пістолет для антикора універсальний.
- Пістолет для обробки прихованих порожнин.
- Антикору для прихованих порожнин
  
- Приклади пластичних мастил
- Ескіз пропонованої установки для антикорозійної обробки
- Техніко – економічні показники

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв

7. Дата видачі завдання 15.09.2023 р.

**КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН**

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання кваліфікаційної роботи	Примітка
1	Залишкова напруга при дорнуванні	30.09.2023	
2	Методика проведення експериментальних досліджень	15.10.2023	
3	Результати досліджень	10.11.2023	
4	Охорона праці	30.11.2023	

Здобувач вищої освіти \_\_\_\_\_ Сергій Дерябін

Керівник \_\_\_\_\_ Анатолій Поляков

## АНОТАЦІЯ

Дерябін С.І. «Забезпечення якості лакофарбових покриттів при ремонті легкових автомобілів»: кваліфікаційна робота на здобуття ступеня вищої освіти «магістр»: 208 «Агроінженерія»/

Східноукраїнський національний університет імені Володимира Даля.  
Київ, 2023, 83 с.

У кваліфікаційній роботі проаналізовані засоби і методи підготовки, фарбування та сушки лакофарбного покриття кузова легкового автомобіля.

Видані рекомендації щодо якості покрить.

Ключові слова: фарбування кузовів автомобілів, технологія фарбування.

Кваліфікаційна робота: 83 сторінки, 11 таблиць, 18 рисунків, 30 літературних джерел.

## ABSTRACT

Deryabin S. I. "quality assurance of paint coatings in the repair of passenger cars": qualification work for the degree of Higher Education "Master": 208 "Agroengineering"/

Volodymyr Dahl East Ukrainian National University.  
Kiev, 2023, 7 p.

The qualification work analyzes the means and methods of preparing, painting and drying the paintwork of the passenger car body.

Recommendations on the quality of coatings have been issued.

Keywords: car body painting, painting technology.

Qualification work: 72 pages, 11 Tables, 20 figures, 30 literary sources.

## ЗМІСТ

ВСТУП .....	6
1 Аналіз стану стану дослідження.....	7
1.1 Огляд існуючих досліджень.....	7
1.2 Терміни та визначення.....	9
1.3 Будівництво лакофарбового покриття .....	12
1.4 Технологія ремонтного фарбування .....	13
2 Технологічні околиці організації кузовного виробництва .....	18
2.1 Організація кузовного виробництва .....	18
2.2 Контроль якості фарбування автомобільних кузовів і деталей. .	20
3 Дефекти, що виникають при фарбуванні.....	25
3.1 Види дефектів .....	25
3.2 Фактори, що впливають на якість ЛКП .....	29
3.3 Властивості устаткування, що впливають на якість .....	35
4 Технологія підготовки, фарбування та сушіння кузова автомобіля..	54
4.1 Підготовка поверхні кузова під фарбування.....	54
4.2 Фарбування та сушіння кузова.....	59
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ.....	80
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	81

## ВСТУП

На автомобільному ринку в світі дуже висока конкуренція. Для того, щоб залишатися конкурентоспроможними, необхідно створювати автомобілі на дуже високому рівні. Дуже важливою та дорогою частиною автомобіля за вартістю є кузов, його захист від зовнішніх впливів, корозії здійснюється за рахунок антикорозійної обробки та фарбування кузова. Для якісного фарбування автомобіля необхідно мати якісне обладнання, оснащення, інструменти та матеріали, а також технологічну та виконавців відповідної кваліфікації. Гарне лакофарбове покриття кузова не тільки надає автомобілю гарного вигляду, але й оберігає його від корозії та передчасного руйнування.

Практика експлуатації автомобілів у різних країнах показала, що найбільш ефективними способами боротьби з корозією кузова є їх якісне фарбування та додаткова протикорозійна обробка. Виконання рекомендацій щодо догляду за лакофарбовими покриттями дозволить постійно підтримувати гарний зовнішній вигляд автомобіля.

Метою даної роботи є опис технології фарбування, основних інструментів та обладнання, які застосовуються при цьому. Крім того, необхідно вказати перелік та коротку характеристику лакофарбових матеріалів, оскільки від цього залежить якість покриттів.

# **1 Аналіз стану питання дослідження**

## **1.1 Огляд існуючих досліджень**

Фарбування автомобіля - складний технологічний процес, який вимагає від співробітників розуміння як теоретичних нюансів, так і проблем в практичній реалізації. Цей процес включає безліч стадій починаючи від першого огляду і оцінки ремонту і закінчуючи фінішною поліровкою. Правильна черговість і дотримання необхідних параметрів на кожній стадії - це запорука отримання якісного покриття, що відповідає кольору не ремонтуваним деталям кузова [1].

У своїй статті Болюкова М.А., Суцев А.К. розглянули чинники, що впливають на якість кузовного ремонту автомобілів. Розроблена схема взаємозв'язку процесів кузовного ремонту. Запропонована методика комплексної оцінки якості кузовного ремонту автомобілів на основі опитування замовників і виконавців робіт.

Соболевский А.М. в статті виклав, як найефективніше використати ресурси малярно-кузовного цеху, класифікацію втрат ресурсів і способи виявлення втрат.

Рижков А.И. розглядає модель управління якістю послуг ТЕ і ремонту автомобілів, основні принципи розробки раціональних режимів профілактики і ремонту автомобілів.

Фазуллін М.Р. досліджував варіанти зниження витрат і підвищення якості малярно-кузовних робіт при ремонті легкових автомобілів за рахунок оптимізації параметрів комплектуючих елементів для фарбувально - сушильних камер.

Оцінкою ефективності роботи автосервісних підприємств займаються Ахмеджанов Р. Ш., Бичків В. П., Искосков М.О., Бичків В. П. і інші.

У журналах «Кузов», «Автоексперт», «Правильний сервіс» однієї з основних тем являється малярно-кузовний ремонт (матеріали, технології

прибутковість, собівартість).

У технічному аудиті кузовного виробництва ДЦ "Форд" від «Интерколор» викладені основні визначення, оцінки основних, що торкаються параметрів використання робочого часу, кваліфікації персоналу, системи обліку матеріалів.

Анцев В. Ю., Витчук Н.А., Витчук Н.А., Петренко Е.А. в статті запропонували заходи, що модифікують технологію підготовки деталей для нанесення лакофарбних покриттів, тим самим добилися зниження витрат на матеріали і збільшення продуктивності цеху.

У рамках теми дисертаційної роботи найцікавіші приведені Гришином Б.А. «Технічний аудит автосервісу. Розкрити потенціал і збільшити продуктивність». Особливу увагу автор приділив питанням оптимального використання робочого часу, скорочення витрат, контролю якості виконуваних робіт.

Волков О. А. розглянув чинники, що впливають на якість забарвлення автомобілів, запропонував методи підвищення якості.

Стяжкин М.С., Бабак Т. А., Трофімова М.Н. досліджували питання необхідності виявлення прихованих витрат підприємства, методи їх виявлення.

За результатами вивчення і аналізу літературних джерел можна сказати, що для ефективної організації кузовного виробництва, потрібна оцінка ефективності організації виробництва і його потенціалу, а також вироблення рекомендацій по збільшенню цієї ефективності за рахунок існуючих потужностей.

## **1.2 Терміни і визначення**



Для формування комплексної картини дослідження по темі «Управління якістю лакофарбних покриттів в малярно-кузовному виробництві легкових автомобілів» в цій роботі використовуються наступні терміни і визначення ДСТУ 2510–94 "Покриття лакофарбові. Терміни та визначення".

ДСТУ ISO 2808:2019 Фарби та лаки. Визначення товщини плівки.

ДСТУ ISO 8501-1:2015 Підготовка сталевих поверхонь перед нанесенням фарб і подібної продукції. Візуальне оцінювання чистоти поверхні. Частина 1. Ступені іржавіння та ступені підготовки непофарбованих сталевих поверхонь і сталевих поверхонь після повного видалення попередніх покриттів.

ДСТУ ISO 8503-1:2015 Підготовка сталевих поверхонь перед нанесенням фарб і подібної продукції. Характеристики шорсткості сталевих поверхонь після струминного очищення. Частина 1. Технічні характеристики та визначення для компараторів, що порівнюють ISO профілі поверхні після абразивоструминного очищення.

ДСТУ ISO 12944-1:2019 Фарби та лаки. Захист від корозії сталевих конструкцій захисними лакофарбовими системами. Частина 1. Загальний вступ

ДСТУ ISO 12944-2:2019 Фарби та лаки. Захист від корозії сталевих конструкцій захисними лакофарбовими системами. Частина 2. Класифікація середовищ.

ДСТУ ISO 19840:2015 Фарби та лаки. Захист від корозії сталевих конструкцій захисними лакофарбовими системами. Вимірювання й критерії прийнятності товщини сухих плівок покриття на шорстких поверхнях.

ДСТУ ГОСТ Р 50646-2012 «Послуги населенню. Терміни та визначення»:

транспортний засіб - пристрій, призначений для перевезення по дорогах людей, вантажів або устаткування, встановленого на нім легковий автомобіль - автотransпортний засіб, призначений для перевезення пасажирів і що має не більше 8 місць для сидіння, не рахуючи місця водія;

ушкодження - порушення справності фізичного об'єкту внаслідок впливи на нього зовнішніх дій, що перевищують рівні, встановлені в нормативно-технічній документації;

ремонт - комплекс операцій по технічній дії на транспортний засіб, виконуваних по потребі, для усунення ушкоджень, відмов і несправностей з метою відновлення його працездатності;

вартість ремонту (відновлення) - вартість усунення відмов несправностей і експлуатаційних дефектів транспортних засобів що включає трудові і матеріальні витрати, накладні витрати податки і інші обов'язкові платежі, а також прибуток;

лакофарбний матеріал - рідкий, пастоподібний або порошковий матеріал, що утворює при нанесенні на забарвлювану поверхню лакофарбне покриття, що має захисні, декоративні або спеціальними технічними властивостями;

лакофарбне покриття - суцільне покриття, отримане в результаті нанесення одного або декількох шарів лакофарбного матеріалу на забарвлювану поверхню;

фарба - рідкий або пастоподібний пігментований лакофарбний матеріал, що має в якості плівкотвірної речовини оліфу різних марок або водну дисперсію синтетичних полімерів і що утворює при нанесенні на забарвлювану поверхню непрозоре лакофарбне покриття;

емаль - рідкий або пастоподібний пігментований лакофарбний матеріал, що має лакофарбне середовище у вигляді розчину плівкотвірної речовини в органічних розчинниках і що утворює при нанесенні на забарвлювану поверхню непрозоре лакофарбне покриття;

лак - лакофарбний матеріал, що утворює при нанесенні на забарвлювану поверхню прозоре лакофарбне покриття;

грунтовка - лакофарбний матеріал, що утворює при нанесенні на забарвлювану поверхню непрозоре або прозоре однорідне лакофарбне

покриття з хорошою адгезією до забарвлюваної поверхні призначений для поліпшення властивостей лакофарбної системи;

шпаклювання - пастоподібний або рідкий лакофарбний матеріал, який наносять на забарвлювану поверхню перед фарбуванням для вирівнювання незначних нерівностей і/або отримання гладкою рівною поверхні;

шліфівка забарвлюваної поверхні - метод обробки забарвлюваної поверхні з частковим зняттям шару для вирівнювання і/або надання шорсткості;

отверджувач для лакофарбного матеріалу - речовина, що вводиться в лакофарбний матеріал для зшивання макромолекул плівкотвірної речовини і утворення тривимірної структури;

багатокомпонентний лакофарбний матеріал – лакофарбний матеріал, що випускається у вигляді двох або більше окремих компонентів, які мають бути змішані перед застосуванням в пропорції;

витрата лакофарбного матеріалу - кількість лакофарбного матеріалу, необхідне для отримання на одиниці площі при заданих робочих умовах висохлого лакофарбного покриття заданої товщини;

зовнішній вигляд - візуальні характеристики забарвленої поверхні. До їм відносяться колір, блиск, чіткість малюнка, структура поверхні, текстура поверхні, «апельсинова кірка» і т. д.;

включення в лакофарбному покритті - наявність в лакофарбному покритті сторонніх часток;

подряпина на лакофарбному покритті - поріз або борозенка на поверхні лакофарбного покриття, отримані при контакті з гострим предметом [2].

### **1.3 Будова лакофарбного покриття**

Фарбування є одним із способів захисту кузовів автомобілів від корозії і надання ним красивого зовнішнього вигляду. Захисні властивості лакофарбного покриття обумовлені тим, що на забарвленій поверхні металу утворюється суцільна плівка. Ізолюючи поверхню металу від довкілля, плівка перешкоджає проникненню агресивних агентів до поверхні металу, що захищається, і тим самим оберігає його від корозії.

Захисні протикорозійні властивості ЛКП складаються з багатьох чинників: адгезійній здатності плівки, її сплошности, пасивуючої дії пігментів і інших фізико-хімічних властивостей плівки. Усі ці чинники в цілому і визначають захисну здатність лакофарбного покриття.

Забарвлення у виробництві автомобілів займає значне місце досягаючи 10% усіх трудовитрат. Це пов'язано з тим, що автомобільні лакофарбні покриття є багатокомпонентними системами, які складаються з різних ґрунтовок, емалей, лаків, причому кожен компонент системи має індивідуальні технології нанесення і сушки. У сьогодення час для фарбування машин використовуються комплексні системи покриттів включаючи ґрунтовки, шпаклювання, композиції для проміжних і верхніх обробних шарів.

Структура автомобільного лакофарбного покриття (рис. 1).



Рисунок 1 - Будова лакофарбного покриття

Відповідно до ГОСТ 9825 до основних видів готових лакофарбних матеріалів відносяться: лак, фарба, порошкова фарба, емаль, ґрунтовка шпаклювання. Структура автомобільних лакофарбних покриттів припускає

послідовний поетапний процес забарвлення, в який входять попередня підготовка поверхні металу, ґрунтовка, шпатлювання нанесення проміжного і обробного шарів.

Більшість фірм, що виробляють лакофарбні матеріали для забарвлення автомобілів, пропонують комплексні лакофарбні системи, в яких передбачені усі необхідні матеріали для ремонту лакофарбних покриттів: ґрунти, шпаклювання, базові емалі, лаки, розчинники і отверджувачі.

Для отримання якісного покриття, рекомендується застосовувати матеріали однієї і тієї ж лакофарбної системи [3].

#### **1.4 Технологія ремонтного фарбування**

Технологія забарвлення кузовних деталей дуже складний і трудомісткий процес, в якому тільки при суворому дотриманні необхідних технологій можна досягти якісний результат.

Підготовка основи поверхні деталі до фарбування полягає в шліфовці лакового покриття мокрим або сухим шліфуванням, що залишилося абразивом Р120. За наявності прокорродированих місць, їх зачищають до металу. Поверхні, що піддаються правці і рихтуванню, і що сполучаються з ними поверхні шліфуються до створення плавного переходу від пошкодженого ділянки до оригінального лакофарбного покриття. Далі поверхня деталі шліфується абразивом Р 180-400.

Кінцевим результатом підготовки поверхні до фарбування є отримання поверхні, придатної для нанесення фарби. У рамках даного виконуються наступні види робіт : нанесення шпатлевочного матеріалу; ізолювання деталей, що не підлягають забарвленню; шліфовка ділянок, що зашпакльовували; ґрунтовка з подальшою шліфовкою ділянок, що зашпакльовували; нанесення і шліфовка ґрунту-наповнювача.

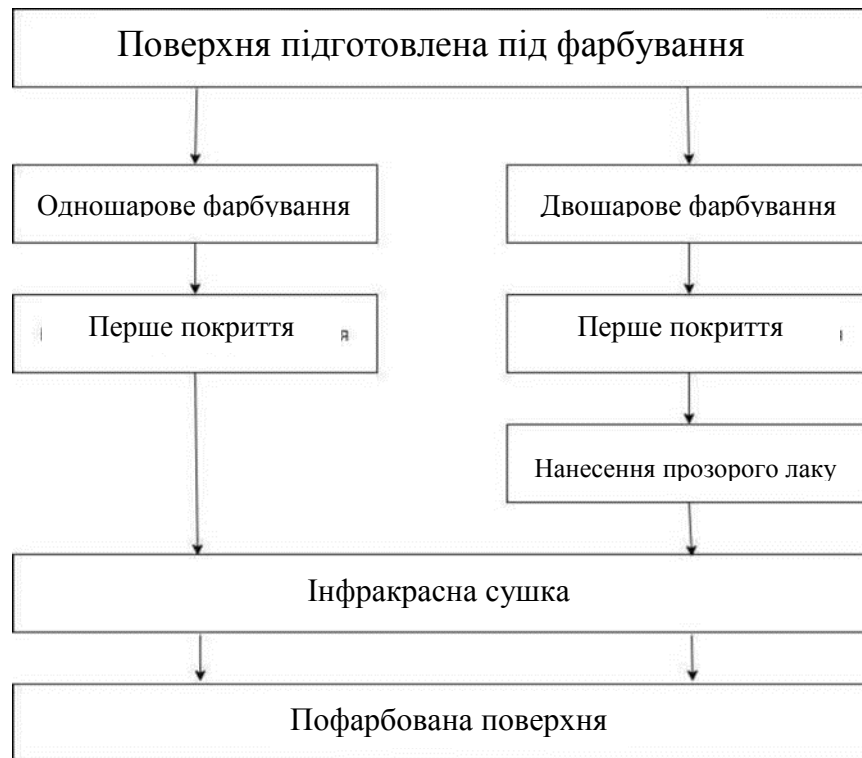


Рисунок 2-Технологічний процес на фарбувальній ділянці

Усі ці операції виконуються на місцях підготовки до фарбування і в камері забарвлення.

Перед підготовкою автомобіля до фарбування його необхідно ретельно помити. Після миття переходять до знежирення ремонтованих елементів для чого застосовуються спеціальні препарати. Знежирювач наносять щільним шаром і залишають на поверхні на 5-10 секунд, після чого видаляють сухим, чистим дрантям. Працювати треба на площі 0,5-1 м<sup>2</sup>.

Найбільш ефективним способом видалення старих матеріалів є механічна обробка, тобто шліфування. Оброблювані поверхні умовно розділяють на декілька видів: поверхні, покриті стандартним шаром покривної емалі з невеликими дефектами (вм'ятини, подряпини), що заздалегідь піддалися ремонту, тобто що мають окрім покривної емалі шар шпатлевочных мас, ремонтних ґрунтів; корозію, що має вогнища, невеликі нерівності; поверхні порогів і інших частин автомобіля з нанесеними

антигравієвими покриттями;  
зварні шви.

Особливістю роботи на заздалегідь ремонтаних поверхнях являється необхідність видалення старих шарів шпатлевочної маси. Це необхідно із-за втрати зчеплення металу з нееластичною шпатлевочною масою [4].

Грунтовка не лише захищає від корозії, але і підвищує адгезію, тобто зчеплення з поверхнею. Особливо важливе нанесення антикорозійною грунтовки на оцинковану або алюмінієву поверхню.

Технологія нанесення ґрунту, шпаклювання і інших матеріалів детально викладається в спеціальних технологічних документах фірм-виробників матеріалів. Для різних видів ремонтних забарвлень застосовуються різні шпаклювання. Вони мають різну зернистість, наповнюваність, еластичність, механічну стійкість до сколам. Є шпаклювання скловолокнисті, з частками алюмінію, полегшені, наповнювальні, доводочні, а також з пластифікатором для пластмасових деталей; а також пластичні і рідкі.

При нанесенні шпаклювання важливо дотримуватися технології виготівника. Після шпаклювання і її вирівнювання наноситься шар ґрунту. Мета операції усунення мікротріщин і підвищення адгезії матеріалу. Ґрунти мають різний хімічний склад і технологію нанесення. Можна виділити антикорозійні ґрунти, ґрунти-наповнювачі, ґрунти-ізолятори і так далі.

Для того, щоб ремонтне забарвлення було успішним, необхідно точно визначити колір. В процесі ремонтного фарбування актуальна проблема підбору кольору, що відповідає фактичному. Для її вирішення виробники автомобілів створюють свої системи ідентифікації (індексування) кольорів. Вона складається з кодів і назв кольорів. Коди частенько поміщають на табличках з даними автомобіля. Назви кольорів зазвичай доступні в каталогах.

Наприклад, Toyota на правій центральній стійці має наклеєну табличку з кодом кольору 040. У каталозі можна прочитати його назву - Super White.

Створюються також спеціальні каталоги кольорів і відтінків, які згруповані по виробниках і по колірних групах. Відтінків кольорів існує

більше 40 000, але в каталогах наводиться кількість зразків обчислюваних декількома тисячами. Приготування кольорів фарб або їх відтінків здійснюється на основі рецептів, приведених виробниками ЛКМ. Підбір ремонтних кольорів фарб, що відповідають фактичним робиться спеціальними системами, що включають спецобладнання і програмне забезпечення. Вони дозволяють з достатньою точністю підбирати необхідні відтінки фарб. Ділянки по приготуванню фарб (колористика) сьогодні є на більшості СТО, автомобілів, що займаються забарвленням. Нанесення фарби на забарвлювану поверхню здійснюється в камері забарвлення спеціальними пістолетами. Перед цим ділянка забарвлення треба ретельно очистити спеціальними засобами для видалення смол силікону, а також протерти його спеціальною тканиною, що зв'язує пил.

Фарбу наносять зазвичай в два шари. Другий шар наноситься після того, як перший висохне. Нанісши останній шар, забарвлену поверхню сушать після чого можна приступати до монтажу деталей. У більшості випадків після нанесення фарби і її сушки наносять прозорий лак. Фарба повністю стабілізується впродовж 7-10 днів. Тільки після цього дозволені різні дії на ремонтне покриття, наприклад миття автомобіля.

Послідовність і хронометраж фарбування одного елементу проведеного в умовах автосервісу (на прикладі дверей автомобіля УАЗ) представлені в таблиці 1 [5].

Таблиця 1 - Хронометраж фарбування водійських дверей легкового автомобіля

Операція	Час хв	Операція	Час хв
Знежирення РК1000	2	Витримка	15
Шліфування	7	Забарвлення одноколірною емаллю	2
Обдування, знежирення РК	3	Міжшарова сушка	5



Антикорозійна ґрунтовка Перший шар	2	Другий шар	2
Міжшарова сушка	5	Витримка	10
Другий шар	2	ИФК сушка (з внутрішньою і	7+10
Витримка	5		
Нанесення ґрунта-підкладки Перший шар	2		
Міжшарова сушка	5		
Другий шар	2	Всього	96

Як видно з таблиці, на фарбування дверей вимагається близько 2 годин, при цьому більше половини технологічного часу (55 хвилин) витрачається на паузи (сушка і витримка) (рис.4).

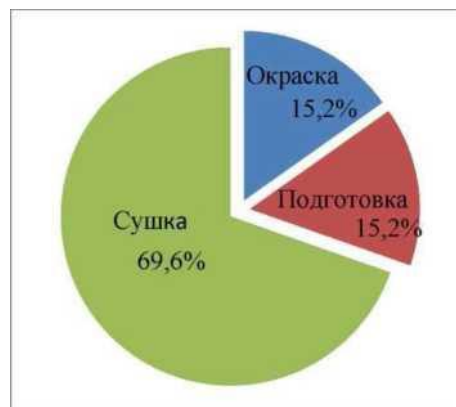


Рисунок 3 - Розподіл часу на види робіт

У основі гарантії на кузовні роботи, якою є термін експлуатації такого елемента, лежить сукупність великого числа операцій. Незначні порушення на етапі виконання кожної з них призводять до непоправній погіршеності усієї системи в цілому. Багато помилок можуть виникати при виконанні операцій шліфування на різних етапах підготовки: невірно вибрана зернистість абразивних матеріалів, обробка повністю невисохлих продуктів. Зрештою це може позначитися як на зовнішньому вигляді забарвленої поверхні, так і на адгезійних властивостях лакофарбного покриття.

## **2 Технологічні особливості організації кузовного виробництва**

### **2.1 Організація кузовного виробництва**

Переважає більшість станцій кузовного ремонту, що відкриваються мають у своєму складі кузовні і суміжні з ними ділянки (підготовчий арматурний, забарвлення). Деякі станції, що спеціалізуються на слюсарному і агрегатному ремонті, розширюються за рахунок включення в перелік послуг роботи, що робляться, з кузовного ремонту. Також існують гаражні сервіси - майстерні, що мають невелику площу приміщень з самим необхідним устаткуванням і оснащенням, нечисленний персонал.

Система кузовного ремонту у більшості випадків організована по повному циклу, в який входять : кузовний ремонт, підготовка і забарвлення.

Також перед ремонтом кузова на арматурній ділянці необхідно провести розбірні роботи, які можуть включати демонтаж вузлів і агрегатів. Після робіт на кузовній ділянці роблять попередню збірку, з метою перевірки проміжків. Перед фарбуванням на ділянці забарвлення, поверхня готують на підготовчій ділянці. Таким чином, у міру проведення робіт автомобіль переміщається з ділянки на ділянку і передається від майстра до майстра, тобто кожен з підрозділів є постачальником роботи для іншого підрозділу

Арматурник розбирає автомобіль, готуючи роботу для бляшаного підрозділу, бляхар виправляє геометрію кузова і робить рихтувальні роботи, завантажуючи роботою малярів, маляр робить забарвлення і передає автомобіль назад в арматурний підрозділ на збірку. При цьому якість готового покриття залежить від кожного, тобто якщо маляр строго дотримувався технології і користувався якісними матеріалами, але була порушена технологія підготовщиком, з великою вірогідністю покриттявийде з дефектами.

Для збалансованої роботи кузовного виробництва потрібне таке співвідношення кількості робочих місць, при якій, враховуючи існуючу регіоні розташування кузовного виробництва структуру автомобілезаїздів кожен з підрозділів максимально завантажує роботою наступне в технологічному ланцюжку підрозділ. При порушенні пропорції може спостерігатися або недостатньо повне використання потенціалу, або простої підрозділів.

Згідно з усередненими даними по автосервісах час середнього ремонту розподіляється таким чином:

10% - операції по забарвленню;

35% - операції по підготовці до забарвлення;

35% - бляшані роботи;

20% - арматурні роботи.

Схема пересування автомобіля представлена на рис.4.

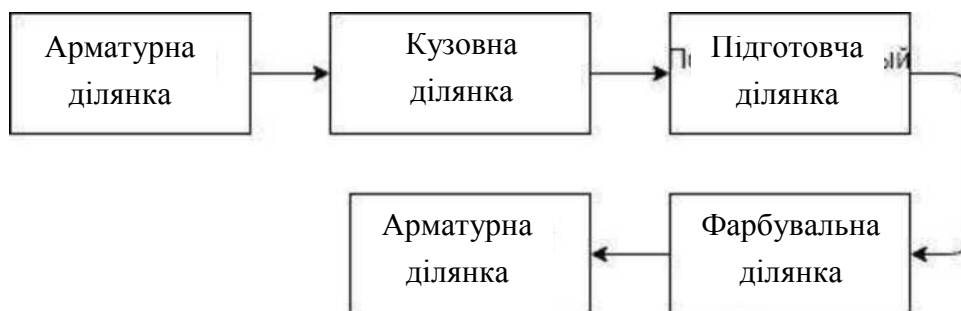


Рисунок 4 - Схема послідовності пересування кузова

У гаражних сервісах використовується інший підхід до організації кузовного ремонту: для проведення повного циклу ремонту займається два бокси. У одному з них поєднані арматурний і кузовний ділянки, в іншому - підготовчий і забарвлення. Така організація має деякі переваги: зменшується час, що витрачається на переміщення, потрібна менша площа приміщення. Проте, вартість поста арматурного ремонту менша, ніж кузовного, тому проводити арматурні роботи на посту, обладнаному для ремонту кузова, - означає нераціонально витрачати закладену в пост

потужність. Аналогічна ситуація з поєднанням постів підготовки і забарвлення [7].

## **2.2 Контроль якості забарвлення автомобільних кузовів і деталей**

При підготовці до забарвлення контролюють послідовність виконання операцій, режими роботи устаткування і якість поверхні. Підготовлені поверхні мають бути сухими, без пилу, без забруднень оліями або мастилами, без корозії. Контроль стану поверхні необхідно проводити не пізніше 6 годин після підготовки і безпосередньо перед забарвленням. Існує декілька методів контролю якості поверхні підготовленою до забарвлення.

Метод оцінки міри знежирення по змочуваності. Цей метод заснований на здатності плівки води або розчину зберігати на чистій поверхні металу впродовж певного часу сплошність і не збиратися в краплі. На знежирену поверхню розпиляти розчин що містить 50 г нігрозину на 1 л води. Порушення сплошності плівки фіксують при денному освітленні або при освітленні лампою денного світла візуально; при цьому не беруть до уваги поверхню, віддалену від країв і гострих кромek менш ніж на 10 мм. Міра знежирення характеризується часом в секундах від початку випробувань до розриву плівки.

Метод оцінки міри знежирення краплею розчинника. На поверхню кузова наносять дві-три краплі розчинника і витримують не менше 15 с. До випробовуваної ділянки поверхні прикладають шматок фільтрувального паперу і притискають його до поверхні до повного вбирання розчинника. На інший шматок фільтрувального паперу наносять дві-три краплі чистого розчинника. Після повного його випару порівнюють при денному світлі або штучному освітленні зовнішній вигляд обох шматків фільтрувального паперу. Міру знежирення визначають по наявності або відсутності масляної плями на першому шматку паперу.

Метод оцінки міри знежирення протиранням. Вибрана ділянка обробленій поверхні кузова ретельно протирають серветкою або дрантям, змоченим розчинником, і витримують до його повного висихання. Потім чистою серветкою або дрантям, просоченим чистим розчинником протирають два-три рази цей і будь-яка інша ділянка рівної площі. При денному світлі або штучному освітленні порівнюють зовнішній вигляд обох шматків серветки або дрантя.

Калориметричний метод. Він заснований на порівнянні забарвлення розчинника після знежирення з еталонним розчинником. Проте цей метод дуже суб'єктивний і залежить від особливостей зору [8]. При проведенні робіт забарвлень контролю підлягають: виконання технологічного процесу забарвлення на робочих постах, якість витратних матеріалів і якість покриттів свіжопофарбованих елементів кузова в лабораторних умовах.

Властивості готового лакофарбного покриття значною мірою залежить від складу плівки, якості підготовки поверхні і умов утворення: температури і тривалість сушки. Лакофарбні покриття повинні мати наступні властивості: фізико-хімічними, захисними (протикорозійними), декоративними (рис. 7).

Адгезія, твердість, еластичність, міцність при ударі, товщина покриття, зносостійкість - є найважливішими фізико-механічними властивостями покриття.

Оскільки захист деталей кузова від корозії формується на різних етапах підготовки і забарвлення, то протикорозійні властивості покриття комплексними. До них відносяться: водостійкість, вологостійкість, солестійкість, вологопоглинання, пористість.

Лакофарбні покриття повинні мати і зберігати при експлуатації естетичний зовнішній вигляд. До декоративних властивостей відносяться: колір, блиск засміченість, шагрень, риски (таблиця 2).

Таблиця 2 - Властивості лакофарбних покриттів

Властивості	Визначення	Методи контролю
Фізико-механічні властивості		
Адгезія плівки	Характеризує властивість покриттів міцно зчіплюватися з тією, що покривається	Метод ґратчастих надрізів Метод паралельних надрізів Метод відриву від основи
Твердість	Здатність покриття робити опір втискуванню або проникненню в нього твердого тіла.	Метод контролю з допомогою олівців Ізм. прилади «Твердомер» «Вимірник твердості»
Еластичність	Здатність покриття після сушки змінювати форму (розтягуватися) деформації підкладки без розтріскування і відшарування.	Метод вигинання плівок Ізм. прилад «Вигин» Ізм. прилад «Прес Эриксона»
Міцність при ударі	Характеризує еластичність покриттів при миттєвому додатку сили.	Ізм. прилад «У-1а» Ізм. прилад «Вимірник міцності покриттів при ударі МУЛУ»
Товщина покриття	Відстань між поверхнею деталі і забарвленою поверхнею.	Ультразвукові, магнітні комбіновані товщиноміри.
Зносостійкість	Характеризує міцність покриттів до стиранню.	Метод випробування що падає кварцевим склом
Захисні (протикорозійні) властивості		
Водостійкість	Здатність покриття витримувати дія води без зміни своїх властивостей.	Випробування в дистильованій воді
Вологостійкість	Здатність покриття витримувати дія водяної пари без зміни своїх властивостей.	Випробувальна камера «Гидростат Г-4»
Солестойкість	Здатність покриття витримувати дія водно-сольового без зміни своїх властивостей.	Камера з соляним туманом

Влагопоглинання	Здатність покриття поглинати вологу. Оцінюється кількістю поглиненої води.	Випробування в дистильованій воді
Пористість	Рівномірне, без пропусків розподіл лакофарбного матеріалу по поверхні.	Дефектоскоп «ЛКД-1»
Декоративні властивості		
Колір	Визначають по картотеці кольорів кожен зразок має свій номер, на якому також відображені колориметричні характеристики.	Ізм. прилад «Цветотест»
Блиск	Здатність покриття дзеркально, без розсіювання, відбивати той, що падає її світло.	Фотоелектричний блескомер «Насе-gloss», ФБ- 2 Ізм. прилад «Блескомер БФ-
Покриваність	Здатність пігменту лакофарбного матеріалу при рівномірному нанесенні перекривати колір поверхні, на яку він був	Ізм. прилад «Яскравість»
Сторонні вклучення	Частки, що знаходяться на поверхні покриття, частково або повністю занурені в нього внаслідок недостатньої фільтрації лакофарбного матеріалу або	Візуальне порівняння з еталонним зразком
Шагрень, патьоки	Це візуально помітна нерівномірність поверхні лакофарбного покриття.	Профілограф-профілометр «Абрис-ПМ7» Оптичний сканер поверхні «Wave - scan dual»
Риски	Сліди подряпин від абразивної обробки забарвленої поверхні.	Візуальне порівняння з еталонним зразком

У цій таблиці вказані лабораторні методи контролю, в реальних умовах якість лакофарбного покриття здійснюється візуальною оглядом, виміром товщини шару, аналізом точності попадання в колір спектрофотометром.



### 3 Дефекти, що виникають при забарвленні

#### 3.1 Види дефектів

Процес забарвлення автомобіля і технологію підготовки можна умовно розділити на основні етапи, що включають : вибір матеріалів, знежирення шліфування, шпатлювання, напилення. Допущені на цих етапах помилки є причинами виникнення ряду дефектів лакофарбного покриття кузову.

Причини виникнення дефектів на різних етапах технологічного процесу забарвлення представлені в таблиці 3.

Таблиця 3 - Причини виникнення дефектів на різних етапах технологічного процесу забарвлення

Етапи роботи	Причини виникнення дефектів
1. Вибір матеріала	Несумісність шпаклювання, ґрунту емалі, а також невідповідність використовуваних матеріалів технічним
2. Знежирення	Застосування неякісних розчинників, порушення технології і недотримання необхідних умов роботи
3. Шліфування	Застосування невідповідних абразивних матеріалів, інструменту невірних технічних прийомів
4. Шпатлювання	Застосування неякісних матеріалів порушення технології їх приготування і нанесення, використання невідповідного інструменту

5. Отверджувачі, розчинники, добавки	Невідповідність цих компонентів умовам їх застосування, низька якість матеріалів, порушення процентного складу і невідповідних умов роботи
6. Напилення	Невірна методика того, що розпиляло невідповідні умови в забарвленні камері, погано відрегульоване устаткування
7. Функціонування устаткування	Помилки, спровоковані порушенням працездатності систем забарвлення устаткування через відсутність своєчасного технічного обслуговування і ремонту

Зв'язок можливих дефектів з етапами роботи таблиця 4

Таблиця 4 - Зв'язок можливих дефектів з етапами роботи.

№	Найменування дефекту	Етапи процесу						
		1	2	3	4	5	6	7
1.	Включення пилу						•	•
2.	Водяні мітки					•	•	
3.	Волосяні тріщини		•			•	•	
4.	Спучення	•					•	
5.	Кратерообразование		•				•	•
6.	Матовість					•	•	
7.	Крейдування						•	
8.	Низький блиск		•	•		•	•	•
9.	Ніздрюватість				•	•	•	
10.	Оконтуривание	•	•	•	•			
11.	Перепыл					•	•	
12.	Погана покриваність						•	
13.	Погане затвердіння		•		•	•	•	•
14.	Потьоки		•			•	•	

15.	Прорив бульбашки					•	•	•
16.	Просочування пігменту		•		•	•		
17.	Пузириться		•	•		•	•	•
18.	Різнотон					•	•	•
19.	Розшарування					•	•	
20.	Ржавлення		•	•		•	•	
21.	Сколювання	•					•	
22.	Слабка адгезія	•	•	•		•	•	
23.	Зморщування					•	•	
24.	Подряпини			•				
25.	Шагрень					•	•	
26.	Яблочність					•	•	

Аналіз таблиці 4 показує, що тільки 3 види дефектів (5, 17, 23) мають єдину причину. Інші ж можуть бути допущені на різних етапах технології забарвлення, починаючи від підготовки поверхні і закінчуючи сушкою готового лакофарбного покриття.

Провівши аналіз і систематизацію отриманих дефектів, були виділені помилки при фарбуванні автомобіля, які представлені в таблиці 5 [3].

Таблиця 5 - Чинники виникнення дефектів

Чинники виникнення дефектів	Допущені помилки	Рішення
Людина	Вибір розчинника неesoот-ветствующого цьому типу невірні пропорції	Визначення типу фарби і відповідні пропорції змішування
	Товстий або тонкий шар покриття	Визначення типу фарби і способу нанесення
	Використання неоднорідної фарби	Вибір фарби тієї, що устаткуванню
	Помилка в підбірці кольору	Комп'ютерне визначення

	шпаклівки і ізолятора	кольори
Устаткування	Несправне фарбувальне устаткування	Чищення устаткування, заміна
	Невірний вибір устаткування	несправного
Температура вологість тиск	Різниця температури	Визначення показників середовища при фарбуванні
	Висока вологість	
	Високий або низький тиск	
Підготовка	Попадання пилу	Ретельне прибирання
	Груба шліфовка	Універсальний шліфувальний
	Не якісна зачистка	Різна міра грубості наждачного паперу
	Відсутність захисного металу	Грунтовка, використання наповнювача
	Не якісне маскування	Матеріали, що не містять ворсинок
Сушка	Раннє уміщення в камеру сушки	Необхідний інтервал
	Недотримання часу сушки	Визначення типу фарби
	Недостатня циркуляція повітря у камері	Відкриття спеціальних отворів в камері
Неякісний матеріал	Осадження кристалів	Підбірка якісного матеріалу
	Невірний вибір шпаклювання	
	Поліровка з використанням силікатів	

Найбільша доля дефектів закладаються при підготовці поверхні оскільки цей процес є відносно трудомістким і времязатратним. Деяка частина дефектів стають помітними вже в процесі нанесення матеріалу забарвлення, інші проявляються після висихання покриття. Також існують такі дефекти, які з'являються через деякий час експлуатації транспортного засобу.

Незважаючи на усе різноманіття дефектів лакофарбних покриттів існує тільки два способи їх усунення : поліровка і перекрає. На практиці поліровка може усунути дефекти, не пов'язані з порушенням сплошности, разнотолщинности, різнотону. Спосіб усунення необхідно підбирати індивідуально так, щоб він не викликав сумніву в своїй ефективності в конкретному випадку.

Враховуючи велику трудомісткість перефарбовування, слід строго дотримуватися технологічний регламент по підготовці поверхні під забарвлення, підбору матеріалів і устаткування для їх нанесення, режимів нанесення матеріалів і їх сушки.

### **3.2 Чинники, що впливають на якість ЛКП**

Температура. Температура довкілля, матеріалів і оброблюваній поверхні має бути близька + 20 С. При зміні температури лакофарбних матеріалів міняється їх в'язкість. Оптимальна в'язкість розраховується виробником при обумовленій температурі. При підвищенні температури єднальні смоли стають рідшими порушується коректність полімеризації нанесеного матеріалу, що приводить до розривів і патьоків. Пониження температури довкілля приводить до значного уповільнення процесу випару розчинника, з'являється ризик утворення «апельсинової кірочки», патьоків. Підвищення температури вище рекомендованою призводить до появи пір, бульбашок, шорсткості і кратерів внаслідок швидкого випару розчинника.

Вологість. Підвищена вологість, аналогічно зниженій температурі, уповільнює процес випару розчинника. Це може привести до утворенню бульбашок (маленькі точки підняття лаку) на поверхні.

Пил. Один з найголовніших і небезпечніших ворогів будь-якого маляра. Він є скрізь і усюди. Його неможливо прибрати порожниною, можливо лише зменшити його кількість в повітрі. Маляру необхідно надіти чистий комбінезон і чохли на взуття, перевірити справність фільтрів камери

забарвлення, профільтрувати лакофарбний матеріал, обдути забарвлювану поверхню з обдування пістолета, протерти її протипиловою серветкою. Наявність пилу на базі під лаком призводить до переробки роботи. Вчасно помічений дефект виправляється шліфівкою.

Маскування. Маскуюче обклеювання не фарбуючих поверхонь важко недооцінити. Обклеюючий папір має бути цілісним, без просвітів і щільністю не менше 40 г/м<sup>2</sup>. Поверхня обклеюється так, щоб при подальшому, що розпиляло лаку не обкреслилися межі. Папір необхідно приклеювати максимально міцно, щоб під неї не потрапило повітря, оскільки це приведе до її відриву. Не можна використати кольоровий папір або смужки неправильної форми.

В'язкість. В'язкість показує, наскільки рідина здатна чинити опір течії, тобто безповоротному переміщенню однієї своєї частини відносно іншої. В'язкість визначається: хімічним складом концентрації розчинника, температурою повітря, поверхні, самого матеріалу. Занадто текучі, не в'язкі матеріали легко стікають з вертикальних або нахилених поверхонь. Через це покриття виходить занадто тонке згори і з патьоками знизу. Занадто в'язкі матеріали погано чи зовсім не проходять через сопло фарбоопульти, що ускладнює процес забарвлення, порушується рівномірність розподілу матеріалів по поверхні.

Для кожного лакофарбного матеріалу існує оптимальний параметр в'язкість, обумовлений виробником.

Знежирення. На поверхні є присутніми забруднення двох видів : органічні (силікон, жири) і неорганічні (солі). Для очищення застосовують метод занурення деталі в спеціальну ванну і метод того, що розпиляло засобів. Спочатку слаболужним розчином віддаляються неорганічні забруднення (в основному, побутовими миючими засобами), потім знежирювачем або розчинником віддаляються органічні. Неякісне знежирення призводить до: порушенню адгезії, небезпеки здуття нанесеного покриття розтріскуванню і лущенню фарби, нерівномірності фарбування.

Шліфування. Шліфування - це одна з основних операцій загалом комплексі ремонтних робіт по відновленню лакофарбного покриття кузова автомобіля. Тому якості її виконання надається особливе значення.

Нині найбільше поширення отримала суха машинна шліфовка, майже повністю витіснивши метод роботи «по-мокрому». Шліфування «по мокрому» вимагає застосування спеціальних водостійких шліфувальних матеріалів на основі карбіду кремнію і дозволяє в середньому за годину обробити поверхню, площа якої дорівнює 4 м<sup>2</sup>. При сухій же шліфовці за той же час можна обробити, за оцінками багатьох фахівців поверхня площею десь в 10 м<sup>2</sup>. Вона не вимагає спеціальних водостійких матеріалів, що говорить про істотні переваги «сухого» способу [9].

Якість шліфування залежить від наступних чинників:

Глибина риски;

Розміщення зерен (відкрите, закрите);

Походження шліфувального зерна (натуральне, штучне);

Матеріал (папір, тканина, фібра, комбіноване), що несе;

Єднальне зерно речовина (міздровий клей, штучна смола).

Різноманіття абразивних матеріалів, представлених сьогодні на ринку посилює проблему вибору найбільш оптимального. Передусім, потрібно визначитися з тим, які види робіт ви збираєтеся виконувати таким, що придбавалося інструментом. Папір з невеликою кількістю єднального робить можливим грубіша дія на оброблювану поверхню, але при навантаженню зерна з такого матеріалу найчастіше випадають.

Слід враховувати і те, що при роботі «сухим» методом найчастіше використовуються матеріали в межах 320-500, мокрим - 600-1000. Зрозуміло, що покриття буде краще, риска сама по собі - більше впорядкована, а обробка - значно чистіше, якщо ми проводимо операцію шліфувальною машинкою.

У багатьох випадках виходить працювати шліфмашинкою відразу ж по одній простій причині: ні на одній шліфмашинці - ні на плоскошліфувальній,

ні на ексцентриковій - немає настільки жорсткої підшви, щоб коректно спилити нерівності, що виникають в процесі ремонту. Отже, якщо помітно, що є особливо великі нерівності, і ви не упевнені, що зможете видалити їх шліфмашинкою, то потрібно чищення поверхні бруском (будь-яким : малим середнім або довгим) з відповідним папером [9].

Порушення технології процесу шліфовки призводить до таких дефектів як: втрата адгезії, крейдування, відшарування, прояв крайової зони шліфувальні ризики.

Грунтовка. Грунтовки утворюють нижні шари лакофарбних покриттів.

Основне призначення - створення надійного зчеплення верхніх шарів покриття із забарвлюваною поверхнею. Вони повинні мати хорошу адгезію вищерозміщеним шарам лакофарбного матеріалу і високим антикорозійними якостями. Адгезійна міцність шару ґрунту назад пропорційна його товщині, тому ґрунтовки наносяться дуже тонким шаром. Відновленим деталям, покритим шпаклюванням, потрібний ґрунт, так як він повинен приховувати усі мікродефекти (ризики, мікропори, кратери і так далі) присутні на шпаклюванні (саме шпаклювання вирівнює грубіші ушкодження).

Серед дефектів нанесення ґрунту не останнє місце займає і його просіла. Найчастіше вона буває викликана перевищенням робочого шару. Справа в тому, що будь-який сучасний синтетичний матеріал має порогову товщину цього самого робочого шару. Матеріал здатний виконувати свою функцію і створювати тверду захисну плівку, тільки якщо його товщина не перевищує оптимальну. Тому, якщо шар тонкий, розчинник випаровується рівномірно по усьому шару і зшивання полімерного ланцюжка відбувається коректно - усе укладається в певну схему, структуру, лінійний об'єм. При перевищенні товщини матеріал починає полімеризуватися ділянками. З одного місця випаровується більше, з іншого - менше, і полімер стає рихлим, оскільки в ланцюжках утворюються пропуски, які між собою не зістиковуються. В цьому випадку усі нерівності, наявні на підкладці, проявляються на поверхні [10].



Шпаклювання. Шпаклювання - це якраз та операція, яка і відрізняє конвеєрне забарвлення від ремонтного. Шпаклювання - пастоподібні матеріали, що наносяться по шару ґрунтовки при необхідності вирівнювання і відновлення (шпатлювання) ремонтної поверхні перед нанесенням на неї верхніх (криючих) шарів лакофарбного покриття. Шпаклювання повинні мати відмінну адгезію найширше поширеним в автомобілебудуванні поверхням: чистому металу старим неушкодженим шаром лакофарбного матеріалу і ґрунтам. Їх не можна наносити на кислотні ґрунти, це призводить до їх поганого затвердіння. Усе шпаклювання (окрім епоксидних і шпаклювань на основі ненасичених поліефірів) наносять тільки на заґрунтовану або забарвлену поверхню, причому товщина шару шпаклювання має бути мінімальною і визначатися величиною усадки матеріалу. Якщо усадка значна, то шпаклювання слід наносити в декілька шарів (з проміжною сушкою). Найчастіше дефект шпатлювання, що зустрічається, - нанесення некоректно товстого шару матеріалу, що приводить внаслідок сильної внутрішньої напруги в такому шарі до його розтріскування. Також, під час сушки слід враховувати і те, що поліефірні шпаклювання чутливі до високих температур. При перегріванні вони починають розтріскуватися.

Шпаклювання гігроскопічні, т. е. мають хорошу здатність вбирати вологу, і не лише коли їх обіллеш водою, але і з тієї, що оточує середовища. Тому зашпатлювані ділянки треба якнайшвидше покривати подальшими шарами ремонтної системи [10].

Крльоропідбір. Одним з найбільш складних етапів при відновленні лакофарбного покриття являється цветоподбор. Попри те, що колористика в сучасному світі застосовується в різних наукових і практичних сферах складність опису кольору є однією з невирішених завдань, що пояснюється неможливістю створення єдиної для усіх споживачів колірній цільовій функції (моделі).

Нині колірний простір до кінця не вивчений і описаний більше 400 моделями, деякі з яких приведені в таблиці 6.

Міжнародною комісією з освітлення на початковому етапі було запропоновано в якості колірної моделі колірний простір XYZ, який відповідає кольоросприйняттю людського ока, де основними кольорами є червоний, синій і зелений [11].

До основних проблем сучасного ремонтного забарвлення кузовів і кабін автомобілів слід віднести підбір кольору лакофарбного матеріалу. Підбір кольору - це процес отримання необхідного колірного відтінку емалі шляхом змішення основних кольорів однопігментних емалей в певній ваговій пропорції [11].

При рішенні багатьох науково-практичних завдань виникає необхідність визначення міри відмінності близьких за кольором досвідчених зразків, наприклад, при порівнянні кольору ремонтних деталей автомобіля з оригінальними заводськими. При цьому необхідно з'ясувати, проводилися ремонтні дії на певній зоні кузова або ні, тобто чи перефарбовувалися деталі кузова. Проведення подібного роду порівняння можливо з використанням спектрофотометра (рис.10).

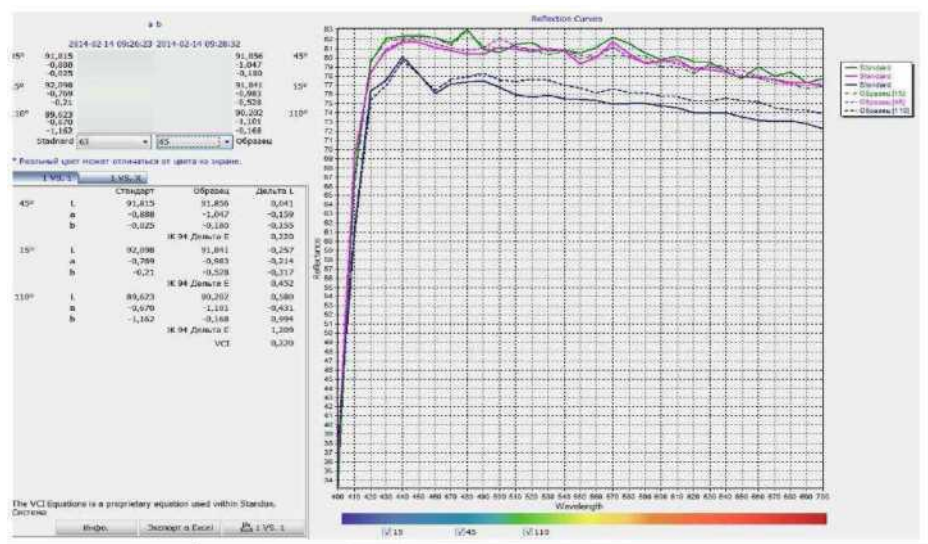


Рисунок 5 - Результати виміру параметрів лакофарбного покриття з використанням спектрофотометра

При визначенні різнотону для ефектних фарб (металіків і перламутрів) використовувалася величина VCI - Visual Correlation Index (індексвізуальної кореляції). Чим менше різновідтінковість досліджуваних

лакофарбних матеріалів, тим менше значення VCI (при проведених дослідженнях чисельне значення цього параметра складає 0,220).

Значення допусків для контролю якості проведення відновних робіт при фарбуванні кузова встановлюються автовиробниками.

Згідно з рекомендаціями компанії «Standox» [2]:

- якщо VCI менше 2, то кольоропідбір вважається хорошим і рекомендується фарбування встик;
- якщо VCI менше 3, то рекомендується фарбування методом переходу;
- якщо VCI більше 3, то можливе фарбування методом переходу або повне фарбування деталей, що знаходяться в одній площині;
- якщо VCI менше 1, то для неефектних (солідних) кольорів рекомендується фарбування встик [11].

### **3.3 Властивості устаткування, що впливають на якість**

Камера фарбування - це спеціальне устаткування, що призначається для виконання лакофарбних робіт. Вона повністю автоматизована і герметична, з її допомогою можна не лише фарбувати, але і сушити пофарбовані предмети. Найчастіше камера для фарбування потрібна при фарбуванні кузовів автомобіля і його деталей.

Використання професійного устаткування допомагає уникнути дефектів, які з'являються внаслідок не герметичності простору, попадання всередину його пилу і сміття.

Серед вимог, що висуваються до приміщення камери, варто виділити наступні: В приміщенні обов'язково повинне очищатися повітря. Камера має бути оснащена хорошим освітленням, наближеним до денного. Швидкий вихід на задану температуру і стабільність показників в течію певного часу - запорука якісного результату. Повітря в приміщенні на вході і виході повинен

очищатися. Фарбувальна камера зобов'язана бути безпечною і економно витрачати електроенергію, паливо, інші матеріали.

Камера для фарбування складається з безпосередньо приміщення, яке відокремлено від зовнішнього світу шаром ізоляції, найчастіше застосовуються готові сендвич-панелі. Автомобіль або його деталі для фарбування поступає всередину камери через особливі герметичні ворота з трьома стулками. Фарбувальні камери невеликого розміру є герметичним устаткуванням яке має витяг, двигун, що створює розряджене повітря усередині який і дозволяє рівномірно забарвити предмети, не побоюючись потьоків або сторонніх часток. Усередині камера для фарбування покрита порошковим барвником, який відрізняється стійкістю і довговічністю.

Залежно від вирішуваних завдань фарбувальні камери мають широкий діапазон розмірів. Головне, щоб вони дозволяли повністю завантажуватизабарвлюваний виріб і при цьому, якщо в камері передбачається знаходження персоналу, між забарвлюваною заготівлею і внутрішніми стінками камери залишалися проходи шириною від 1,2 м, що не обмежують свободу рухів робітника.

При спорудженні стін важливим моментом є їх теплоізоляція. У утепленій камері простіше підтримуватиме необхідний температурний режим, що є обов'язковим для отримання якісного результату.

Колір стін краще всього робити білим - це поліпшить перенесення кольорів і підвищить точність роботи маляра. Стелі в камері обладналися з розрахунку на те, щобуде встановлена система подання повітря. Стеля також утепляється і виконується у світлих тонах. Двері мають бути герметичні і добре утримувати тепло.

Освітлення має бути яскравим і охоплювати усе приміщення, тому джерела світла встановлюються не лише на стелі, але і розподіляються по стінам. При цьому основне завдання - забезпечити рівномірне освітлення усього автомобіля і не можна допускати утворення на поверхні авто тіней, відблисків і ділянок, що не переглядаються. Оскільки денний (наближений до

сонячного) світло в камері - один з найважливіших аспектів при фарбуванні машини рекомендується розмістити лампи в декілька рядів так, щоб вони різних рівнях. Це поліпшить візуалізацію і, як наслідок, забезпечить відмінне фарбування.

Вентиляція дозволяє:

- очистити повітря від пари, що виділяється при виконанні роботи;
- видалити пил і дрібні частки, а також запобігти їх попаданню на свіжу фарбу; регулювати температуру і вологість;
- очистити повітря від пари;
- підтримка оптимальної вологості, а саме 50-70%;
- використання вертикальної системи вентиляції.

Щоб камера виконувала свої функції і забезпечила відмінний результат необхідно дотримуватися певних умов:

- рух повітря має бути рівномірним і спрямованим.
- дотримання температурного режиму (ідеальними показниками вважаються 22-24 градуси)[12].

Облаштування вентиляції фарбувального боксу грає дуже важливу роль і зазвичай воно організовується з декількох окремих вузлів. Одна система подає у камеру зовнішнє повітря, пропущене через повітряний фільтр. Окрім того, що повітря фільтрується, він може додатково прогріватися до необхідної температури. Система пропускання зовнішнього повітря через фільтр призначена для затримання пилу і інших часток, які можуть негативно вплинути на результат фарбування.

Камера для фарбування авто має бути устатковані системою очищення внутрішнього повітря фільтрами від пари розчинника і часток фарби. Для організації цієї системи можуть застосовуватися сухі фільтри або використовується спеціальне облаштування гідрофільтрації. Це фільтр, який окрім звичайного очищення повітря проганяє його через рідину, де осідають зважені частки фарби. Використання гідрофільтра забезпечує ефективність очищення повітря не менше 90 %. Після проходження через фільтр повітря

може викидатися в атмосферу або ж подаватися назад у фарбувальну камеру. Це дозволяє значно заощадити на обігріві приміщення. Минуле через фільтр повітря вже має нормальну температуру і не вимагає додаткового прогрівання.

Важливим на цьому етапі є осушувач повітря, яке використовується разом з фільтрами не лише на етапі фарбування, але і під час сушки автомобіля. Цей пристрій під час нанесення лакофарбного покриття знижує зміст вологи в повітрі, що позитивно впливає на якість результату. Найбільш ефективна наявність двох вентиляторів : перший витягає повітря з приміщення, а другою нагнітає його зовні, забезпечуючи приплив очищеного повітря ззовні. Як правило, пристрій працює в трьох режимах: очищення, циркуляція і нагрів до потрібної температури, сушкаробиться при прогріванні до 60 градусів.

Стандартне фарбувальне приміщення має два режими повітрообміну : викид повітря назовні; рециркуляція. Викид повітря назовні - це процес викликаний огорожею повітряних мас зовні приміщення і вивідпереробленого повітря за його межі. В той же час, режим рециркуляції - це подання свіжого повітря в камеру, щоб зменшити концентрацію вибухонебезпечних речовин і узабезпечити життя фахівців-малярів. І так середньостатистична розрахункова продуктивність повітрообміну для звичайної стандартної фарбувальної камери складає 18 000 - 22 000 м<sup>3</sup> /годину що забезпечує не лише безпечні умови роботи людей, але і високу якість фарбування транспортних засобів.

У фарбувальних камерах використовуються досить тяжкі умови до температурному режиму, так витрата дизельного палива для обігріву приміщення складає 10-20 кг/годину, і в той же час потужність пальника в таких камерах не повинна перевищувати 250 кВт. Функція підігрівання повітря повинна знаходитися в автоматичному режимі, щоб забезпечувати високий рівень якості робіт, що проводяться. Також, фарбувальна камера має бути оснащена пультами управління і датчиками контролю вузлів і режимів для забезпечення повітрообміну, необхідного температурного режиму і пожежобезпеки [12].

Якість підготовки повітря, використовуваного в пістолетах забарвлень безпосередньо впливає на якість лакофарбного покриття, його стійкість міцність і декоративну привабливість. Причому йдеться не лише о фарбі, але і про ґрунт: недостатньо добре підготовлене повітря може привести до виникнення дефектів, серед яких, — кратери, втрата адгезії інші.

Попри те, що підготовка повітря потрібна практично завжди вимоги до його якості можуть бути різними. Наприклад, для роботи шліфувального пневмоінструмента нам знадобиться повітря з одними параметрами, а для якісного забарвлення — набагато чистіший.

За класифікацію стислого повітря за мірою забрудненості відповідають два стандарти: міжнародний — ISO 8573-1 і російський — ГОСТ 17433 - 80. Ці стандарти регламентують залишковий зміст в повітрі вологості і твердих часток, їх максимальний розмір, а також температуру точки роси стислого повітря, тобто вміст води в пароподібному стані.

Таблиця 6 - Класи відповідно до ISO 8573-1

Клас	По частках		По точці роси	По олії
	d, мкм	міліграм/м3	t, °C	міліграм/м3
0	Клас 0 зарезервований під більш високі вимоги, обмовляються окремо			
1	0,1	0,1	-70	0,01
2	1	1	-40	0,1
3	5	5	-20	1
4	15	8	3	5
5	40	10	7	25
6	-	-	10	-

Точка роси - температура, до якої потрібно охолодити стисле повітря щоб в нім почала конденсуватися волога.

Таблиця 7- Класи відповідно до ГОСТ 17433-80

Клас	Розмір твердих часток мкм	Зміст сторонніх домішок, міліграма/м3, не більше		
		Тверді частки	Вода (рідке стан)	Олія (рідка стан)
0	0,5	0,001	не допускається	
1	5	1		
2			500	не допускається
3	10	2	не допускається	
1	2	3	4	5
4			800	16
5	25	2	не допускається	
6			800	16
7	40	4	не допускається	
8			800	16
9	80	4	не допускається	
10			800	16
11	Не регламентується	12,5	не допускається	
12			3200	25
13		25	не допускається	
14			10000	100

Зміст пари олії цим стандартом не регламентується, але цей параметр враховується в стандарті DIN ISO 8573-1. Цей стандарт передбачає роздільну класифікацію за кожним з трьох показників : твердим часткам, волозі і олії [13]. Відповідно до цього стандарту для високоякісного забарвлення потрібно повітря класу 1.4.1 (1 клас по твердих частках, 4 клас по волозі і 1 клас по олії).



Таблиця 8 - Клас забрудненості по ГОСТ 17433-80 залежно від призначення

Завдання	Клас
Пневмоінструмент	7-10
Пневмодвигуни	5-12
Охолодження інструменту або деталі	5-12
Піскоструминна обробка	11,13
Розпиляло фарб для грубих фарбувальних робіт	7,9
Розпиляло фарб для фарбувальних робіт високої якості	1,2,3,5
Очищення і продування деталей при зборці	5-12
Пневмоциліндри, пневмораспылители, що контрольний-апаратура	5-10
Повітряне мастило підшипників і направляючих верстатів	0,1,2,3
Пневматичний вимірювальний інструмент	0

Таблиця 9 - Клас забрудненості по ISO 8573-1 залежно від призначення

Сфера застосування	Олія	Пил	Волога
Повітря для обдування виробів	-	-	-
Піскоструминна обробка		3	
Стандартне фарбування			
Якісне фарбування	5	3	4
Забарвлення автомобілів	1	1	3
Пневмоінструмент	1	1	4
Живлення КІП	1	1	2-3
Високоякісне забарвлення і підготовка поверхні	1	1	1-3
Високоточна пневматика	1	1	2-3

Таблиця 10 - Клас забрудненості по ISO 8573-1 залежно від міриочищення.

Якість стислого повітря Сфера застосування	Забруднення				Клас якості		
	Крупні частки	Мілкі частини	Травні	Конденсат	По част	По воді	Травило
Без підготовки	+	+	+	+	5	7	5
Очищений від великих часток (рекомендується умовно)		+	+	+	4	7	4
Очищений від дрібних часток і олії (не рекомендується)			+	+	1	7	2
Очищений від великих часток і конденсату (інструмент, устаткування з власною системою фільтрації)		+	+		4	4	4
Очищений від дрібних часток і конденсату (інструмент, устаткування)			+		1	4	2
Очищений від дрібних часток, конденсату і олії (забарвлення, устаткування,					1	4	1
Очищений від дрібних часток і конденсату (зовнішні трубопроводи устаткування, працююче з даним			+		1	2	2
Очищений від дрібних часток, конденсату і олії устаткування, якому потрібний цей клас)					1	2	1

При плануванні підготовки стислого повітря і виборі необхідного устаткування необхідно керуватися вказаними в цих стандартах допустимими значеннями змісту домішок.

Також в документації до того або іншому пневмоінструменту або устаткуванню ви завжди зможете знайти необхідний клас очищення. Але на одному і тому ж інструменті класи можуть бути різними за різними параметрами: по твердих частках — один, по волозі — інший, по олії — третій [13]. На успішний кінцевий результат при проведенні фарбувальних робіт впливають декілька чинників. Зневажливе відношення до будь-якого з них може привести до того, що усю роботу доведеться виконувати наново. Приміром видаляти нанесене покриття і пускати робочий процес по новому колу. У повній мірі це відноситься і до очищення повітря, що подається на фарбувальний пістолет. Для уловлювання твердих часток служать фільтри з різними розмірами осередків. Для видалення води використовується осушувач стислого повітря.

Враховуючи те, що на виході з ресівера повітря знаходиться в стислому стані, усі забруднення мають в ньому більшу концентрацію, ніж в природному стані. До того ж різке його охолодження в результаті розширення приводить до конденсації водяної пари, що утворює краплі води.

Вода, змішуючись в пістолеті з ґрунтовкою, фарбою або лаком, приводить до наступних наслідків:

1. При попаданні на забарвлювану поверхню погіршує адгезію ЛКП що викликає його відшарування.
2. Потрапляючи в «глибину» шару фарбувального матеріалу, стає причиною розривів останнього під час сушки. Удари часток води об поверхню барвистого шару викликають появу на ньому нерівностей - кратерів. Якісного очищення не можна добитися установкою одного фільтру іодноступінчатого осушувача. Фільтри в пневмосистемі повинні встановлюватися в декілька східців, зі зменшенням розміру осередку. Осушення також бажано здійснювати у декілька етапів. Сучасні системи для подання повітря на

фарбувальне устаткування передбачають навіть його підігрівання в завершальній стадії. Так зменшується ризик конденсації пари вже безпосередньо на виході з пістолета [14].

Метод повітряного, що розпиляло найбільш поширений і є одним з найякісніших методів нанесення складів забарвлень. Цей метод застосовується для забарвлення невеликих поверхонь в промисловості будівництві і в побуті. Принцип повітряного, що розпиляло заснований на тому, що стисле повітря проходячи через спеціальні сопла різної конструкції, розбиває фарбу на мелкодисперсные частки, формується факел розпилення.

У зв'язку з тим, що фарбопульти можуть комплектуватися соплами різних діаметрів, реалізується можливість розпиляти склади забарвлень будь-яких типів і практично будь-якої в'язкості. Існує чотири основні типи устаткування для повітря розпиляти. У них регулювання подання фарби здійснюється за рахунок позиціонування голки, що замикає сопло. Факел того, що розпиляло формується повітряним соплом. У ручних пневматичних фарборозпилювачах з верхнім розташуванням місткості (рис. 6 а) фарба самопливно, за рахунок сили тяжіння, подається з місткості до сопла. Регулювання подання фарби здійснюється голкою, яка замикає сопло, зміною тиску стислого повітря і в деяких, дорожчих моделях фарборозпилювачів - додатковим клапаном, який розташовується відразу після місткості для фарби. У ручних пневматичних фарборозпилювачах з нижнім розташуванням місткості для фарби (рис. 6 б) склад забарвлення всмоктується (ежекується) в сопло для фарби за рахунок розрідження, що створюється стислим повітрям. Існують системи, де місткість для фарб є невеликою красконагнітач, в який подається частина стислого повітря для надання надмірного тиску.



Рисунок 6 - Пневматичні фарборозпилювачі (а) з верхнім і (б) з нижнім розташуванням місткості

Принцип роботи агрегатів повітряного, що розпиляло з пневматичним мембранним двигуном (рис. 7 а) заснований на використанні насоса з двома діафрагмами. Стисле повітря, потрапляючи в установку, розділяється на два потоки. Перший потік спрямовується по спеціальному шлангу через редуктор тиску в пістолет для фіксації факела. Інший потік поступає через другий редуктор тиску до насоса. Насос всмоктує фарбу прямо з контейнера і доставляє її до розпорозувального пістолета. Такі агрегати знаходять широке застосування на промислових підприємствах. У агрегатах повітряного, що розпиляло з низьким тиском і великою поданням повітря (рис. 7 б) джерелом стислого повітря служать не компресори а електричні турбіни (повітродувки) різної потужності. Турбіни роблять сухе стисле повітря у великому об'ємі без домішок олії і вологи. Надмірне тиск складає не більше однієї атмосфери, але за рахунок високої продуктивності турбіни і ідеальної конструкції

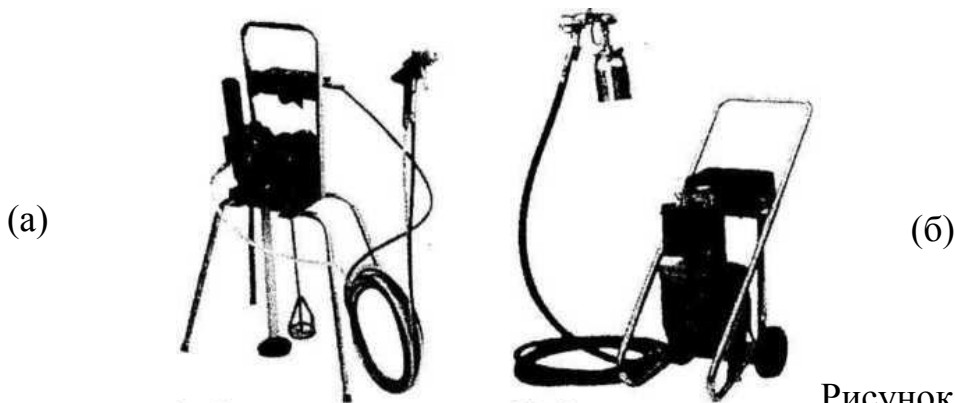


Рисунок 7 - Фарборозпилювачі

розпорошувальних пістолетів досягається висока якість забарвлюваної поверхні. Нижче приведені основні системи розпилення, по яких розрізняються фарбопульти.

Фарбопульти системи НР (високий тиск). Це застаріла система розпиляти. Фарбувальні пістолети такого типу достатньо довго використовувалися для забарвлення автомобілів в майстернях по кузовному ремонту. Для їх роботи потрібний вхідний тиск 3-4 атмосфери. Власне і у момент того, що розпиляло тиск приблизно таке ж. Для таких фарбоопульти потрібно малий об'єм стислого повітря. Для їх роботи не вимагається занадто продуктивний компресор. Фарбувальні пістолети системи НР здатні формувати широкий факел і рівномірно наносити лакофарбний матеріал. Головним недоліком таких фарбоопульти є невисокий коефіцієнт перенесення розпиляних матеріалів на поверхню. Такі фарбоопульти при розпиляло утворюють туман забарвлення, який не потрапляє на забарвлювану поверхню. Таким чином, 30-45% розпорошеної фарби утворюють лакофарбне покриття, а інші 55-70% осідають зовні забарвлюваній поверхні.

**Достоїнства:** Не потрібно високопродуктивний компресор. Формується широкий факел, який полегшує рівномірне нанесення лакофарбного матеріалу. Висока швидкість нанесення лакофарбного матеріалу.

**Недоліки:** Низький коефіцієнт перенесення розпиляних матеріалів на забарвлювану поверхню. Високий тиск при тому, що розпиляло піднімає пил, що знаходиться в майстерні, яка потім осідає на забарвленій поверхні. Фарбоопульти системи HVLP (High Volume Low Pressure - високий об'єм, низький тиск). Фарбоопульти цього типу отримали широке поширення і в наші дні успішно застосовуються малярями при фарбуванні автомобілів. Ці фарбувальні пістолети для роботи використовують великий об'єм повітря, а те, що розпиляло відбувається при низькому тиску.

Фарбоопульти HVLP при досить високому вхідному тиску (2.5 - 3 атмосфери) розпиляли лакофарбні матеріали при низькому тиску (менш 1 атмосфери). Завдяки низькому тиску при тому, що розпиляло, великий відсоток розпиляного лакофарбного матеріалу переноситься на забарвлювану поверхню (близько 75%). Фарбоопульти такого типу добре зарекомендували себе при нанесенні фарб з ефектом «металік» і «перламутр».

**Достоїнства:** Високий відсоток перенесення лакофарбного матеріалу на забарвлювану поверхню при тому, що розпиляло. Низьке туманоутворення при тому, що розпиляло. Низький тиск при тому, що розпиляло не піднімає багато пилу, який знаходиться в приміщенні, де робиться фарбування. Висока продуктивність.

**Недоліки:** Потрібно продуктивний компресор, щоб постійно видавати великий об'єм повітря для роботи фарбоопульта. Вимагається використати шланг для з'єднання компресора з фарбоопультом зі збільшеним діаметром. Вимагається наносити лакофарбні матеріали на невеликій відстані від поверхні. Це вимагає певного професіоналізму від маляра, щоб фарбувати без патьоків.

Пістолети забарвлень низького тиску системи LVLP (Low Volume Low Pressure — низький об'єм, низький тиск). Фарбоопульти такої системи ті, що розпиляли були винайдені, з метою прибрати недоліки розпилювачів HP і HVLP. У різних виробників фарбувальні пістолети з подібною системою розпилення можуть мати інші аббревіатури. Приміром, у фірми SATA схожа технологія має назву RP (Reduced Pressure), у фірми DeVILBISS — GTI PRO, у Walcom — GEO і HTE (High Transfer Efficiency). Мета цих фарбоопультів поєднувати невисоку витрату повітря високим коефіцієнтом перенесення лакофарбного матеріалу. Ці розпилювачі працюють при вхідному тиску 1.6-2 атмосфери, а розпилення здійснюється при тиску 0.7-1.2 атмосфер.

Фарбоопульти LVLP мають понижене споживання повітря в порівнянні з фарбоопультами HVLP. Це дозволяє понизити вимоги до продуктивності

компресора. При цьому відсоток перенесення лакофарбних матеріалів на забарвлювану поверхню при розпиленні складає близько 70%.

Фарбувальні пістолети LVLP добре зарекомендували себе при нанесенні будь-яких видів лакофарбних матеріалів.

**Достоїнства:** Не потрібно занадто великий об'єм повітря при роботі фарбоопульту (потрібно близько 200 л/м). Високий відсоток перенесення лакофарбного матеріалу на забарвлювану поверхню. Унаслідок низького тиску при тому, що розпиляло, не піднімає багато пилу у приміщенні, де робиться фарбування. Низьке туманоутворення при тому, що розпиляло. Висока продуктивність. Немає залежності від перепаду тиску.

**Недоліки:** Низька швидкість того, що розпиляло. Формують факел меншого розміру, ніж фарбоопульти HVLP. [14] При виборі систем повітряного, що розпиляло необхідно враховувати технічні характеристики фарб, які вибрані для роботи. Це в'язкість, щільність, сухий залишок, рекомендований діаметр сопла для цієї фарби. Слід зазначити, що фарборозпилювачі з поданням фарби під тиском від фарбонагнітального бачка або скляночки в нижній частині характеризуються високою продуктивністю і застосовуються при великих об'ємах робіт. У той час як фарборозпилювачі з поданням фарби самопливно з прикріпленого згори скляночки застосовують при невеликих об'ємах робіт, при виправленні дефектів поверхні. Ці розпилювачі характеризуються невеликим витратою матеріалу. При професійному фарбуванні необхідно мати три фарборозпилювача (для ґрунту, бази, лаку). В цьому випадку буде виключена проблема з попаданням в лак часток фарби, яка розпилювалася перед цим.

Також знижується втрата часу і трудовитрати на відмивання фарбоопульту після того, що розпиляло різних матеріалів, для подальшого використання. Дюза (сопло для фарби) має певний розмір. Через дюзу тече лакофарбний матеріал, а також в неї вставляється кінчик голки, регулюючи потік фарби. Голка переміщається вперед-назад за допомогою курку. При повному відпуску курку, голка притискається пружиною і герметично



закриває дюзу. Для матеріалів, що мають різну в'язкість, застосовуються дюзи різного діаметру. 1.2 - Локальне фарбування. 1.3 - 1.6 - нанесення бази і лаку. Також підходить для нанесення водорозчинних фарб. 1.4 - 1.7 - нанесення лаку і акрилу. 1.6-2.2 - ґрунтовка 2.5-3.0 - нанесення рідкої шпаклівки. Це загальні правила, яким не обов'язково строго слідувати. Деякі малярі вибирають якийсь один розмір дюзи і прекрасно наносить будь-які матеріали. Нанесення ґрунту вимагає дюзу більшого розміру, інакше припаде розводити його дуже рідко, що не бажано. Для акрилового ґрунту важлива його наповнююча здатність, а при великій кількості розчинника вона падає.

Важливим аспектом правильного підбору систем повітряного, що розпиляло являється вибір компресора. Слід враховувати, що в'язкіші забарвлення склада вимагають установки сопла більшого діаметру, і внаслідок цього споживання стислого повітря фарбоопультом або агрегатом повітря розпиляти збільшується. Компресор повинен видавати певний об'єм при потрібному тиску постійно, під час використання фарбоопульту. Правило таке, що компресор повинен робити в 1.5 рази більше кубічних сантиметрів в хвилину, чим вимагається для роботи фарбоопульту при заданому тиску.

При недостатній продуктивності компресора не вийде хорошого, що розпиляло. Компресор може видавати показники вище за потрібний тиск, але давати недостатню кількість повітря. Також важливий шланг і фітинг. Якщо використовуєте шланг діаметром У дюйма, то такий шланг перешкоджатиме нормальному проходженню повітря. Треба застосовувати шланг з внутрішнім діаметром в 3/8 дюйма з муфтами і фітингом, що пропускають швидкий потік повітря. Це значно поліпшить проходження повітря. Основні чинники, які впливають на різнотон при фарбуванні автомобіля: Підкладка; Кількість шарів, товщина покриття; Техніка нанесення ( у тому числі швидкість); Тиск; Устаткування / фарбоопульт; Відстань до деталі; Сопло; Тип розчинника : швидкий, повільний; Кількість розчинника; Температура матеріалу. З часом ЛКП навіть автомобілів преміум-класу міняє свій відтінок. Пов'язано це в основному з хімічними перетвореннями у верхніх шарах лакофарбного

покриття під впливом ультрафіолетових променів. Тому нерідкі випадки, коли на 100% правильно підібрана фарба після її локального нанесення візуально відрізняється по відтінку.

. Фарбувальні пістолети такого типу достатньо довго використовувалися для забарвлення автомобілів в майстернях по кузовному ремонту. Для їх роботи потрібний вхідний тиск 3-4 атмосфери. Власне і у момент того, що розпиляло тиск приблизно таке ж. Для таких фарбопультів потрібно малий об'єм стислого повітря. Для їх роботи не вимагається занадто продуктивний компресор. Фарбувальні пістолети системи HP здатні формувати широкий факел і рівномірно наносити лакофарбний матеріал. Головним недоліком таких фарбоопультів є невисокий коефіцієнт перенесення розпиляних матеріалів на поверхню. Такі фарбоопульти при розпиляло утворюють туман забарвлення, який не потрапляє на забарвлювану поверхню. Таким чином, 30-45% розпорошеної фарби утворюють лакофарбне покриття, а інші 55-70% осідають зовні забарвлюваній поверхні.

**Достоїнства:** Не потрібно високопродуктивний компресор. Формується широкий факел, який полегшує рівномірне нанесення лакофарбного матеріалу. Висока швидкість нанесення лакофарбного матеріалу.

**Недоліки:** Низький коефіцієнт перенесення розпиляних матеріалів на забарвлювану поверхню. Високий тиск при тому, що розпиляло піднімає пил, що знаходиться в майстерні, яка потім осідає на забарвленій поверхні. Фарбоопульти системи HVLP (High Volume Low Preassure - високий об'єм, низький тиск). Фарбоопульти цього типу отримали широке поширення і в наші дні успішно застосовуються малярами при фарбуванні автомобілів. Ці фарбувальні пістолети для роботи використовують великий об'єм повітря, а те, що розпиляло відбувається при низькому тиску. Фарбоопульти HVLP при досить високому вхідному тиску (2.5 - 3 атмосфери) розпиляли лакофарбні матеріали при низькому тиску (менш 1 атмосфери). Завдяки низькому тиску

при тому, що розпиляло, великий відсоток розпиляного лакофарбного матеріалу переноситься на забарвлювану поверхню (близько 75%).

Фарбопульти такого типу добре зарекомендували себе при нанесенні фарб з ефектом «металік» і «перламутр».

**Достоїнства:** Високий відсоток перенесення лакофарбного матеріалу на забарвлювану поверхню при тому, що розпиляло. Низьке туманоутворення при тому, що розпиляло. Низький тиск при тому, що розпиляло не піднімає багато пилу, який знаходиться в приміщенні, де робиться фарбування. Висока продуктивність.

**Недоліки:** Потрібно продуктивний компресор, щоб постійно видавати великий об'єм повітря для роботи фарбоопульта. Вимагається використати шланг для з'єднання компресора з фарбоопультом зі збільшеним діаметром. Вимагається наносити лакофарбні матеріали на невеликій відстані від поверхні. Це вимагає певного професіоналізму від маляра, щоб фарбувати без патьоків. Пістолети забарвлень низького тиску системи LVLP (Low Volume Low Pressure — низький об'єм, низький тиск). Фарбоопульти такої системи ті, що розпиляли були винайдені, з метою прибрати недоліки розпилювачів HP і HVLP. У різних виробників фарбувальні пістолети з подібною системою того, що розпиляло можуть мати інші аббревіатури. Приміром, у фірми SATA схожа технологія має назву RP (Reduced Pressure), у фірми DeVILBISS — GTI PRO, у Walcom — GEO і HTE (High Transfer Efficiency). Мета цих фарбоопультів поєднувати невисоку витрату повітря високим коефіцієнтом перенесення лакофарбного матеріалу. Ці розпилювачі працюють при вхідному тиску 1.6-2 атмосфери, а те, що розпиляло здійснюється при тиску 0.7 -1.2 атмосфер. Фарбопульти LVLP мають понижене споживання повітря в порівнянні з фарбопультами HVLP. Це дозволяє понизити вимоги до продуктивності компресора. При цьому відсоток перенесення лакофарбних матеріалів на забарвлювану поверхню при тому, що розпиляло складає близько 70%. Фарбувальні пістолети LVLP добре зарекомендували себе при нанесенні будь-яких видів лакофарбних матеріалів.

**Достоїнства:** Не потрібно занадто великий об'єм повітря при роботі фарбоопульту (потрібно близько 200 л/м). Високий відсоток перенесення лакофарбного матеріалу на забарвлювану поверхню. Унаслідок низького тиску при тому, що розпиляло, не піднімає багато пилу у приміщенні, де робиться фарбування. Низьке туманоутворення при тому, що розпиляло. Висока продуктивність. Немає залежності від перепаду тиску.

**Недоліки:** Низька швидкість того, що розпиляло Формують факел меншого розміру, ніж фарбоопульти HVLP. [14] При виборі систем повітряного, що розпиляло необхідно враховувати технічні характеристики фарб, які вибрані для роботи. Це в'язкість щільність, сухий залишок, рекомендований діаметр сопла для цієї фарби. Слід зазначити, що фарборозпилювачі з поданням фарби під тиском від красконагнетательного бачка або скляночки в нижній частині характеризуються високою продуктивністю і застосовуються при великих об'ємах робіт. У те час як фарборозпилювачі з поданням фарби самопливно з прикріпленого згори скляночки застосовують при невеликих об'ємах робіт, при виправленні дефектів поверхні. Ці розпилювачі характеризуються невеликим витратою матеріалу. При професійному фарбуванні необхідно мати три фарборозпилювача (для ґрунту, бази, лаку). В цьому випадку буде виключена проблема з попаданням в лак часток фарби, яка розпилювалася перед цим.

Також знижується втрата часу і трудовитрати на відмивання фарбоопульту після того, що розпиляло різних матеріалів, для подальшого використання. Дюза (сопло для фарби) має певний розмір. Через дюзу тече лакофарбний матеріал, а також в неї вставляється кінчик голки, регулюючи потік фарби. Голка переміщається вперед-назад за допомогою курку. При повному відпуску курку, голка притискається пружиною і герметично закриває дюзу. Для матеріалів, що мають різну в'язкість, застосовуються дюзи різного діаметру. 1.2 - Локальне фарбування. 1.3 - 1.6 - нанесення бази і лаку. Також підходить для нанесення водорозчинних фарб. 1.4 - 1.7 - нанесення лаку і акрилу. 1.6-2.2 - ґрунтовка 2.5-3.0 - нанесення рідкої шпаклівки. Це загальні

правила, яким не обов'язково строго слідувати. Деякі малярі вибирають якийсь один розмір дюзи і прекрасно наносить будь-хто матеріали. Нанесення ґрунту вимагає дюзу більшого розміру, інакше припаде розводити його дуже рідко, що не бажано. Для акрилового ґрунту важлива його наповнююча здатність, а при великій кількості розчинника вона падає. Важливим аспектом правильного підбору систем повітряного, що розпиляло являється вибір компресора. Слід враховувати, що в'язкіші забарвлення склади вимагають установки сопла більшого діаметру, і внаслідок цього споживання стислого повітря фарбоопультом або агрегатом повітря розпиляли збільшується. Компресор повинен видавати певний об'єм при потрібному тиску постійно, під час використання фарбоопульту. Правило таке, що компресор повинен робити в 1.5 разу більше кубічних сантиметрів в хвилину, чим вимагається для роботи фарбоопульту при заданому тиску.

При недостатній продуктивності компресора не вийде хорошого, що розпиляло. Компресор може видавати показники вище за потрібний тиск, але давати недостатню кількість повітря. Також важливий шланг і фітинг. Якщо використовуєте шланг діаметром У дюйма, то такий шланг перешкоджатиме нормальному проходженню повітря. Треба застосовувати шланг з внутрішнім діаметром в 3/8 дюйма з муфтами і фітингом, що пропускають швидкий потік повітря. Це значно поліпшить проходження повітря. Основні чинники, які впливають на різнотон при фарбуванні автомобіля: Підкладка; Кількість шарів, товщина покриття; Техніка нанесення ( у тому числі швидкість); Тиск; Устаткування / фарбоопульт; Відстань до деталі; Сопло; Тип розчинника : швидкий, повільний; Кількість розчинника; Температура матеріалу. З часом ЛКП навіть автомобілів преміум-класу міняє свій відтінок. Пов'язано це в основному з хімічними перетвореннями у верхніх шарах лакофарбного покриття під впливом ультрафіолетових променів. Тому нерідкі випадки, коли на 100% правильно підібрана фарба після її локального нанесення візуально відрізняється по відтінку.

## **4 Технологія підготовки, фарбування та сушіння кузова автомобіля**

### **4.1 Підготовка поверхні кузова під фарбування**

Підготовка поверхонь до фарбування включає зняття старих лакофарбових покриттів, видалення продуктів корозії, ґрунтування та шпаклювання поверхні, ретельне шліфування ґрунтованої та шпатльованої поверхні.

Існують два способи видалення старої фарби – механічний та хімічний. При механічному способі стара фарба видаляється з панелей кузова сталевими щітками, абразивною шкіркою, дробом і т. д. Ефективно видаляється стара фарба з поверхонь кузова дробоструминним способом. Для цього застосовується металевий дріб розміром 0,2...0,3 мм. Після дробоструминної обробки поверхня кузова набуває шорсткості, що забезпечує високу міцність зчеплення лакофарбового покриття з основним металом.

Хімічний спосіб, більш продуктивний і якісний, полягає у видаленні старої фарби органічними змивками (СД, АФТ-1, АФТ-8, СП-6, СПС-1), які за допомогою кисті або шпателя наносяться рівномірним шаром завтовшки 1...3 мм поверхню забарвленого металу та залишаються на 10...30 хв. Після розм'якшення та відшаровування старого покриття його видаляють з поверхні металу шпателем, а очищену поверхню протирають насухо ганчіркою. Невеликі залишки старого покриття та продукти корозії видаляють із поверхні крупнозернистою шкіркою.

Для видалення іржі з металу також використовуються механічний і хімічний методи. У першому випадку застосовують механізований інструмент або очищають метал вручну сталевими щітками, абразивною шкіркою або іншими абразивними матеріалами. При цьому обробку виконують дуже обережно, тому що через корозію метал стає крихким і легко ушкоджується. Для очищення поверхні металу від оксидів та гідратів хімічним методом (травленням) використовуються розчини кислот, кислих солей або лугів.

Хімічні засоби значно полегшують процес, проте після обробки їх залишки необхідно ретельно видалити, оскільки вони самі через свою хімічну активність можуть сприяти розвитку корозії.

Перед травленням поверхню металу необхідно знежирити, тому що залишки мастила та жирів погіршують її змочування та травлення протікає нерівномірно. На практиці операції травлення та знежирення поєднують. Для знежирення панелей із чорних металів, нікелю та міді використовуються лужні розчини; деталі з алюмінію, цинку, олова та їх сплавів знежирюють у розчинах солей із меншою вільною лужністю (вуглекислий або фосфорний натрій, вуглекислий калій).

Процес травлення складається з наступних операцій: обробка кислотосодержащим складом, промивання водою, промивання нейтралізуючим складом, промивання водою, сушіння.

Найбільш ефективне змішане очищення металу від іржі, яка полягає в попередній механічній обробці поверхні з подальшим видаленням залишків іржі з пор металу хімічними засобами.

Для збільшення терміну служби лакофарбового покриття, поліпшення зчеплення його з металом та уповільнення розвитку корозійних процесів у місцях порушення лакофарбового шару деталі кузова перед ґрунтуванням в обов'язковому порядку піддають фосфатуванню – хімічній обробці сталевих деталей з метою отримання на їх поверхні шару нерозчинних у воді нерозчинних у воді. В авторемонтній практиці ця операція полягає в нанесенні шару первинного (антикорозійного) ґрунту (наприклад, ПЛ-02 або ПЛ-23), що забезпечує максимальний антикорозійний захист і високу адгезію до підкладки шарів, що наносяться згодом.

Після обробки металу ортофосфорною кислотою на поверхні залишається сіра плівка, що складається з кристаликів солі, які надалі можуть стати осередками корозії. Тому перед ґрунтуванням поверхня повинна бути ретельно промита, висушена та знежирена.

**Грунтування** - це нанесення шару лакофарбового матеріалу на поверхню, що фарбується (у нашому випадку - на панель кузова) для створення надійного зчеплення з нею покриття, що наноситься, і надання покриттю додаткових антикорозійних властивостей. Грунтовки відрізняються від емалей підвищеним вмістом пігментів, переважно антикорозійних. Основні вимоги до грунтовок: хороша адгезія до металу та вищележачих шарів покриття (емалям та шпаклівкам) та високі антикорозійні властивості.

Грунтовки наносяться на попередньо підготовлену (очищену від іржі та знежирену) поверхню рівномірним шаром завтовшки 12...20 мкм, а фосфатуючі грунтовки - шаром завтовшки 5...8 мкм. Грунтовки наносяться звичайними фарборозпилювачами (рис. 5) або спеціальними пістолетами для фарбування зі збільшеним соплом при підвищеному тиску повітря. Для отримання високоякісного шару грунтовки його необхідно висушити, не допускаючи пересушування, щоб різко не погіршилося зчеплення незворотних грунтовок (алкідних, епоксидних та ін.) з нанесеними далі покривними емалями, особливо швидковисихаючими. Після грунтування на поверхні панелей стають добре помітні дрібні подряпини та ризики від інструментів, використаних при рихтуванні кузова.

**Шпатлювання** - це процес нанесення лакофарбового матеріалу на шар грунтовки для вирівнювання поверхні, що фарбується шляхом загортання вм'ятин, невеликих заглиблень, раковин, несплошності в місцях стиків, подряпин та інших дефектів. Воно сприяє помітному покращенню зовнішнього вигляду покриттів, але значно погіршує механічні показники захисних покриттів (еластичність та вібростійкість). Шпатлювання застосовується у випадках, коли іншими методами (шліфуванням, грунтуванням та інших.) неможливо видалити дефекти поверхонь.

В даний час для вирівнювання поверхні, що фарбується, застосовується газополум'яне напилення порошку термопластика ТПФ-37. Поверхня, що підлягає вирівнюванню, перед напиленням повинна бути ретельно очищена від забруднень, знежирена бензином або ацетоном і нагріта до температури



170...180° °С. Після нанесення кожного шару проводять обкатування поверхні спеціальним роликом. Після затвердіння нанесений шар пластмаси шліфують наждачним папером.

Шліфування ґрунтованої та шпатльованої поверхні виконується вручну (рис. 6) або за допомогою механізованого інструменту (рис. 7, 9.8). Застосовуються два види шліфування – сухе та мокре. В останньому випадку поверхню, що обробляється, змочують водою або інертним розчинником, а шліфувальну шкірку періодично промивають від пилу, отриманого при шліфуванні, що істотно збільшує термін її служби. Мокре шліфування спеціальним водостійким наждачним папером підвищує його стійкість: він не засолюється і зменшує запиленість кузова (сміттевість покриття).

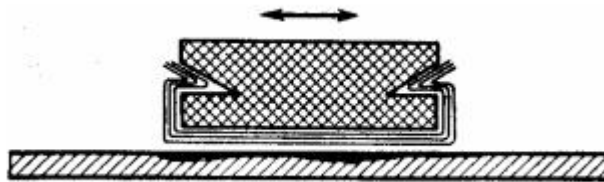


Рисунок 8 - Переміщення бруска по поверхні, що шліфується вручну

Слід мати на увазі, що поліефірні шпаклівки, що широко використовуються в практиці кузовного ремонту, гігроскопічні, що пов'язано зі значними труднощами видалення води з пористого покриття після мокрого шліфування. Крім того, ця властивість сприяє проникненню вологи через наскрізні пори до поверхні основного металу та виникнення вогнищ корозії, що призводять до спучування фарби при прискореному сушінні. Крім того, мокре шліфування супроводжується утворенням скорінок бруду, які, відшаровуючись у процесі нанесення фарби, збільшують кількість великих дефектів покриття.

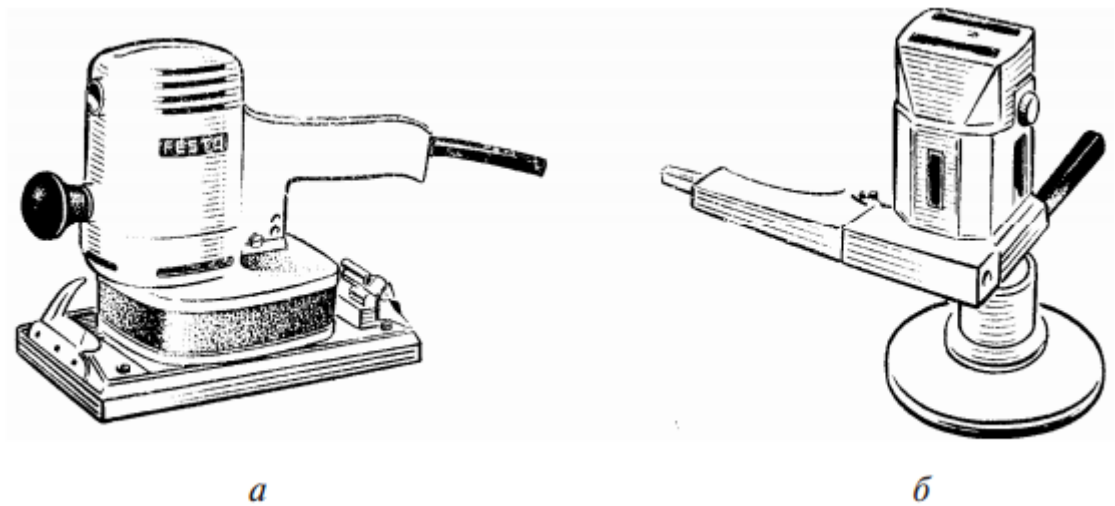


Рисунок 9 - Електричні шліфувальні машинки : а – платформна з коливальним рухом; б - з круговим рухом

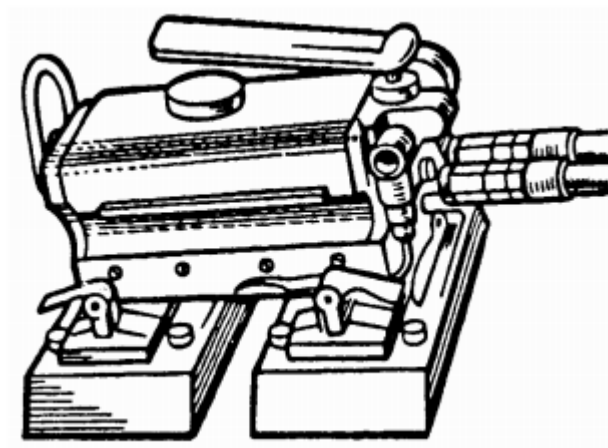


Рисунок 10 Пневматична шліфувально-полірувальна машинка з двома основами

При сухому шліфуванні найбільш ефективним є відбір пилу безпосередньо в місці її утворення, тобто там, де відбувається контакт абразивного матеріалу з поверхнею, що обробляється. З цією метою у конструкції електропневматичного інструменту для сухого шліфування передбачені канали, що з'єднують робочу поверхню інструменту з патрубком для приєднання шланга пилу.

Шліфування піддаються не тільки пошкоджені ділянки панелей, але і вся площа, яка буде забарвлена. Таке тонке шліфування називають зняттям глянцю, воно забезпечує хорошу адгезію фарби.

Після проведення шліфувальних робіт поверхню необхідно ретельно очистити від пилу та жиру. Для очищення від пилу шляхом обдування повітрям краще використовувати спеціальний пістолет, бічні отвори в соплі якого роблять потік повітря строго спрямованим і виключають попадання пилу, що видаляється, на обличчя працюючого.

При шліфуванні зашпаклюваних ділянок кузова в деяких місцях може проступати метал, який слід покрити ґрунтом. У цьому випадку для ґрунтування можуть використовуватися деякі види ґрунтовок, що мають гарну адгезію до чистого металу.

## **4.2 Фарбування та сушіння кузова**

Приміщення, де виконуються фарбувальні роботи, повинні бути обладнані гарною вентиляцією, а температура повітря не повинна бути нижчою за +18...20°C.

Нанесення фарби на кузов проводиться декількома способами:

- повітряним фарборозпилювачем під тиском 0,3...0,4 МПа (забарвлення супроводжується утворенням токсичного та вибухонебезпечного туману, що складається з фарби, що розпилюється);
- безповітряним розпилювачем з підігрівом фарби (фарба під тиском 4...6 МПа подається насосом через підігрівач, що знижує в'язкість фарби, до сопла пістолета і за рахунок перепаду тисків розпорошується);
- фарбування в електростатичному полі (між фарборозпилювачем і кузовом створюється електрична напруга приблизно 100 кВ, під дією якого крапельки фарби переносяться на поверхню, що фарбується).

Для отримання високоякісних покриттів за допомогою ручних пневматичних фарборозпилювачів необхідно правильно вибрати модель та

режим роботи. Особливо важливо правильно підібрати розпилювальну голівку, форму факела (конічну та плоску), траєкторію та швидкість переміщення розпилювача в процесі фарбування. Вибір форми факела залежить від форми і розмірів поверхні, що фарбується. Плоский факел застосовують при фарбуванні великих суцільних поверхонь - він залишає широку смугу, що дозволяє працювати з великою продуктивністю, а також фарбувати дверні отвори, стійки кузова, коли фарба повинна подаватися вузькою смугою. Фарборозпилювач слід розташовувати перпендикулярно поверхні, що фарбується на відстані  $D = 200...250$  мм і переміщати таким чином, щоб виходило рівномірне по товщині покриття (рис. 9).

За принципом змішування струменів фарби та повітря розрізняють форсунки внутрішнього та зовнішнього змішування. У першому випадку змішання відбувається усередині форсунки, після чого суміш викидається у вигляді смолоскипа; у другому випадку фарба підхоплюється струменем повітря і поєднується з ним за межами форсунки.

Зниження туманоутворення під час роботи фарборозпилювача досягається створенням повітряної завіси навколо фарбувального струменя. Для цього головка фарборозпилювача має ряд отворів по колу, концентричному центральному отвору. Через ці отвори надходить додаткове повітря, що створює завісу, що перешкоджає туманоутворенню.

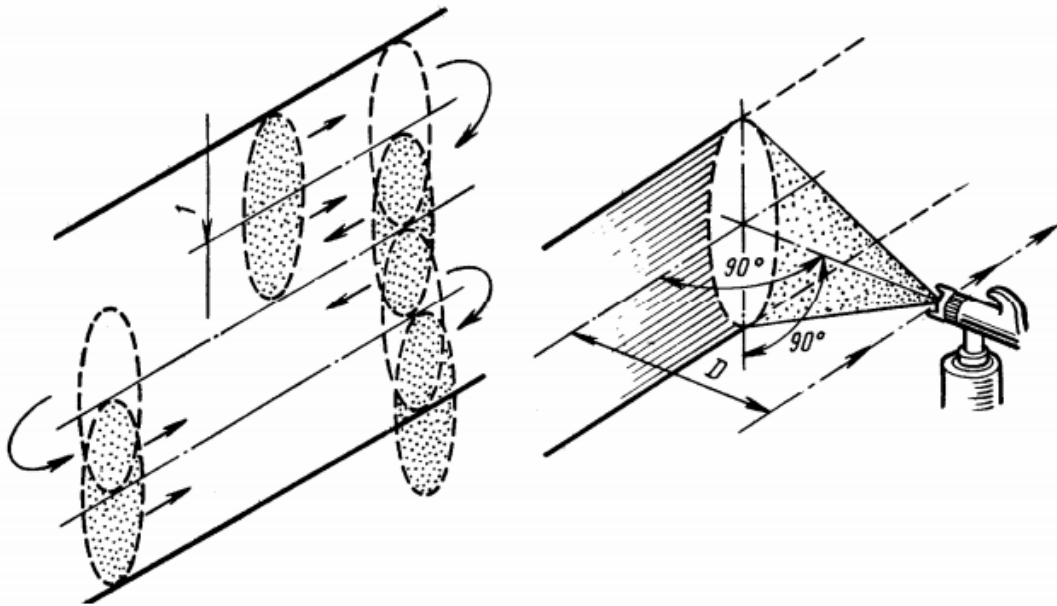


Рисунок 11 - Нанесення лакофарбового матеріалу з фарборозпилювача

На рис. 12 пояснюється принцип фарбування електростатичному полі. Фарборозпилювач складається з тарілки, що обертається електричним моторчиком, в яку по трубці подається фарба. Блок живлення потужністю 250 Вт з'єднаний клемою "мінус" з фарборозпилювачем, а клемою "плюс" - з кузовом, що фарбується. При різниці потенціалів 100 кВ краплі фарби, що розкидаються відцентровою силою, заряджаються негативним зарядом і в польоті притягуються до позитивно зарядженого кузова. Забарвлення відбувається безшумно без утворення туману та з мінімальною витратою фарби.

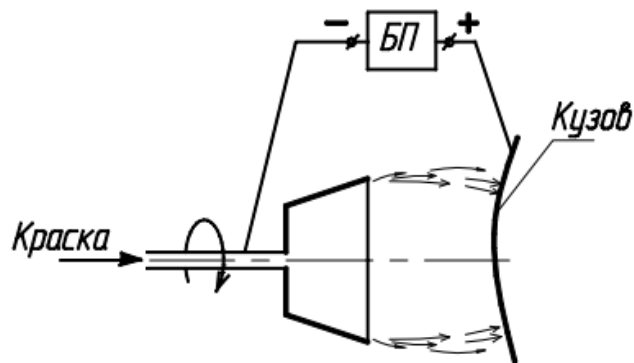


Рисунок 12 - Схема фарбування в електростатичному полі

Недоліком фарбування в електростатичному полі є те, що таке фарбування можливе тільки для плоских поверхонь, так як заряджені частинки фарби рухаються по найкоротшій відстані і висаджуються найбільше на виступаючі елементи об'єкта, що фарбується. Таким чином, западини дверних отворів тощо в електростатичному полі не можуть бути пофарбовані. При ручному фарбуванні маляр повинен бути взутий у спеціальні гумові чоботи, що надійно ізолюють його від підлоги. Якщо такої ізоляції немає, то при випадковому збільшенні відстані від тарілки фарборозпилювача до кузова крапельки фарби змінюють напрямок та висаджуються на руку та обличчя маляра.

Перед фарбуванням кузова знімають молдинги та інші декоративні накладки, місця, що не підлягають фарбуванню, захищають клейкою («малярною») стрічкою, спеціальними фартухами тощо. Кузов піддають мокрому остаточному шліфуванню. При фарбуванні всього кузова шліфують його повністю «для зняття глянцею», якщо має бути пофарбований лише окрема ділянка, то шліфують всю панель, а решта прилеглих поверхонь захищає від фарбування. Забарвлення в природних межах панелі робить менш помітною неминучу різнотонність кольору після ремонтного забарвлення. Слід зазначити, що якщо поверхня старого лакофарбового покриття не буде відшліфована, то міцність зчеплення шару фарби, що наноситься при ремонті, виявиться заниженою.

При надходженні кузова в камеру забарвлення його поверхню знежирюють розчинником фарби і протирають спеціальною серветкою, що знімає шар наелектризованих порошинок.

Забарвлення кузова легкових автомобілів зазвичай виробляють меламіноалкідними емалями (МЛ-197 та ін), які дають міцну блискучу поверхню. Однак ці емалі полімеризуються (сохнуть) при температурі 120 ... 130 °С, що застосовується тільки для голого кузова. Щоб знизити температуру сушіння до допустимої для зібраного кузова при ремонті автомобіля (60...70

°C), використовують спеціальні затверджувачі – сикативи, що додаються до фарби.

Для дрібного ремонту – підфарбовування незначних відколів та пошкоджень покриття можуть бути використані нітроемалі. Баночки такої фарби часто додаються до нового автомобіля заводом-виробником. Нітроемалі висихають протягом 15...20 хв при кімнатній температурі, забезпечуючи отримання тонкого та неміцного шару покриття.

В даний час широко використовується двошарове покриття («металік», «ефектне»), коли спочатку наноситься шар фарби колірного фону, а потім лак.

Підбір кольору – це процес отримання необхідного відтінку кольору емалі шляхом змішування основних кольорів у певній пропорції. При підборі відтінку необхідно брати до уваги такі фактори:

- після сушіння емалі мають властивість змінювати відтінок у бік потемніння;
- лакофарбові покриття змінюють колір під дією атмосферних впливів, ультрафіолетових променів, вологи тощо, тому при ремонтному фарбуванні автомобілів з різними термінами та умовами експлуатації пропорції основних кольорів, що змішуються, повинні змінюватися;
- після з'єднання основних компонентів суміш потребує ретельного перемішування.

В даний час існують близько десятка різних технологій підбору кольору та приготування фарби. Система для підбору кольору та приготування фарби зазвичай включає наступне обладнання:

- розмішує установка – міксер, за допомогою якого базові компоненти підтримуються в робочому стані (для збереження однорідності їх потрібно періодично перемішувати);
- електронні ваги, на яких з точністю до десятої частини грама можна зважувати компоненти суміші для складання фарби;

- табло для візуального контролю за введенням інформації про конкретну фарбу;
- каталоги із зразками кольорів автомобілів усіх марок;
- комп'ютер з програмою, що містить велику базу даних і дозволяє знайти необхідний рецепт за маркою автомобіля та номером кольору;
- пофарбовані тест-пластини для порівняння кольорів безпосередньо на поверхні автомобіля при «ручному» доборі кольору;
- - спектрофотометр для аналізу зразків фарби (рис. 13).

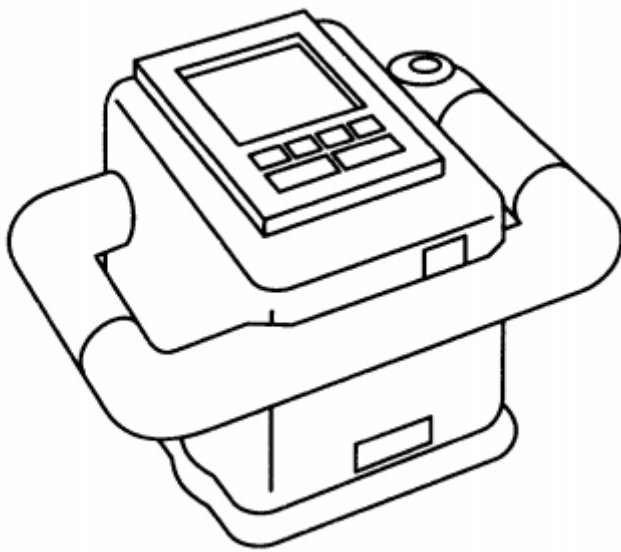


Рисунок 13 - Спектрофотометр

Спектрофотометр розпізнає колір автомобіля в такий спосіб. Кожен пігмент має індивідуальний спектр. Спектри всіх пігментів накладаються один на одного. Таким чином, кожен фарбований об'єкт має власний спектр, який є суперпозицією спектрів пігментів, що входять до складу фарби. Слід врахувати, що ця суперпозиція не є результатом простої арифметичної складання спектральних кривих пігментів, оскільки пігменти спектрально взаємодіють один з одним.

Комп'ютер зберігає велику базу даних можливих варіантів кольорів зі своїми спектральними характеристиками. Спектрофотометр вимірює спектр



лакофарбового покриття автомобіля, порівнює його зі спектрами бази даних і знаходить точку максимального збігу, після чого видає шукану формулу (рецепт). Терези, пов'язані з комп'ютером, дозволяють приготувати потрібну фарбу в необхідній кількості. При надлишку того чи іншого базового пігменту система зверне на це увагу оператора і дозволить скоригувати рецепт.

Фарба перед заливкою в ємність фарборозпилювача повинна бути профільтрована (часто як фільтр використовують капронову панчошу). При фарбуванні розпилювач переміщують щодо кузова, утримуючи під прямим кутом до поверхні (виляння призводить до формування нерівномірного покриття по товщині). Після нанесення одного шару дають витримку 7-10 хв, потім наносять другий шар і при необхідності третій. Спочатку фарбують внутрішні порожнини кузова, дверні отвори (менш відповідальні ділянки), та був зовнішню поверхню кузова. Після фарбування знімають захисні пристрої (фартухи, клейкі стрічки тощо), очищають місця, фарбування яких не передбачалося, кузов сушать.

Розрізняють кілька способів сушіння фарбованої поверхні.

- Конвекційне сушіння – обдування пофарбованої поверхні гарячим повітрям (вієрним газовим пальником або іншими пристроями). При такому сушінні потік тепла  $Q$  надходить до шару фарби зовні (мал. 12) і полімеризація (затвердіння) фарби починається на зовнішній поверхні. Пари розчинника та інші гази при виході з шару фарби змушені розривати плівку, що утворилася, що робить шар пористим, зменшує глянець поверхні.
- Терморадіаційна сушка – забарвлена поверхня опромінюється інфрачервоними променями, які вільно пронизують шар фарби та нагрівають метал. Полімеризація фарби починається зсередини від металу, пари розчинника вільно виходять назовні через шар фарби (рис. 13). Зовнішній шар фарби полімеризується в останню чергу, шар виходить суцільним з гарним глянцем (позитивний ефект терморадіаційної сушіння досягається і при використанні конвекційного сушіння, коли, наприклад, пофарбовану панель

капота гріють газовим пальником або паяльною лампою з внутрішньої (тильної) поверхні).

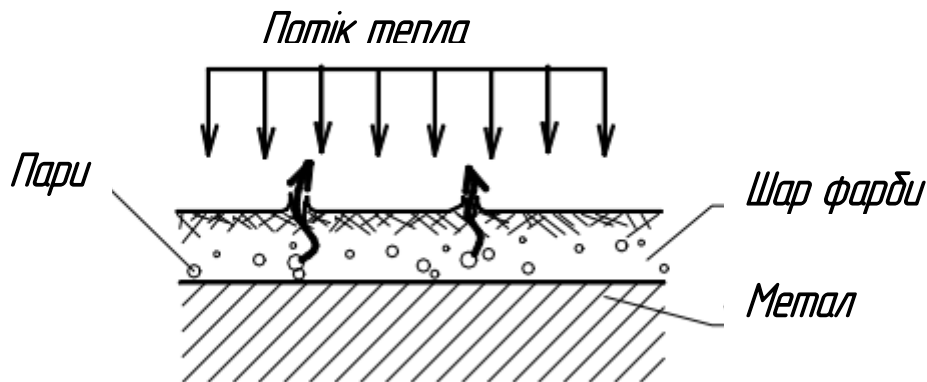


Рисунок 14 - Схема конвекційного сушіння

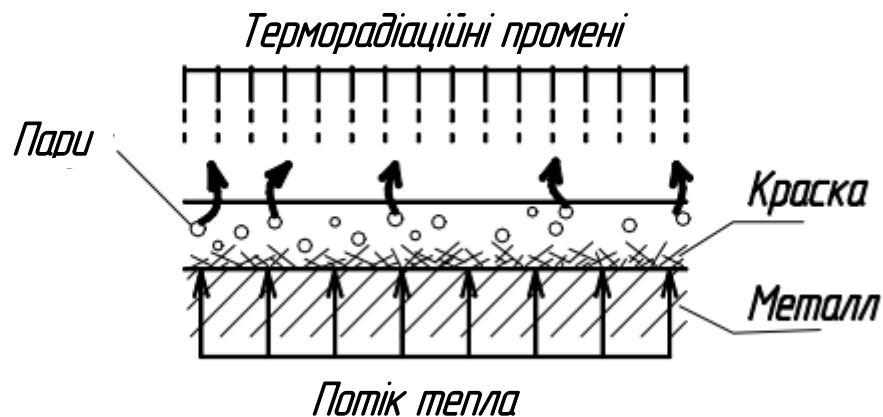


Рисунок 15 - Схема терморадіаційного сушіння

- Сушіння в сушильній камері - нагрівання відбувається у всьому обсязі кузова, поміщеного в спеціальну камеру, що має електричні тенти або нагрівачі, які працюють на дизельному паливі або газі. При такому сушінні вдається більш точно контролювати температуру, нагрівання панелей відбувається як зовні, так і зсередини, якість пофарбованої поверхні виходить високою.
- Електронно-променеве сушіння – радіаційно-хімічне затвердіння спеціальних лакофарбових покриттів, у якому час процесу сягає 2...10 з. Витрати енергії з цього процесу знижуються вдесятеро і більше разів,

проте у вітчизняній практиці такий спосіб сушіння досі широкого застосування не знайшов.

Для здійснення терморадіаційного сушіння використовують спеціальні випромінювачі з тепловими електричними нагрівачами, які можуть встановлюватись у різних положеннях шляхом переміщення шарнірних важелів та штативів (рис. 14). Відстань між тенами і поверхнею, що фарбується повинна бути не менше 400 мм, що виключає місцевий перегрів пофарбованих панелей.

Універсальні фарбувально-сушильні камери (рис. 15 та 16) розраховані на роботу у двох режимах – фарбування та сушіння. Камери, як правило, виготовлені з сендвіч-панелей, вони герметичні, що забезпечує підвищений тиск для запобігання підсмоктуванню пилу всередину камери.

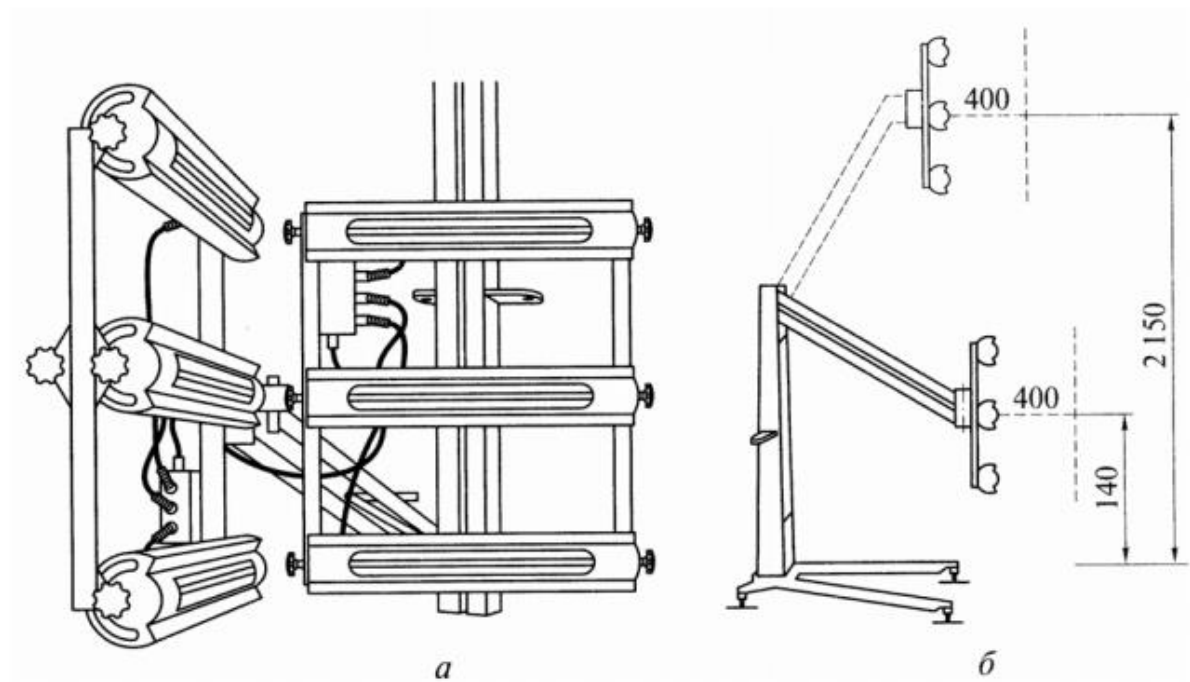


Рисунок 16 - Випромінювачі з тепловими електричними нагрівачами

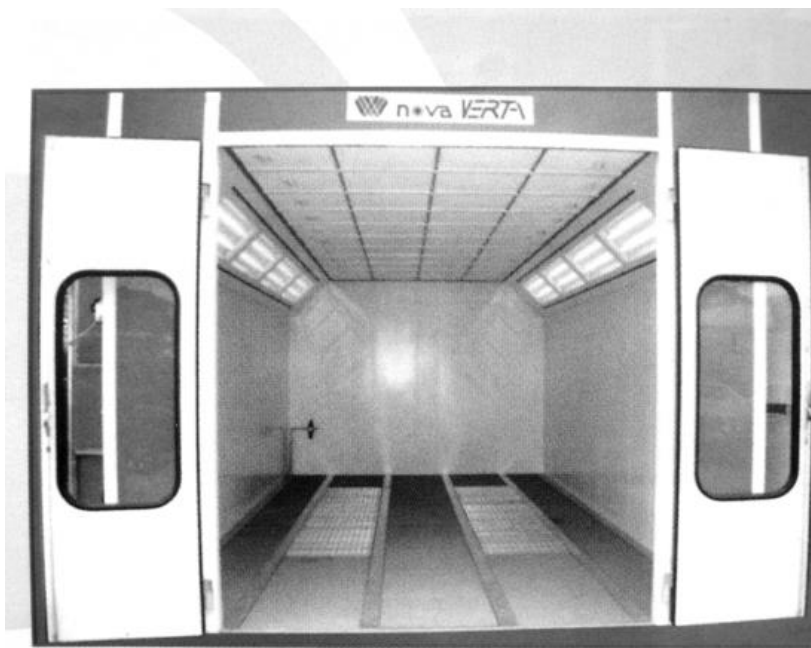


Рисунок 17 - Вид фарбувально-сушильної камери

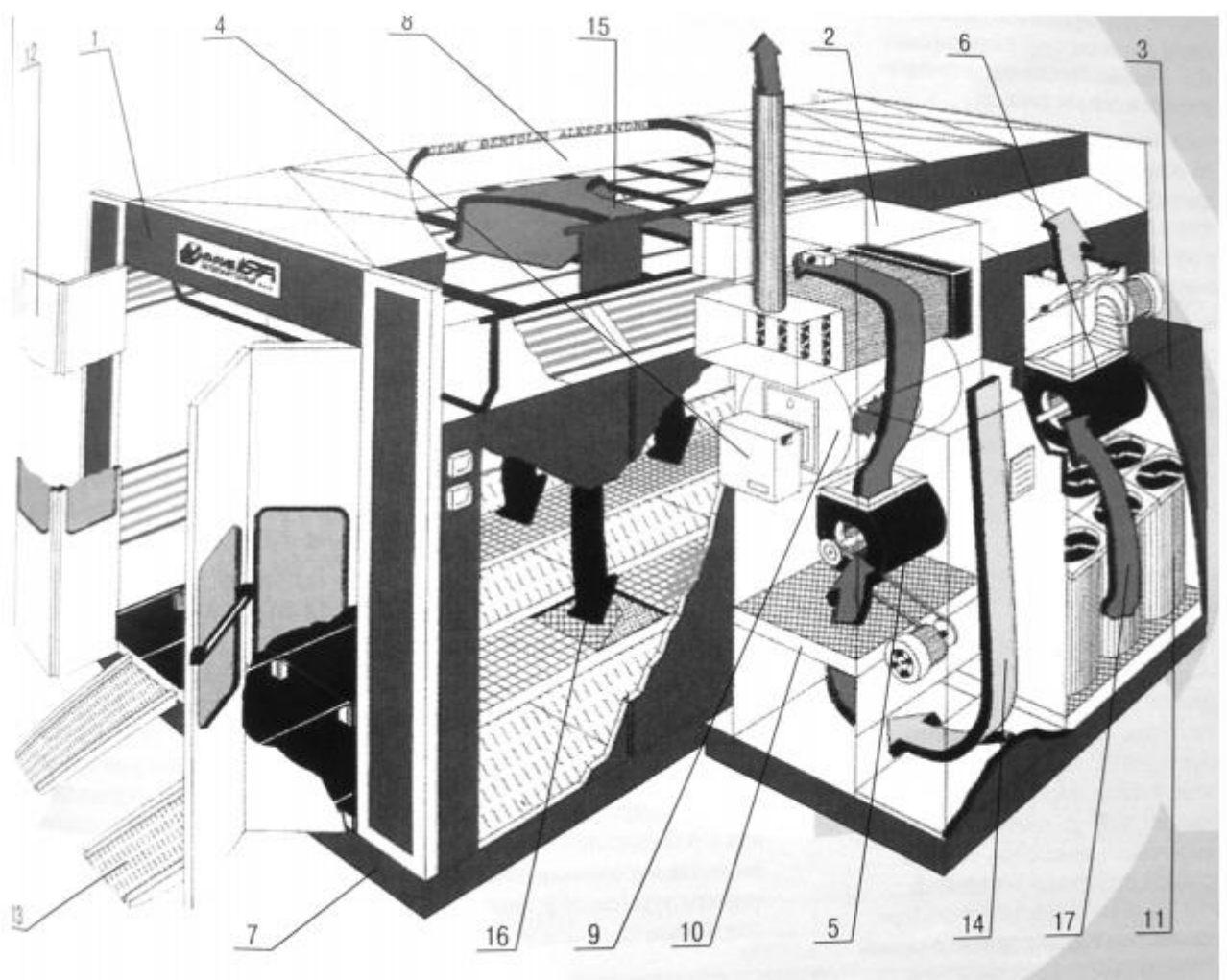


Рисунок 18 - Пристрій фарбувально-сушильної камери : 1 - камера;  
2 – генераторна група; 3 – екстракторна група; 4 – пальник; 5 – вхідний колектор; 6 – вихідний колектор; 7 – збірна металева основа камери;  
8 – стельова частина; 9 – теплообмінник; 10 - група попередніх фільтрів; 11 – група витяжних фільтрів; 12 – вихідні двері; 13 – в'їзні трапи; 14 - потік повітря, що входить у камеру; 15 - потік підготовленого повітря, що надходить усередину камери; 16 - низхідний потік повітря всередині камери; 17 – потік повітря, що виходить із камери

У процесі фарбування в камері забезпечується циркуляція повітря та його очищення від туману (зважених частинок фарби), а також гарне освітлення автомобіля. У режимі сушіння відбувається нагрівання циркулюючого повітря за допомогою теплогенераторів та автоматична підтримка певної температури.

Конструкція та розмір фарбувально-сушильних камер визначаються обсягом фарбувальних робіт, габаритами автомобіля, способом передачі енергії до поверхні, що фарбується, видом споживаної енергії для теплоносіїв та деякими іншими факторами. У камерах традиційного виконання повітря проходить з генераторної групи через верхній повітропровід з фільтрами, що займають майже всю площу стелі, потім вертикально вниз, до екстракторної групи та вихідних фільтрів.

У напіввертикальних камерах або камерах з діагональним потоком повітря через верхні фільтри передньої верхньої частини камери направляється по діагоналі до вихідних фільтрів в нижній частині задньої стінки. Ці камери, створюючи сприятливі умови для фарбування, не вимагають при монтажі будівельних робіт (заглиблення, бетонування або піднімання камери над рівнем підлоги). До переваг напіввертикальних камер також можна віднести мобільність, тому що вони легко демонтуються та встановлюються в іншому місці.

Фронтальна частина камери оснащується надійними в'їзними дверима (воротами), що забезпечують хорошу герметичність. Висота воріт зазвичай

становить 2,9 м, а ширина – 2,7 м. Для безтіньової освітленості всередині камери встановлюються до восьми люмінесцентних світильників, розташованих під кутом між стелею та бічними стінками. Усі світильники пожежобезпечні та закриті плоскими плафонами, з яких легко видаляються забруднення.

За потреби в камерах додатково встановлюються бічні світильники. У цьому випадку можна спостерігати відблиски, що відображаються від покриття, що наноситься, що забезпечує формування рівномірної товщини шару фарби. Камери фарбуються усередині спеціальної термостійкої емаллю білого кольору.

Сучасні фарбувальні камери повинні забезпечувати сприятливі умови нанесення фарби на кузов автомобіля: повітря, що подається в камеру, має бути максимально чистим, а швидкість його низхідного потоку повинна становити близько 0,2 м/с. Очищення повітря, що надходить, здійснюється по всій відкритій поверхні стельової частини камери фільтрами з пожежобезпечних матеріалів з високою фільтруючою здатністю. Припливний вентилятор (з двигуном потужністю 7,5 кВт) продуктивністю близько 25000 м<sup>3</sup>/год. забезпечує необхідну швидкість потоку повітря. Ступінь очищення повітря стельовими фільтрами досягає 99%, небезпека появи пилу повністю виключена. Зазвичай у камерах використовується двоступінчаста система фільтрації повітря.

Нагрівання повітря, що надходить у камеру, здійснюється генераторною групою, що працює на рідкому паливі або газі, або за допомогою тенів, скомпонованих в кілька блоків (сумарною потужністю близько 48 кВт). Повітря забирається лише з робочого приміщення. Усі системи нагрівання комплектуються терморегуляторами та таймерами для контролю температури та часу сушіння.

Для швидкого набору та підтримки всередині камери при сушінні температури близько 60°C використовується спеціальна система циркуляції потоку повітря, керована заслінкою, встановленою в генераторній групі . Ця

заслінка змушує близько 90% повітря, що виходить з основи через фільтри підлоги, прямувати не назовні, а знову в теплообмінник для повторного нагріву.

Особливість системи циркуляції потоку повітря всередині камери полягає в тому, що крім генераторної групи (вентилятор і теплообмінник з пальником) вона включає екстракторну групу. Екстрактор має окремий вихідний вентилятор та дві групи фільтрів – попередні фільтри із синтетичних волокон та касетні витяжні фільтри з активованим вугіллям. Блок очищувача екстрактора повідомляється з камерою через заслінку та всмоктує повітря з-під підлоги камери. Така схема дозволяє значно знизити вміст пігментів фарби та пари розчинників у повітрі, що виходить.

Технологією ремонту кузовів та кузовних деталей автомобілів ВАЗ за вимогами, що пред'являються до поверхонь, що фарбуються, вони поділяються на три категорії:

1. видимі, що утворюють зовнішні форми кузова;
2. видимі ділянки з місць пасажирів, у багажнику, у моторному відсіку;
3. видимі короткочасно ділянки арок коліс, моторного відсіку тощо.

Таблиця 11 - Показники зовнішнього вигляду кузова після ремонту

Категорія	Сміттєвість	Шагрень	Ризики, штрихи	Різновідтінковість	Потіки
1	Окрема, малопомітна	Незначна	Окремі	Незначна на різних панелях	Не допускаються
2	Окрема помітна	Розпливчаста	Незначні	Те саме	Те саме

3	Не нормується	Не нормується	Незнач ні	Те саме	Допускають ся окремі
---	------------------	------------------	--------------	---------	-------------------------

Показники зовнішнього вигляду кузова після ремонту наведено у табл.11.

Якість поверхні оцінюється шляхом огляду на відстані 30 см без використання оптичних пристроїв.

Розглянемо причини виникнення та рекомендації щодо усунення дефектів лакофарбового покриття.

#### ***Шагрень (апельсинова шкірка)***

1. Висока в'язкість фарби – визначайте в'язкість фарби за допомогою віскозиметра.
2. Застосування швидкодіючого розріджувача – вибирайте розріджувач відповідно до інструкції із застосування матеріалів.
3. Висока температура в камері для фарбування – контролюйте температуру в фарбувальній камері, вона повинна бути в межах +18...22°C.
4. Велика відстань між фарбувальним пістолетом і поверхнею, що фарбується, недостатнє нанесення матеріалу - витримуйте рекомендовану відстань між фарбувальним пістолетом і поверхнею, що фарбується.
5. Занадто товстий шар покриття – дотримуйтесь товщини шару, що рекомендується.

#### ***Сміттєвість (частки пилу, що виступають із шару лакофарбового покриття)***

1. Перед фарбуванням поверхню деталі була очищена недостатньо – добре обдуйте поверхню перед фарбуванням і ретельно протріть пилозбірною серветкою.



2. Забруднений елемент очищення стисненого повітря, що подається до фарборозпилювача, – регулярно перевіряйте фільтр очищення стисненого повітря та вчасно проводьте заміну забруднених елементів.
3. Знижений тиск у фарбувально-сушильній камері – стежте за станом фарбувально-сушильної камери, фарбувального обладнання та своєчасно проводьте технічне обслуговування.
4. Непридатний для умов фарбування одяг маляра – під час фарбування використовуйте спеціальні малярські комбінезони.

### ***Потіки (лаку чи фарби)***

1. Надмірна товщина шару покриття – дотримуйтесь рекомендованої товщини шару матеріалу, що наноситься.
2. Температура матеріалу, що наноситься нижче температури поверхні, що фарбується - контролюйте температуру матеріалу, що наноситься і поверхні, що фарбується, вона повинна знаходитися в межах +18...22°C.
3. Дюза пістолета забарвлення не відповідає в'язкості використовуваного матеріалу - застосовуйте рекомендоване для фарбувальних робіт обладнання.
4. Недостатній час сушіння між шарами – дотримуйтесь рекомендованого в технічній документації часу витримки між шарами матеріалу.

### ***Сухий запил (частинки металіка, що виступають над поверхнею лакофарбового покриття)***

1. Товщина шару лаку занадто мала - наносите лак шаром товщини, що рекомендується.
2. Базова фарба була неправильно розведена (додано більше 65% розчинника), і частинки металіка нерівномірно розташувалися в шарі фарби – вибирайте розчинник відповідно до інструкції із застосування матеріалів.
3. Занадто сухі шари базової фарби (неправильно обраний розчинник, занадто велика відстань від фарбувального пістолета до поверхні, що фарбується) – не допускайте нанесення занадто сухих шарів,

використовуйте пилозбірні серветки для усунення легкого запилу, застосовуйте правильну техніку нанесення матеріалів.

***Кратери в лакофарбовому шарі (кратероподібні заглиблення з піднятими краями в шарі лакофарбового покриття)***

1. Поверхня недостатньо очищена засобом видалення силікону – ретельно очищайте поверхню рекомендованим засобом.
2. Система подачі стисненого повітря містить водні та (або) масляні аерозолі – стежте за станом повітряної магістралі (скидайте конденсат).
3. Фільтруючий елемент очищення стисненого повітря забруднений або несправний – регулярно проводьте технічне обслуговування обладнання та вчасно робіть заміну очищувальних елементів вологомасло-відділювального фільтра.
4. Використовуйте лише чисту тару.

***Матовість (втрата блиску лакофарбового покриття)***

1. Наповнювач був недосушений - перед нанесенням наступних шарів ретельно висушуйте матеріали, дотримуючись рекомендованого часу витримки.
2. Застосування розріджувача, що не підходить для даного матеріалу, – вибирайте розріджувач відповідно до інструкції щодо застосування матеріалів та з урахуванням температури деталі, що фарбується.
3. Недотримання в процесі фарбування температурного режиму в фарбувально-сушильній камері – контролюйте робочу температуру.
4. Використання затверджувача, що вступив у реакцію з водою – після використання щільно закривайте ємності з затверджувачами, зберігайте їх відповідно до рекомендацій виробника.

***Хмарність або утворення смуг (виникнення ефекту різних тонів)***

1. Засмічена повітряна головка пістолета для фарбування – ретельно промивайте фарбувальне обладнання після використання, вибирайте розріджувач відповідно до інструкції із застосування матеріалів.

2. Тиск розпилення не відповідає в'язкості матеріалу, що застосовується - визначайте в'язкість фарби за допомогою віскозиметра.
3. Обладнання для фарбування вибрано неправильно - вибирайте обладнання в залежності від лакофарбового матеріалу, що наноситься.
4. Нерівномірне нанесення шарів базової фарби (неправильна техніка нанесення) – дотримуйтесь рекомендованого тиску для розпилення матеріалу, дотримуйтесь відстань між повітряною головкою пістолета фарбування і поверхнею, що фарбується відповідно до типу використовуваного обладнання.

***Плями від води (контури водяних плям, що виділяються на свіжофарбованій поверхні)***

1. Потрапляння води на свіжозабарвлену поверхню – витримуйте рекомендований час сушіння, необхідний для повного затвердіння плівки лакофарбового матеріалу, слідкуйте за правильністю розведення матеріалів, використовуйте тільки рекомендовані затверджувачі та розріджувачі.

***Закипання (невеликі бульбашки, що частково лопнули, на поверхні лакофарбового покриття)***

1. Покриття нанесене занадто товстим шаром – дотримуйтесь товщини шару покриття, що рекомендується.
2. Не дотримано часу витримки між шарами та перед остаточним сушінням у фарбувально-сушильній камері – дотримуйтесь необхідного часу витримки між шарами та перед остаточним сушінням.
3. В'язкість матеріалу не відповідає нормі – визначайте в'язкість фарби за допомогою віскозиметра.
4. Застосування невідповідних за температурним режимом затверджувачів та розріджувачів – вибирайте розріджувач та затверджувач відповідно до інструкції щодо застосування матеріалів.

***Оконтурювання зони ремонту (чітко окреслені межі зони ремонту на поверхні лакофарбового покриття)***

1. Недостатня підготовка попереднього ремонтного покриття – перед початком роботи перевіряйте попереднє покриття на стійкість до розріджувачів.
2. Шпаклівка була нанесена на старе лакофарбове покриття – наносите шпаклівку тільки на очищену та підготовлену поверхню деталі або на стару шпаклівку.
3. Лакофарбові матеріали були нанесені на недостатньо висушений наповнювач – дотримуйтесь рекомендацій щодо застосування та сушіння наповнювача.
4. Під час ремонту старе покриття не було достатньо ізолювано – перед нанесенням матеріалу ізолюйте прошліфовані ділянки та сумнівні покриття.

***Утворення бульбашок (ділянки лакофарбового покриття, що піднялося, мають вигляд бульбашок)***

1. Поліефірна шпаклівка шліфувалася із застосуванням води – ретельно висушуйте покриття до початку фарбування.
2. Поява водяного конденсату в момент фарбування - температура в фарбувально-сушильній камері повинна бути в межах +18 ... 22 ° С, не застосовуйте матеріали, що мають нижчу температуру, ніж поверхня деталі.
1. Попадання водних аерозолів в систему розпилення пістолета забарвлення – стежте за вологістю стисненого повітря, вчасно скидайте конденсат, що накопичився. За потреби використовуйте пристрої для додаткового висушування стисненого повітря.
2. На поверхні наповнювача були пори із залишками вологи – ретельно шліфуйте шпаклівку та наповнювач, не залишайте пори на їх поверхні.

***Плями на лакофарбовому покритті***

1. Вплив агресивних середовищ на поверхню лакофарбового покриття (застосування висококонцентрованих засобів для чищення, послід птахів, смола дерев і т. д.) – по можливості уникайте впливу агресивних середовищ на лакофарбову поверхню, ретельно очищайте покриття до початку фарбування.

***Недостатня здатність лакофарбового матеріалу, що вкриває (просвічування зони ремонту крізь лакофарбове покриття)***

1. Недостатня кількість шарів фарби – наносите потрібну кількість шарів фарби до повного перекривання.
2. Нанесення малопокривних фарб без використання кольорової підкладки – при використанні малопокривистих фарб застосовуйте кольорові підкладки (тоновані або кольорові наповнювачі).
3. Нерівномірний колірний тон підкладки (для тришарової системи забарвлення) – під час використання тришарової системи забарвлення дотримуйтесь рекомендованої техніки нанесення.

***Підняття фарби (поверхня лакофарбового покриття піднімається та зморщується)***

1. Раніше пофарбована поверхня не була ретельно висушена - ретельно висушуйте покриття до початку фарбування.
2. Застосування розріджувача, не підходить для даного матеріалу, - перед початком робіт завжди проводьте тест на стійкість поверхні, що ремонтується до розріджувачів.
3. Ділянки покриття, прошліфовані до шару базового покриття, не були достатньо ізолювані – ретельно ізолюйте прошліфовані ділянки та сумнівні покриття.
4. Матеріали, що застосовуються, не сумісні (нітрофарба з аерозольного балона, нітрогрунти тощо) – застосовуйте матеріали в рамках однієї системи, використовуйте для ремонту тільки рекомендовані матеріали.

***Корозія (ділянки іржі в місцях механічного пошкодження лакофарбового покриття та під ним)***

1. Вплив солей та вологи на поверхню, що має механічні пошкодження лакофарбового покриття до металу, – перед нанесенням антикорозійного ґрунту поверхню металу ретельно очистіть та висушіть струменем стисненого повітря.
2. Перед застосуванням антикорозійного ґрунту на поверхню металу потрапила волога – своєчасно проводьте обслуговування та заміну змінних елементів вологомасло-відділювальних фільтрів.

***Пори в лакофарбовому шарі (поглиблення на поверхні лакофарбового покриття, що мають розмір голкового уколу та проходять до шару наповнювача)***

1. Підвищена товщина шару наповнювача (забарвлення методом «мокрый по мокрому»), а потім прискорена сушіння – при нанесенні наповнювача використовуйте товщину шару, що рекомендується, дотримуйтесь необхідний час сушіння між шарами.
1. Пори, що залишилися на поверхні недостатньо добре обробленої шпаклівки, - ретельніше готуйте поверхню шпаклівки під фарбування методом «мокрый по мокрому».

***Плями (ефектна фарба, знебарвлення ділянок ефектного лакофарбового покриття)***

1. При шліфуванні шар наповнювача знятий до шару шпаклівки – ретельно ізолюйте прошліфовані ділянки.
2. Передозування затверджувача у поліефірній шпаклівці – застосовуючи поліефірні шпаклівки, додайте рекомендовану кількість затверджувача (2...3% за обсягом); застосовуйте спеціальні дозатори для шпаклювання.

***Плями на відполірованій поверхні (ділянки лакофарбового покриття різної величини із зменшеним ступенем блиску та невеликою зміною колірного відтінку)***

1. Ділянка лакофарбового покриття була перегріта при поліруванні - при поліруванні уникайте тривалої обробки однієї ділянки, постійно переміщуйте полірувальний інструмент по поверхні, що обробляється.
1. Застосування невідповідних матеріалів для полірування – вибирайте рекомендовані матеріали для полірування в кожному конкретному випадку.
2. Полірована поверхня була недостатньо висушена - проводьте повне сушіння лакофарбового покриття, давайте повністю охолонути поверхні до початку полірувальних робіт.

### ***Тріщини у поліефірних матеріалах***

1. Поверхня під шпаклювання була неякісно підготовлена – поліефірні матеріали (шпаклівки) наносьте на ретельно підготовлену поверхню деталі (металеву чи пластмасову) або на підготовлену стару шпаклівку.
2. Застосування непридатної для даного типу ремонту шпаклівки – для кожного виду ремонту застосовуйте відповідну шпаклівку, яка рекомендується в описі застосування матеріалів.
3. Перевищення температури нагріву (понад 80°C) поверхні при використанні ІЧ-сушіння – при використанні ІЧ-сушіння суворо контролюйте відстань до поверхні деталі та температуру нагріву; Використовуйте дистанційний пірометр.

### ***Смуги від шліфування (чітко виражені смуги від шліфування, що проступають на поверхні лакофарбового покриття)***

1. Шпаклівка нанесена на неякісно підготовлену поверхню та оброблена занадто грубим абразивним матеріалом – наносите шпаклівку згідно з рекомендаціями щодо застосування матеріалів; Використовуйте відповідний абразивний матеріал.
2. Наповнювач був недостатньо просушений перед шліфуванням – дотримуйтесь необхідних регламентів та режимів сушіння.

Завершальним етапом ремонту кузова є встановлення знятих з автомобіля деталей: молдингів, бамперів, стекол тощо.

## ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

В результаті аналізу літературних джерел та інтернет сайтів були виявлені причини появи дефектів при підготовці, фарбуванні і сушінні лакофарбового покриття кузовів легкових автомобілів.

Запропоновано до застосування рекомендації по використанню оборудоованія, інструментів з урахуванням особливостей технології фарбування кузовів.

Особливу увагу необхідно приділити сумісності лакофарбових матеріалів для отримання якісного покриття.

При сушінні лакофарбового покриття для запобігання можливості появи пір на покритті, необхідно віддати перевагу терморадіаційному способу.

Прийняття перерахованих рекомендацій можна буде отримати споживчі властивості лакофарбового покриття:



## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Столетов Н.Г. Применение системного подхода при организации кузовного ремонта автомобилей / Н.Г. Столетов // Современные материалы, техника и технологии. — 2015. — № 1. — С.5-10.
2. ГОСТ 9.072 – 2017 Покрытия лакокрасочные. – Введ. 01.07.2017. – Москва : Стандартиформ, 2017. – 64 с.
3. Новиков А.Н. Окраска автомобилей в условиях сервисных предприятий / А.Н. Новиков. — Орел: Орловский государственный технический университет, 2009. — 87 с.
4. Тарбаков Р.И. Технологические особенности восстановления покрытий кузовных деталей / Р.И. Тарбаков // Студенческий вестник. — 2019. — № 12. — С.10-17.
5. Марков О.Д. Технологический процесс кузовного ремонта в автосервисе / О.Д. Марков. — Омск: Кондор, 2008. — 563 с.
6. Окрасочная камера [Электронный ресурс] : ресурс содержит информацию об окрасочных камерах.—Режим доступа:  
[https://www.yaneuch.ru/cat\\_106/pokrasochnayakamera/143113.1880838.page3.html](https://www.yaneuch.ru/cat_106/pokrasochnayakamera/143113.1880838.page3.html).
7. Гордиенко В. Н. Ремонт кузовов отечественных легковых автомобилей [Текст] / В. Н. Гордиенко. // М.: АТЛАС-ПРЕСС, 2006. – 256с.
- Савич Е.Л. Ремонт кузовов легковых автомобилей / Е.Л. Савич. — Минск: Инфра-М, 2012. — 320 с.
8. Технология нанесения лакокрасочных материалов на кузов автомобиля [Электронный ресурс] : ресурс содержит информацию об окрасочных камерах. – Режим доступа:  
[https://atxp.org/index.php?option=com\\_content&view=article&id=1183&Itemid=101](https://atxp.org/index.php?option=com_content&view=article&id=1183&Itemid=101)

9. Новиков А.Н. Комплексная оценка уровня качества услуг предприятий автосервиса / А.Н. Новиков. — Орел: М-во образования и науки РФ. Федер.агентство по образованию, 2009. — 192 с.
10. Vika K.C. Мир цвета. Пособие по колористике / К.С. Vika. — Москва: Инфра-М, 2017. — 28 с.
11. Камера для покраски автомобилей: размеры, устройство покрасочных камер [Электронный ресурс] : ресурс содержит информацию об окрасочных камерах. — Режим доступа: <https://carlasart.ru/kuzovnoj-remont/kamera-dlya-pokraski-avtomobilej-razmery-ustrojstvo-pokrasocnyh-kamer.html>
12. О чистоте сжатого воздуха для окрасочных работ. Какой воздух нужен для покраски? [Электронный ресурс] : ресурс содержит информацию о воздухе для окрасочных камер. — Режим доступа: <https://artmalyar.ru/pokraska/podgotovka-vozduha-dlya-okraski-first.html>
13. Шпунькин Н.Ф. Технология кузовостроения. Учебное пособие для вузов / Н.Ф. Шпунькин. — Москва: МГТУ «МАМИ», 2007. — 125 с.
14. Дубино Н.В. Методические подходы к анализу качества и конкурентоспособности в сфере автомобильного сервиса / Н.В. Дубино // Социально-гуманитарные знания. — 2013. — № 8. — С.10-15.
15. Автосервис «Медведь-Север» [Электронный ресурс] : ресурс содержит информацию о предприятии. — Режим доступа: <http://krasnoyarsk.avtotosnki.ru/poi/vie/1547923645856/>
16. Семыкина А.С. Сервисные предприятия и колористика кузовов автомобиля / А.С. Семыкина. — Омск: БГТУ им. В.Г. Шухова, 2014. — 23 с.
17. ГОСТ 9.032–74 Покрyтия лакокрасочные. Группы, технические требования и обозначения. — Введ. 01.01.1974. — Москва : Стандартинформ, 2008.— 64 с.
18. Душков А.В. Психология труда, профессиональной, информационной и организационной деятельности словарь : учебное пособие для студентов гуманитарных специальностей высших учебных заведений / А.В. Душков. — М.: «Академический Проект», 2005. — 848 с.

19. Егорова Н.Е. Автосервис. Модели и методы прогнозирования деятельности /Н.Е. Егорова. - М.: Высшая школа, 2002. – 256 с.
20. Синельников А.Ф. Кузова легковых автомобилей: обслуживание и ремонт /А.Ф. Синельников. - М.: Транспорт, 1995. – 305 с.
21. Пирогов И.К. Правка кузова И.К. Пирогов // Тюнинг автомобилей.- 2003. - №12. – С.56-59.
22. Шилов С.В. Оборудование для кузовного ремонта /С.В. Шилов // За рулем, 2001. - №8. - С 15-16.
23. Синельников А.Ф. Ремонт кузовов легковых автомобилей: Устранение коррозионного повреждения кузова /А.Ф. Синельников. – М.: Машиностроение, 1993. – 204 с.
24. Синельников А.Ф. Ремонт кузовов легковых автомобилей: Окраска и противокоррозионная обработка /А.Ф. Синельников. - М.: Машиностроение, 1993. – 110 с.
25. Вильжер Ивон. Технология ремонта кузовов легковых автомобилей /И. Вильжер [Электронный ресурс] / Паршин Алексей персональный сайт.- Режим доступа: <http://www.autobk.ru/lavtokuz>.
26. Данилов П.Д. Ремонт кузовов иномарок / П.Д. Данилов [Электронный ресурс] / Кузовной ремонт. – Режим доступа: <http://www.artauto.ru/kuzrem>.
27. Михайлов А.О. Покраска кузовов и отдельных деталей автомобиля/А.О. Михайлов [Электронный ресурс] / Все о покраске автомобилей. – Режим доступа: <http://www.coloraut.nm.ru>
28. Кузнецов А. С. Малое предприятие автосервиса /А.С. Кузнецов. – М.: Машиностроение, 1995. – 63 с.
29. Кулінченко В. Р. Довідник із теплообмінних розрахунків /В.Р. Кулінченко. - Київ: Техніка, 1990. - 154 с.
30. Напольский Г. М. Технологическое проектирование АТП и СТО /Г.М. Напольский. - М.: Транспорт, 1993. – 215 с.