Хмельницький національний університет
Факультет інженерії, транспорту та архітектури
Кафедра трибології, автомобілів та матеріалознавства

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

Проєктування СТО автомобілів Audi Q5 e-tron з розробкою дільниці ремонту кузова

Рівень вищої освіти бакалавр
Галузь знань 27 «Транспорт
Спеціальність 274 «Автомобільний транспорт»
Освітня програма Автомобільний транспорт

Шифр КРБАТ 25.21122. 000 ПЗ

Виконав студент 3-го курсу
група АТ-21-1
Шифр
Підпис Олег ШАПОВАЛОВ
Ім'я, ПРІЗВИЩЕ

Керівник к.т.н., доц.
Науковий ступінь, звання
Підпис Олександр РУДИК
Ім'я, ПРІЗВИЩЕ

Нормоконтролер
Підпис Олег МАКОВКІН
Ім'я, ПРІЗВИЩЕ

До захисту допускаю:
Завідувач кафедри ТАМ
Назва
Підпис Олександр ДИХА
Ім'я, ПРІЗВИЩЕ

Дата 10.06.25

Хмельницький 2025

ХМЕЛЬНИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет *інженерії, транспорту та архітектури*

Кафедра *триботології, автомобілів та матеріалознавства*
Галузь знань *27 – Транспорт*
Спеціальність – *274 Автомобільний транспорт*
Рівень вищої освіти – *Перший бакалаврський*
Освітньо-професійна програма – *Автомобільний транспорт*

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри *ТАМ*
проф., д.т.н. Диха О.В.
20 02 2025 року

З А В Д А Н Н Я
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

Шаповалову Олегу Дмитровичу

1. Тема роботи: «Проєктування СТО автомобілів Audi Q5 e-tron з розробкою дільниці ремонту кузова».

Керівник роботи Рудик Олександр Юхимович, к.т.н., доц.
Прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання

Затверджено наказом ректора університету від *7 лютого 2025р. № 23 (Д26)*

2. Строк подання студентом роботи на кафедру *10 червня 2025 року*

3. Вихідні дані до роботи *Матеріали переддипломної практики; робочі креслення досліджуваних деталей; нормативно – технологічна документація по розбиранню, дефектації, складанню і регулюванню вузла дослідження.*

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити):

1). Загальні відомості, основні технічні характеристики та ремонт Audi Q5 E-tron

2). Проєктування СТО автомобілів Audi Q5 e-tron

3). Проєктування дільниці ремонту кузова автомобілів Audi Q5 e-tron

5. Перелік графічного матеріалу (із зазначенням обов'язкових креслень):
– розробити презентацію у вигляді слайдів з розкриттям питань відповідно до мети роботи.

6. Консультанти розділів роботи

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

7. Дата видачі завдання ----

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва розділу кваліфікаційної роботи	Строки виконання	Примітки
1	*Літературний огляд*	*20.05.2025*	Вик
2	*Технологічний розділ*	*25.05. 2025*	Вик
3	*Конструкторський розділ*	*30.05. 2025*	Вик
4	*Оформлення розрахунково–пояснювальної записки*	*2.06. 2025*	Вик
5	*Оформлення презентації кваліфікаційної роботи*	*5.06. 2025*	Вик
6	*Нормоконтроль кваліфікаційної роботи*	*9.06. 2025*	Вик
7	*Підписання розділів. Затвердження дати захисту*	*10.06. 2025*	Вик

Студент Підпис *Олег ШАПОВАЛОВ* Ім'я, прізвище

Керівник роботи Підпис *Олександр РУДИК* Ім'я, прізвище

РЕФЕРАТ

Обсяг пояснювальної записки – 77 сторінок, кількість рисунків – 18, таблиць – 16, додатків – 1, кількість джерел згідно із переліком посилань – 41.

Студент гр. АТ-21-1 Шаповалов Олег Дмитрович

Тема «Проєктування СТО автомобілів Audi Q5 e-tron з розробкою дільниці ремонту кузова».

Дана бакалаврська робота присвячена проєктуванню СТО автомобілів Audi Q5 e-tron з розробкою дільниці ремонту кузова. Для цього:

– наведені загальні відомості та основні технічні характеристики кросовера Audi Q5 E-tron і спроєктована СТО для його ремонту;

– спроєктований технологічний процес ремонту кузова і кабіни кросовера Audi Q5 E-tron;

– спроєктована дільниця кузовного ремонту кросовера Audi Q5 e-tron.

Перелік ключових слів: AUDI Q5 E-TRON, РЕМОНТ, КУЗОВ, СТО, ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ПРОЦЕС, ДІЛЬНИЦЯ.

Зміст

Анотація 6

Abstract 7

Перелік скорочень 8

Вступ 9

1. Загальні відомості, основні технічні характеристики та ремонт Audi Q5 E-tron 10

1.1. Загальні відомості про кросовер Audi Q5 e-tron 10

1.2. Ремонт кросовера Audi Q5 e-tron 11

2. Проєктування СТО автомобілів Audi Q5 e-tron 12

2.1. Розрахунок річних об'ємів робіт на СТО Audi Q5 e-tron 12

2.2. Розподіл робіт на СТО Audi Q5 e-tron 16

2.3. Кількість робітників на СТО Audi Q5 e-tron 17

2.4. Число постів СТО Audi Q5 e-tron 20

2.4.1. Кількість робочих постів 20

2.4.2. Кількість механізованих постів 22

2.4.3. Кількість допоміжних постів 23

2.4.4. Число автомобіле-місць для очікування та зберігання кросоверів 24

2.4.5. Загальна кількість постів та автомобіле-місць 26

2.4.6. Статура та площі постів, дільниць, приміщень СТО 26

2.4.7. Площі приміщень СТО 31

2.4.8. Устаткування СТО 32

2.4.9. Розробка генерального плану СТО 36

2.4.10. Розробка плану виробничого корпусу СТО 37

Зміст

Анотація **6**

Abstract **7**

Перелік скорочень **8**

Вступ **9**

1. Загальні відомості, основні технічні характеристики та ремонт Audi Q5 E-tron **10**

1.1. Загальні відомості про кросовер Audi Q5 e-tron 10

1.2. Ремонт кросовера Audi Q5 e-tron 11

2. Проєктування СТО автомобілів Audi Q5 e-tron **12**

2.1. Розрахунок річних об'ємів робіт на СТО Audi Q5 e-tron 12

2.2. Розподіл робіт на СТО Audi Q5 e-tron 16

2.3. Кількість робітників на СТО Audi Q5 e-tron 17

2.4. Число постів СТО Audi Q5 e-tron 20

2.4.1. Кількість робочих постів 20

2.4.2. Кількість механізованих постів 22

2.4.3. Кількість допоміжних постів 23

2.4.4. Число автомобіле-місць для очікування та зберігання кросоверів 24

2.4.5. Загальна кількість постів та автомобіле-місць 26

2.4.6. Статура та площі постів, дільниць, приміщень СТО 26

2.4.7. Площі приміщень СТО 31

2.4.8. Устаткування СТО 32

2.4.9. Розробка генерального плану СТО 36

2.4.10. Розробка плану виробничого корпусу СТО 37

3. Проєктування дільниці ремонту кузова кросоверів Audi Q5 e-tron.....38
3.1. Повірка геометрії кузова кросовера Audi Q5 e-tron 38
3.2 Контроль положення заднього моста та установки коліс 39
3.3. Характерні дефекти КіК та елементів оперення кросовера 40
3.3.1. Корозійні ушкодження.....40
3.3.2. Тріщини КіК.....40
3.3.3. Руйнування зварних з'єднань.....41
3.3.4. Механічні пошкодження КіК.....41
3.4. Проєктування ТП ремонту КіК кросовера у зборі 41
3.4.1. Розбирання КіК.....42
3.4.2. Методи усунення дефектів КіК.....42
3.4.3. Методологія усунення серйозних порушень геометрії кузова.....43
3.4.4. Технологія складання і контролю КіК 45
3.4.5. Мийка та сушіння кросовера.....46
3.4.6. Повне і локальне фарбування кросоверів у камерах 48
3.4.7. ТП нанесення фарби.....51
3.4.8. ТП сушіння фарби 52
3.4.9. Відновне полірування кузова ТЗ.....54
3.4.10. Локальне фарбування кузова кросовера Audi Q5 e-tron.....56

Висновки 59
Список використаних джерел 61
Додатки 66

Анотація

Ремонт автомобілів є об'єктивною необхідністю, яка обумовлена технічними й економічними причинами. По-перше, потреби народного господарства частково задовольняються шляхом експлуатації відремонтованих автомобілів. По-друге, ремонт забезпечує подальше використання не повністю зношених елементів машин. По-третє, ремонт сприяє економії матеріалів, які використовуються для виготовлення нових автомобілів (при відновленні деталей витрата металу в 20-30 раз нижче, ніж при їхньому виготовленні). Тому спроєктована СТО кросоверів Audi Q5 e-tron з розробкою дільниці ремонту кузова.

Abstract

Car repair is an objective necessity, which is due to technical and economic reasons. Firstly, the needs of the national economy are partially satisfied through the operation of repaired cars. Secondly, repair ensures the further use of not completely worn-out car elements. Thirdly, repairs help save materials used to manufacture new cars (repairing parts uses 20-30 times less metal than manufacturing them). Therefore, has been designed service station with a body repair area for Audi Q5 e-tron.

Перелік скорочень

СТО – станція технічного обслуговування.

ТО – технічне обслуговування.

ТР – технічний ремонт.

ТОіР – технічне обслуговування і ремонт.

ЩО – щоденне обслуговування.

ПМР – прибирально-мийні роботи

А-М – автомобіле-місце.

П-В – приймання-видача.

ПР – поточний ремонт.

ТЗ – транспортний засіб.

з/ч – запасна частина.

ТП – технологічний процес.

КіК – кузов і кабіна.

Вступ

Актуальність теми. Кузов — це конструктивна частина кросовера Audi Q5 E-tron, яка призначена для розміщення пасажирів, водія та перевезення вантажів. Коли кросовер потрапив в аварію, то ушкодження можуть бути значними, часто носять прихований характер і можуть проявлятися під час подальшого його використання. Тому проєктування СТО Audi Q5 e-tron з розробкою дільниці ремонту кузова набуває особливого значення, так як технічний стан кузова визначає не тільки безпеку, а й естетичний вигляд кросовера.

Мета та завдання кваліфікаційної роботи:

– навести загальні відомості та основні технічні характеристики кросовера Audi Q5 E-tron і спроєктувати СТО для його ремонту;

– спроєктувати технологічний процес ремонту кузова і кабіни кросовера Audi Q5 E-tron;

– спроєктувати дільницю кузовного ремонту кросовера Audi Q5 e-tron.

Новизна роботи. Спроєктований технологічний процес ремонту кузова і кабіни, а також дільниця кузовного ремонту кросовера Audi Q5 e-tron.

1. Загальні відомості, основні технічні характеристики та ремонт Audi Q5 E-tron

1.1. Загальні відомості про кросовер Audi Q5 e-tron

Audi Q5 e-tron є розкішним кросовером середнього розміру з акумуляторною батареєю і трьома рядами сидінь, вироблений компанією Audi через спільне підприємство SAIC-VW в Китаї. Він заснований на платформі MEB, використовуваної для багатьох електричних моделей Volkswagen Group. Цей кросовер є п'ятою електричною моделлю з акумулятором у лінійці Audi e-tron. Завдяки трьом рядам сидінь, Audi Q5 e-tron стає більш практичним варіантом для родин, які шукають комфортний і просторий електричний кросовер [1-3].

Q5 e-tron був представлений на автосалоні в Гуанчжоу 2021 року як перша трирядна модель серії e-tron і дев’ята модель, заснована на платформі MEB. Незважаючи на окремий зовнішній дизайн, дизайн приладової панелі нагадує Q4 e-tron з 10,25-дюймовою цифровою панеллю приладів і 11,6-дюймовим сенсорним екраном інформаційно-розважальної системи [8].

Пропонуються два варіанти: Q5 40 e-tron і Q5 50 e-tron quattro. Q5 40 e-tron оснащений одним двигуном потужністю 204 к.с. (150 кВт), тоді як флагманський Q5 50 e-tron quattro оснащений двомоторною установкою потужністю 305 к.с. (224 кВт) і повним приводом. Він доступний з акумулятором ємністю 83,4 кВт/год. [8].

Загальний вигляд кросовера Audi Q5 e-tron» наведено на рис. 1.1, а його технічні характеристики у табл. 1.1-1.5.

Рисунок 1.1 – Загальний вигляд кросовера Audi Q5 e-tron

Таблиця 1.1 – Технічні характеристики кросовера Audi Q5 e-tron та його агрегатів

Об'єм багажника (л)	260-1825
Тип кузова	Кросовер
Довжина (мм)	4876
Ширина (мм)	1860
Висота (мм)	1675
Споряджена маса (кг)	2410
Двигун	
Максимальна потужність електродвигуна (к.с.)	306
Потужність переднього електродвигуна (кВт)	75
Загальна максимальна потужність (кВт)	225
Максимальна швидкість (км/год)	160
Крутний момент (Нм)	460
Кількість електромоторів	2
Потужність заднього електродвигуна (кВт)	150
Тип двигуна	Синхронний на постійних магнітах
Батарея	
Ємність батареї (кВт/год)	83.4
Швидка зарядка (годин)	1
Повільна зарядка (годин)	7,2
Охолодження батареї	Рідинне
Тип батареї	Потрійна літієва батарея
Переднагрівання батареї	Так
Безпека	
Кількість подушок безпеки	8
Система контролю тиску в шинах (TPMS)	Так
ABS	Так
ESP	Так
ISOFIX	Так
Система Auto Hold	Так
Система утримання у смузі	Так
Система моніторингу втоми водія	Так
Система розпізнавання дорожніх знаків	Так
Активне гальмо	Так

1.2. Ремонт кросовера Audi Q5 e-tron

Технологія ремонту кросовера Audi Q5 e-tron наведена у роботах [4-7].

2. Проєктування СТО автомобілів Audi Q5 e-tron

2.1. Розрахунок річних об'ємів робіт на СТО Audi Q5 e-tron

Річний об'єм робіт СТО включає послуги з ТОіР, прибирально-мийні роботи, роботи з П-В кросоверів, їх передпродажній підготовці [9-14] – рис. 2.1, 2.2.

Рисунок 2.1 – Функціональне зонування СТО автомобілів [9]

Річний об'єм робіт з ТОіР (у люд.-год.)

$$T_{TOiP} = \frac{N_{CTO} \times L_P \times t_{TOiP}}{1000} \quad (2.1)$$

де N_{CTO} = 926,0 – річна кількість умовно обслуговуваних на СТО кросовера Audi Q5 e-tron;

L_p = 12720,0 км – середньорічний пробіг Audi Q5 e-tron;

t_{TOiP}=2,70 люд.-год./1000 км – питома трудомісткість ТОіР.

Річний об'єм робіт ТОіР проєктованою СТО:

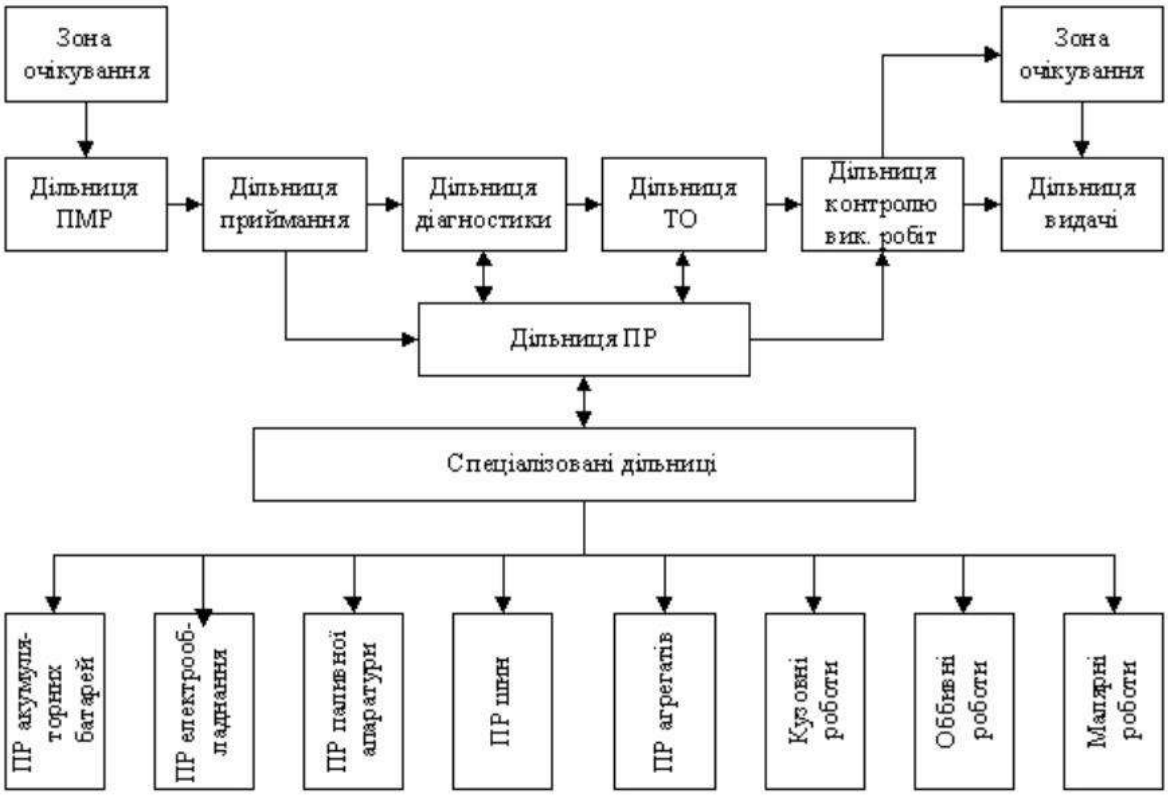


Рисунок 2.2 – Схема технології функціонування СТО автомобілів [9]

$$T_{TOiP} = \frac{926 \times 12720 \times 2,7}{1000} = 31803 \text{ люд.-год.}$$

Трудомісткості ТОіР автомобілів на СТО кросоверів Audi Q5 e-tron наведена у табл. 2.1.

Таблиця 2.1 – Трудомісткості ТОіР кросоверів Audi Q5 e-tron на СТО

Питома трудомісткість ТОіР, люд.-год./1000 км	**Разова трудомісткість на 1 заїзд за видами робіт, люд.-год.**			
	ТОіР	**Миття і прибирання**	**Приймання та видача**	**Передпродажна підготовка**
2,70	2,70	0,250	0,250	3,20

Річний об'єм прибирально-мийних робіт, люд.-год. [9-12]:

$$T_{ПМР} = N_{зПМР} \times t_{ПМР} \quad (2.2)$$

де $N_{зПМР}$ – число заїздів в рік на ПМР;

$t_{ПМР}$ – середня трудомісткість ПМР, люд.-год.

Прибирально-мийні роботи на СТО виконують або перед ТОіР, або як самостійний вид послуг. У 1-му випадку число заїздів на ПМР приймають рівним числу заїздів кросоверів Audi Q5 e-tron в рік:

$$N_{зПМР}^{ТОіР} = N_{СТО} \times d \quad (2.3)$$

де d = 2 – к-ть заїздів одного кросоверів в рік.

Якщо на СТО ПМР виконуються як самостійний вид послуг, то число заїздів приймають з розрахунку 1-го заїзду на $Lз$ = 1000 км пробігу.

Отже, число заїздів на ПМР як самостійний вид послуг [9-11]:

$$N_{зУМР}^{сам} = \frac{N_{СТО} \times L_Р}{L_З} \quad (2.4)$$

де $N_{СТО}$ = 926,0 – прийнята річна к-ть умовно обслуговуваних кросоверів на СТО;

$L_Р$ = 12720,0 км – середньо-річний пробіг.

Тоді:

$$N_{зПМР}^{ТОіР} = 926 \times 2 = 1852 \text{ заїздів;}$$

$$N_{зПМР}^{сам} = \frac{926 \times 12720}{1000} = 11779 \text{ заїздів.}$$

Річний об'єм робіт ПМР, люд.-год. [9-12]:

$$T_{ПМР} = N_{зПМР} \times t_{ЩО} \quad (2.5)$$

де $t_{ЩО}$ = 0,25 люд.-год. – середня трудомісткість одного заїзду на ПМР при механізованому митті.

Тоді:

$$T_{ПМР} = (1852 + 11779) \times 0{,}25 = 3408 \text{ люд.-год.}$$

Річний об'єм робіт з П-В кросоверів Audi Q5 e-tron, люд.-год:

$$T_{ПВ} = N_{СТО} \times d \times t_{ПВ} \quad (2.6)$$

де $t_{ПВ}$ = 0,25 люд.-год. – разова трудомісткість 1-го заїзду на роботи з П-В кросоверів.

Тоді:

$$T_{ПВ} = 926 \times 2 \times 0{,}25 = 463 \text{ люд.-год.}$$

Річний об'єм робіт з передпродажної підготовки кросоверів, люд.-год. [9-13]:

$$T_{ПП} = N_{П} \times t_{ПП} \quad (2.7)$$

де $N_{П}$ – кількість кросоверів, що продаються за рік;

$t_{ПП}$ = 3,2 люд.-год. – трудомісткість передпродажної підготовки 1-го кросовера.

Тоді:

$$T_{ПП} = 329 \times 3{,}2 = 1053 \text{ люд.-год.}$$

Результати розрахунку річних об'ємів робіт наведені у табл. 2.2.

Таблиця 2.2. – Річні об'єми робіт в люд.-год.

Види дій				**Загальний річний об'єм робіт, Т**
ТОіР, $T_{ТОіР}$	**ПМР, $T_{ПМР}$**	**Приймання і видача кросоверів, Тпв**	**Передпродажна підготовка, Тпп**	
31803,0	3408,0	463,0	1053,0	36727,0

Також на СТО виконують наступні допоміжні роботи: з ремонту й обслуговування технологічного та інженерного устаткування, інструменту; мереж і комунікацій; компресорів тощо. Об'єм цих робіт становить від 10% до 15% від загального об'єму робіт СТО.

Об'єм допоміжних робіт:

$$T_{ПП} = 36727 \times 0{,}1 = 3673{,}0 \text{ люд.-год.}$$

2.2. Розподіл робіт на СТО Audi Q5 e-tron

Число робочих постів [9-11]:

$$X = \frac{T \times \phi \times K_П}{Д_{роб.рік} \times T_{ЗМ} \times C \times P_П \times \eta_П} \quad (2.8)$$

де $\varphi = 1{,}1$ – коефіцієнт нерівномірності вступу кросоверів на СТО;

$K_П = 0{,}8$ – доля постових робіт в загальному об'ємі;

$Д_{роб.рік} = 255$ – число робочих днів у році;

$T_{ЗМ} = 6$ год. – тривалість зміни;

$C = 2$ – число змін;

$P_П = 1$ – середнє число робітників, які одночасно працюють на посту;

$\eta_П = 0{,}9$ – коефіцієнт використання робочого часу посту.

Тоді:

$$X = \frac{36727 \times 1{,}1 \times 0{,}8}{255 \times 6 \times 2 \times 1 \times 0{,}9} = 11{,}74 \approx 12 \text{ роб. постів.}$$

Розподіл річного об'єму робіт ТОіР за видами та місцю виконання наведено у табл. 2.3.

Таблиця 2.3 – Розподіл річного об'єму робіт ТОіР за видами та місцю виконання

Вид роботи	Розподіл об'єму робіт		На робочих постах		На виробничих дільницях	
	%	Люд.-год.	%	Люд.-год.	%	Люд.-год.
Діагностування	4,0	1469,0	100,0	1469,0	0,0	0,0
Обслуговування з ремонтом	27,0	9916,0	100,0	9916,0	0,0	0,0
Агрегатні	17,0	6244,0	50,0	3122,0	50,0	3122,0
Слюсарно-механічні	7,0	2571,0	0,0	0,0	100,0	2571,0
Електротехнічні	4,0	1469,0	80,0	1175,0	20,0	294,0
Акумуляторні	2,0	735,0	10,0	73,0	90,0	661,0
Ремонт приладів системи живлення	4,0	1469,0	70,0	1028,0	30,0	441,0
Шиномонтажні	2,0	735,0	30,0	220,0	70,0	514,0
Ковальсько-ресорні	3,0	1102,0	75,0	826,0	25,0	275,0
Мідницькі	3,0	1102,0	75,0	826,0	25,0	275,0
Зварювальні	7,0	2571,0	75,0	1928,0	25,0	643,0
Бляхарські	9,0	3305	75,0	2479,0	25,0	826,0
Фарбувальні	8,0	2938	100,0	2938,0	0,0	0,0
Шпалерні	3,0	1102	50,0	551,0	50,0	551,0
Всього	100,0	36727		26554,0		10173,0

2.3. Кількість робітників на СТО Audi Q5 e-tron

Число виробничих робітників [10-12]:

$$P_T = \frac{T}{\Phi_T}, \tag{2.9}$$

Штатне число виробничих робітників [10-12]:

$$P_{Ш} = \frac{T}{\Phi_{Ш}} \tag{2.10}$$

де T - річний об'єм робіт, люд.-год.

$Ф_т$ і $Ф_ш$ – річний фонд часу технологічно необхідних робітників при 1-змінній роботі і штатних робітників.

Для спеціальностей зі шкідливими умовами праці [10-12]:

$Ф_т$ = 1780,0 год. і $Ф_ш$ = 1560,0 год. (35,0 год. тривалість тижня і 24,0 днів відпустка). Для інших спеціальностей:

$Ф_т$ = 2020,0 год. і $Ф_ш$ = 1770,0 год. (40,0 год. тривалість тижня і 24,0 днів відпустка).

Загальна кількість виробничих робітників СТО зведена у табл. 2.4.

Таблиця 2.4 – Загальна кількість виробничих робітників СТО

Види робіт	**Об'єм робіт**	**Фонд робочого часу**		**Технологічне число робітників, люд.**		**Штатне число робітників, люд.**	
	люд.-год.	**Фт.ч**	**Фш.ч**	**розрах.**	**прийнято**	**розрах.**	**прийнято**
Діагностування	1469,0	2020,0	1770,0	0,70	1,0	0,80	1,0
Обслуговування, ремонт	9916	2020	1770,0	4,90	5,0	5,6	6,0
Агрегатні	6244,0	2020,0	1770,0	3,10	3,0	3,50	3,0
Слюсарно-механічні	2571,0	2020,0	1770,0	1,30	1,0	1,50	1,0
Електротехнічні	1469,0	1780,0	1560,0	0,80	1,0	0,90	1,0
Акумуляторні	735,0	1780,0	1560,0	0,40	0	0,50	0
Ремонт приладів систем живлення	1469,0	2020,0	1770,0	0,70	1,0	0,80	1,0
Шиномонтажні	735,0	2020,0	1770,0	0,40	0	0,40	0
Ковальсько-ресорні	1102,0	2020,0	1770,0	0,50	1,0	0,60	1,0
Мідницькі	1102,0	1780,0	1560,0	0,60	1,0	0,70	1,0
Зварювальні	2571,0	1780,0	1560,0	1,40	1,0	1,60	2,0
Бляхарські	3305,0	2020,0	1770,0	1,60	1,0	1,90	2,0
Фарбувальні	2938,0	1780,0	1560,0	1,70	2,0	1,90	2,0
Шпалерні	1102,0	2020,0	1770,0	0,50	1,0	0,60	1,0
Всього	36727,0				19,0		22,0
Допоміжні	3673,0	2020,0	1770,0	1,80	2,0	2,10	2,0

Чисельність виробничих робітників на постах СТО зведена у табл. 2.5.

Таблиця 2.5 – Чисельність виробничих робітників на постах СТО

Види робіт	Об'єм робіт	Фонд робочого часу		Технологічне число робітників, люд.		Штатне число робітників, люд.	
	люд.-год.	Фт.ч	Фш.ч	розрах.	прийнято	розрах.	прийнято
Діагностування	1469,0	2020,0	1770,0	0,70	1,0	0,80	1,0
Обслуговування і ремонт	9916,0	2020,0	1770,0	4,90	5,0	5,60	6,0
Агрегатні	3122,0	2020,0	1770,0	1,50	2,0	1,80	2,0
Слюсарно-механічні	0,0	2020,0	1770,0	0,00	0,0	0,00	0,0
Електротехнічні	1175,0	1780,0	1560,0	0,70	1,0	0,80	1,0
Акумуляторні	73,0	1780,0	1560,0	0,00	0,0	0,00	0,0
Ремонт приладів систем живлення	1028,0	2020,0	1770,0	0,50	1,0	0,60	1,0
Шиномонтажні	220,0	2020,0	1770,0	0,10	0,0	0,10	0,0
Ковальсько-ресорні	826,0	2020,0	1770,0	0,40	0,0	0,50	1,0
Мідницькі	826,0	1780,0	1560,0	0,50	1,0	0,50	1,0
Зварювальні	1928,0	1780,0	1560,0	1,10	1,0	1,20	1,0
Бляхарські	2479,0	2020,0	1770,0	1,20	2,0	1,40	1,0
Фарбувальні	2938,0	1780,0	1560,0	1,70	2,0	1,90	2,0
Шпалерні	551,0	2020,0	1770,0	0,30	0,0	0,30	0,0
Всього	26554,0				16,0		17,0

Чисельність виробничих робітників на дільницях зведена у табл. 2.6.

Таблиця 2.6 – Чисельність виробничих робітників на дільницях

Види робіт	Об'єм робіт	Фонд робочого часу		Технологічне число робітників, люд.		Штатне число робітників, люд.	
	люд.-год.	Фт.ч	Фш.ч	розрах.	прийнято	розрах.	прийнято
Діагностування	0,0	2020,0	1770,0	0,00	0,0	0,00	0,0
Обслуговування і ремонт	0,0	2020,0	1770,0	0,00	0,0	0,00	0,0
Агрегатні	3122,0	2020,0	1770,0	1,50	2,0	1,80	2,0
Слюсарно-механічні	2571,0	2020,0	1770,0	1,30	1,0	1,50	2,0
Електротехнічні	294,0	1780,0	1560,0	0,20	0,0	0,20	0,0
Акумуляторні	661,0	1780,0	1560,0	0,40	0,0	0,40	0,0
Ремонт приладів систем живлення	441,0	2020,0	1770,0	0,20	0,0	0,20	0,0
Шиномонтажні	514,0	2020,0	1770,0	0,30	0,0	0,30	0,0

Ковальсько-ресорні	275,0	2020,0	1770,0	0,10	0,0	0,20	0,0
Мідницькі	275,0	1780,0	1560,0	0,20	0,0	0,20	0,0
Зварювальні	643,0	1780,0	1560,0	0,40	0,0	0,40	0,0
Бляхарські	826,0	2020,0	1770,0	0,40	0,0	0,50	1,0
Фарбувальні	0,0	1780,0	1560,0	0,00	0,0	0,00	0,0
Шпалерні	551,0	2020,0	1770,0	0,30	0,0	0,30	0,0
Всього	10173,0				3,0		5,0

2.4. Число постів СТО Audi Q5 e-tron

Пости за своїм технологічним призначенням діляться на робочі та допоміжні [12-14]. Робочі пости – це А-М, які оснащені відповідним устаткуванням для підтримки кросоверів, відновлення його стану і зовнішнього вигляду (пости ПМР, діагностування, ТОіР, кузовних, фарбувальних і протикорозійних робіт тощо.).

2.4.1. Кількість робочих постів

Кількість робочих постів [9-14]:

$$X = \frac{T_П \times \phi}{Д_{роб.рік} \times T_{ЗМ} \times C \times P_П \times \eta_П} \quad (2.11)$$

де $T_П$ – річний об'єм постових робіт, люд.-год.;

φ = 1,1 – коефіцієнт нерівномірності вступу кросоверів на СТО;

$K_П$ = 0,8 – доля постових робіт в загальному об'ємі;

$Д_{роб.рік}$ = 255 – число робочих днів у році;

$T_{ЗМ}$ = 6 год. – тривалість зміни;

C = 2 – число змін;

$P_П$ =1 – середнє число робітників, які одночасно працюють на посту;

$\eta_П$ = 0,9 – коефіцієнт використання робочого часу посту.

Чисельність робочих постів за видами робіт зведена у табл. 2.7.

Таблиця 2.7 – Чисельність робочих постів за видами робіт

Види робіт	**Об'єм робіт на постах**	**Число робочих постів**	
	люд.-год.	**розрах.**	**прийнято**
Діагностування	1469,0	0,60	1,0
Обслуговування з ремонтом	9916,0	4,30	4,0
Агрегатні	3122,0	1,40	1,0
Слюсарно-механічні	0,0	0,00	0,0
Електротехнічні	1175,0	0,50	1,0
Акумуляторні	73,0	0,00	0,0
Ремонт приладів систем живлення	1028,0	0,40	0,0
Шиномонтажні	220,0	0,10	0,0
Ковальсько-ресорні	826,0	0,40	0,0
Мідницькі	826,0	0,40	0,0
Зварювальні	1928,0	0,80	1,0
Бляхарські	2479,0	1,10	1,0
Фарбувальні	2938,0	1,30	1,0
Шпалерні	551,0	0,20	0,0
Всього	26554,0		10,0

Об'єми робіт за видами та місцю виконання; чисельність виробничих робітників і робочих постів зведені у табл. 2.8.

Таблиця 2.8 – Об'єми робіт за видами та місцю виконання; чисельність виробничих робітників і робочих постів

Види робіт	**Об'єм робіт на постах**	**Об'єм робіт на дільницях**	**Штатне число робітників на постах, люд.**	**Штатне число робітників на дільницях, люд.**	**Число робочих постів**
	люд.-год.	**люд.-год.**	**прийнято**	**прийнято**	**прийнято**
Діагностування	1469,0	0,0	1,0	0,0	1,0
Обслуговування з ремонтом	9916,0	0,0	6,0	0,0	4,0
Агрегатні	3122,0	3122,0	2,0	2,0	1,0
Слюсарно-механічні	0,0	2571,0	0,0	2,0	0,0
Електротехнічні	1175,0	294,0	1,0	0,0	1,0
Акумуляторні	73,0	661,0	0,0	0,0	0,0
Ремонт приладів систем живлення	1028м	441,0	1,0	0,0	0,0

Шиномонтажні	220,0	514,0	0,0	0,0	0,0
Ковальсько-ресорні	826,0	275,0	1,0	0,0	0,0
Мідницькі	826,0	275,0	1,0	0,0	0,0
Зварювальні	1928,0	643,0	1,0	0,0	1,0
Бляхарські	2479,0	826,0	1,0	1,0	1,0
Фарбувальні	2938,0	0,0	2,0	0,0	1,0
Шпалерні	551,0	551,0	0,0	0,0	0,0
Всього	26554,0	10173,0	17,0	5,0	10,0
Допоміжні	36727,0		2,0		

2.4.2. Кількість механізованих постів

Кількість механізованих постів, шт. [9-14]:

$$X_{ПМР}^{М} = \frac{T_{ПМР} \times \phi_{М}}{Д_{раб.г} \times T_{об} \times N_{у} \times \eta_{П}} \quad (2.12)$$

де $T_{ПМР}$ = 3408,0 чол.-год. – трудомісткість ПМР;

$\varphi_{М}$ = 1,50 – коефіцієнт нерівномірності вступу кросоверів на пости для миття;

$T_{об} = T_{зм}$ = 6,0 год. – добова тривалість роботи дільниці;

$N_{у}$ = 4,0 кросоверів/год. – продуктивність мийної установки;

$\eta_{п}$ = 0,90 – коефіцієнт використання робочого часу посту.

Тоді:

$$X_{ПМР} = (3408,0*1,50)/(255,0*6,0*4,0*0,90) = 0,954.$$

Приймаємо 1 пост.

Число постів для П-В кросоверів, шт.:

$$X_{ПВ} = \frac{T_{ПВ} \times \varphi}{Д_{раб.г} \times T_{СМ} \times C \times P_{П} \times \eta_{П}} \quad (2.13)$$

де $T_{ПВ}$ = 463,0 люд./год. – річний об'єм постових робіт;

φ = 1,20 – коефіцієнт нерівномірності вступу кросоверів;

$Д_{роб.рік}$ – число робочих днів в 1-му році;

$Т_{зм}$ – тривалість 1-ї зміни;

$С$ = 2,0 – число змін;

$Р_п$ = 1,0 – число робітників, які одночасно працюють на посту;

$\eta_п$ = 0,90 – коефіцієнт використання робочого часу 1-го посту.

$$Х_{ПВ} = (463,0*1,20)/(255,0*6,0*2,0*1*0,90) = 2,02.$$

Приймаємо 2 пости.

2.4.3. Кількість допоміжних постів

А-М, на яких виконуються технологічно-допоміжні операції (пости П-В кросоверів, підготовки та сушіння на дільниці фарбування тощо):

$$Х_{дод} = Х_{ПВ} * Д_{дод}, \quad (2.14)$$

де $Д_{дод}$ = 0,50 – число допоміжних постів на 1 робочий пост.

Тоді:

$$Х_{дод} = 2*0,5=1 \text{ пост.}$$

Розподіл робочих постів за видами праці зведений у табл. 2.9.

Таблиця 2.9 – Розподіл робочих постів за видами праці

Число постів	**Шт.**
ПМР	1,0
П-В	0,0
Діагностування	1,0
Обслуговування і ремонту	4,0
Ремонту вузлів, систем та агрегатів	1,0
Ремонту приладів систем живлення	1,0
Мідницьких робіт	0,0

Кузовних робіт	2,0
Фарбувальних робіт	1,0
Всього	11,0
Допоміжних	1,0
Разом	12,0

2.4.4. Число А-М для очікування та зберігання кросоверів

А-М очікування – це місця, займані кросоверами, які очікують постановки їх на пости ТОіР. При необхідності А-М очікування використовують для виконання певних видів робіт ТОіР [14].

Число А-М для очікування постановки на пости ТОіР, шт. [15-19]:

$$X_{оч} = X_{заг} * 0{,}50, \tag{2.15}$$

де $X_{заг}$ = 10 (див. табл. 2.10) – загальне число робочих постів.

Тоді:

$$X_{оч} = 10{,}0 * 0{,}50 = 5{,}0.$$

Приймаємо, що 50,0% А-М розміщені у приміщенні СТО, а інші – на відкритій стоянці (заокруглюємо в меншу сторону).

Число А-М, які готові до видачі кросоверів, шт. [12-14]:

$$X_{гот} = \frac{N_{СТО} \times d \times T_{ПР}}{Д_{раб.г} \times T_{В}}, \tag{2.16}$$

де $T_{пр}$ = 4,0 год.– середній час перебування кросоверів на СТО після обслуговування

$T_{в} = T_{зм}$ = 6,0 год. – тривалість роботи дільниці видачі кросоверів за добу.

Тоді:

$$X_{гот} = (926{,}0*2{,}0*4{,}0)/(255{,}0*6{,}0) = 4{,}84.$$

Приймаємо, що 50,0% А-М розміщуються в приміщенні станції, а інші - на відкритій стоянці (округлюємо в меншу сторону).

Число А-М на відкритій стоянці магазину, шт. [12-14]:

$$X_{відкр} = \frac{N_П \times Д_З}{Д_{роб.м}} \quad (2.17)$$

де $N_П$ – 329,0 – число кросоверів, що продаються за рік, шт.;

$Д_з$ = 15,0 – число запасних днів, шт.;

$Д_{роб\,м} = Д_{роб.р}$ = 255,0 – число робочих днів магазина за рік, шт..

$$X_{відкр} = (329,0*15,0)/255,0= 19,35.$$

Для демонстрації нових кросоверів на СТО передбачаємо 10,0% А-М від числа А-М на відкритій стоянці магазину.

Кількість А-М зведені у табл. 2.10.

Таблиця 2.10 – Кількість А-М

№ п/п	Види А-М	К-ть, шт.
1	Очікування	5,0
	– у приміщенні;	2,0
	– на відкритій стоянці.	3,0
2	Готових до видачі:	5,0
	– у приміщенні;	2,0
	– на відкритій стоянці.	3,0
3	На стоянці магазину	19,0
4	Для демонстраційних кросоверів	2,0
	Всього:	31,0
	– у приміщенні;	6,0
	– на відкритій стоянці.	25,0

2.4.5. Загальна кількість постів та А-М

Загальна кількість постів – 12,0 і А-М – 31,0 (6,0 в приміщенні СТО і 25,0 на відкритій стоянці), у тому числі [12-14]:

• робочі пости – 11,0;

• допоміжні пости на дільниці фарбування кросоверів – 1,0 із загального числа допоміжних постів;

• А-М очікування постановки кросоверів на пости – 5,0 (з них 2,0 – у приміщенні і 3,0 – на відкритій стоянці);

• А-М зберігання;

• готових до видачі кросоверів – 5 (з них 2,0 – у приміщенні СТО і 3,0 – на відкритій стоянці);

• кросовери, які продаються, на відкритій стоянці – 19,0;

• для демонстрації нових кросоверів у СТО – 2,0.

2.4.6. Статура та площі постів, дільниць, приміщень СТО

Склад і площі приміщень визначають розміром СТО і видами виконуваних робіт.

Площі СТО за своїм функціональним призначенням діляться на:

• виробничі (зони постових робіт, виробничі дільниці);

• складські;

• технічні (електрощитова, компресорна, трансформаторна, насосна, водомірний вузол, тепловий пункт тощо);

• адміністративно-побутові (туалети, офісні приміщення, душові, гардероб тощо);

• для обслуговування клієнтів (кафе, клієнтська, бар,);

• для продажу запчастин і автоприладів;

• для продажу кросоверів (салон-виставка кросоверів, зони зберігання тощо).

Площі постів та А-М [10-14]:

$$F = f_a \times X \times K_П, м^2 \quad (2.18)$$

де f_a = 9,050 м^2– площа, займана кросоверами у плані (за габаритними розмірами);

X – число постів;

$K_п$ = 5 – коефіцієнт щільності розставляння постів.

Коефіцієнт $K_п$ – це відношенням площі, займаної кросоверами, проїздами, проходами, робочими місцями, до суми площ проєкції кросоверів у плані.

Площі постів зведені у табл. 2.11.

Таблиця 2.11 – Площі постів

Види постів	**Число, шт.**	**Площа, м^2**
ПМР	1,0	45,0
П-В	0,0	0,0
Діагностування	1,0	45,0
Обслуговування і ремонту	4,0	181,0
Ремонту вузлів, систем та агрегатів	1,0	45,0
Ремонту приладів систем живлення	1,0	45,0
Кузовних робіт	2,0	90,0
Фарбувальних робіт	1,0	45,0
Всього	11,0	496,0
Допоміжних	1,0	45,0
Разом	12,0	541,0

Площі А-М [10-14]:

$$F = f_a \times Y \times K_{ПП}, м^2 \quad (2.19)$$

де Y – число А-М;

$K_{ПП}$ = 6,0 – коефіцієнт щільності розставляння постів.

Площі А-М зведені у табл. 2.12.

Таблиця 2.12 – Площі А-М

Види автомобіле-місць	К-ть, од.	Площа, м^2
А-М очікування	5,0	271,0
– у приміщенні	2,0	109,0
– на відкритій стоянці	3,0	162,0
А-М готових до видачі кросоверів	5,0	271,0
– у приміщенні	2,0	109,0
– на відкритій стоянці	3,0	162,0
А-М на стоянці магазину	19,0	1032,0
А-М для демонстраційних кросоверів	2,0	109,0
Всього А-М	31,0	1683,0
– у приміщенні	6,0	326,0
– на відкритій стоянці	25,0	1357,0

Площі виробничих дільниць [10-14]:

$$F_{дільн.} = f_1 + f_2(P_T - 1), м^2 \quad (2.20)$$

де f_1 – площа 1-ї дільниці, м^2;

f_2 – площа наступної дільниці, м^2;

P_m – число технологічно необхідних робітників на дільниці, люд..

Площі дільниць зведені у табл. 2.13.

Таблиця 2.13 – Площі дільниць

Види робіт	Площа 1-ї дільниці, м^2	Площа на наступної дільниці, м^2	Число робітників, люд.	Площа дільниці, м^2
Діагностування	15,0	9,0	0,0	6,0
Обслуговування та ремонт	18,0	12,0	0,0	6,0
Агрегатні	18,0	12,0	2,0	30,0
Слюсарно-механічні	22,0	16,0	2,0	38,0
Електротехнічні	15,0	9,0	0,0	6,0
Акумуляторні	15,0	9,0	0,0	6,0
Ремонт приладів систем живлення	14,0	8,0	0,0	6,0

Шиномонтажні	14,0	8,0	0,0	6,0
Ковальсько-ресорні	15,0	9,0	0,0	6,0
Мідницькі	14,0	8,0	0,0	6,0
Зварювальні	15,0	9,0	0,0	6,0
Бляхарські	15,0	8,0	1,0	15,0
Фарбувальні	18,0	12,0	0,0	6,0
Шпалерні	14,0	8,0	0,0	6,0
Всього			5,0	149,0

Площа технічних приміщень, м^2 [10-14]:

$$S_{тех.п} = Д_{тех.п} * S_{вир.п} \quad (2.21)$$

де $Д_{тех.п}$ = 0,07 – доля від площі виробничих приміщень (пости з дільницями);

$S_{вир.п}$ = (541,0 + 149,0) м^2 – площа виробничих приміщень.

Тоді:

$$S_{тех.п} = 0,07 * (541 + 149) = 48 \text{ м}^2.$$

Площа складських приміщень, м^2:

$$S_{скл.п} = Д_{скл.п} * S_{вир.п} \quad (2.22)$$

де $Д_{скл.п}$ = 0,08 – доля від площі виробничих приміщень (пости з дільницями).

Тоді:

$$S_{скл.п} = 0,08 * (541,0 + 149,0) = 55,0 \text{ м}^2.$$

Площа адміністративних приміщень, м^2:

$$S_{адм.п} = Д_{адм.п} * У_{адм.п} * \quad P_{вир} \quad (2.23)$$

де $Д_{адм}$ = 0,15 – доля адміністративних робітників від числа виробничих робітників;

$У_{адм}$ = 6,0 м^2 – площа на одного працюючого;

$P_{вир}$ = (17,0 + 5,0 + 2,0) люд. – к-ть виробничих робітників на постах і дільницях.

Тоді:

$$S_{адм} = 0{,}15 * 6{,}0 * (17{,}0 + 5{,}0 + 2{,}0) = 22{,}0 \text{ м}^2.$$

Площа побутових приміщень, м^2:

$$S_{поб.п} = Д_{поб.п} * P_{вир} \quad (2.24)$$

де $Д_{поб.п}$ = 3,0 м^2 – площа на 1-го працюючого.

Тоді:

$$S_{поб.п} = 3{,}0 * (17{,}0 + 5{,}0 + 2{,}0) = 72{,}0 \text{ м}^2.$$

Площа приміщення для клієнтів, м^2:

$$S_{п.кл} = У_{п.кл} * Х_{пост} \quad (2.25)$$

де $У_{п.кл}$ = 2,0 м^2 – площа на 1 робочий пост;

$Х_{пост}$ = 11,0 – число робочих постів.

Тоді:

$$S_{п.кл} = 2{,}0 * 11{,}0 = 22{,}0 \text{ м}^2.$$

Площа приміщення для продажу запасних частин до кросоверів, м^2:

$$S_{зап.ч} = У_{зап.ч} * S_{п.кл} \quad (2.26)$$

де $У_{зап.ч}$ = 0,3 – доля від площі для клієнтів.

Тоді:

$$S_{зч} = 0{,}3 * 22{,}0 = 7{,}0 \text{ м}^2.$$

Площі адміністративно-побутових приміщень зведені у табл. 2.14.

Таблиця 2.14 – Площі адміністративно-побутових приміщень

Види приміщень	**Площа, м^2**
Технічні	48,0
Складські	55,0
Адміністративні	22,0
Побутові	72,0
Для клієнтів	22,0
Для продажу з/ч	7,0
Всього	226,0

2.4.7. Площі приміщень СТО

Площа дільниці, м^2 [10-14]:

$$F_{ділн} = \frac{F_{вир.с} + F_{адм.п} + F_{зр}}{K_з} \quad (2.27)$$

де $F_{вир.с}$, $F_{адм.п}$, $F_{зб}$ – площа відповідно виробничо-складських, адміністративно-побутових приміщень і майданчиків для зберігання кросоверів, м^2;

$K_з$ = 30% – щільність забудови території.

Тоді:

$$F_{ділн} = \frac{541 + 1683 + 149 + 226}{0,3} = 8663,0 \text{ м}^2.$$

Площі територій СТО зведені у табл. 2.15.

Таблиця 2.15 – Площі територій СТО

Види приміщень	**Площа, м^2**
Площа постів	541,0
Площа дільниць	149,0
Площа А-М:	1683,0
– у приміщенні	326,0
– на відкритій стоянці	1357,0
Площа адміністративно-побутових приміщень	226,0
Загальна площа приміщень	1242,0
Загальна відкрита площа	1357,0
Всього по площах	2599,0
Загальна площа по території	8663,0

2.4.8. Устаткування СТО

Приймаємо наступне устаткування:

– електрогідравлічний 2-х стійковий симетричний піднімач 4,2т OMA 210I/42B [20] – рис. 2.3;

– шиномонтажний верстат із захопленням диска 10-“22” [21] – рис. 2.4;

– стенд регулювання розвал-сходження hunter hawkeye ELITE WA360E-HE421DT3e hunter [22] – рис. 2.5;

– компресор SCR 20 2PM (15 кВт, 2.4 м^3/хв.) ресивер, частотник, двигуном на постійних магнітах PM [23] – рис. 2.6;

– прилад для перевірки світла фар CAP2500EX-TGWB [24] – рис. 2.7;

– апарат високого тиску Karcher HDS 9/20-4 Classic (1.030-000.0) [25] – рис. 2.8;

– апарат точкового зварювання СУПЕР КРАБ FORSAGE 12 кВт (380V) [26] – рис. 2.9.

Рисунок 2.3 – Електрогідравлічний 2-х стійковий симетричний піднімач 4,2т OMA 210I/42B

Рисунок 2.4 – Шиномонтажний верстат із захопленням диска 10-22

Рисунок 2.5 – Стенд регулювання розвал-сходження hunter hawkeye ELITE WA360E-HE421DT3e hunter

Рисунок 2.6 – Компресор SCR 20 2PM (15 кВт, 2.4 м3/хв.) ресивер, частотник, двигуном на постійних магнітах PM

Рисунок 2.7 – Прилад для перевірки світла фар CAP2500EX-TGWB

Рисунок 2.8 – Апарат високого тиску Karcher HDS 9/20-4 Classic (1.030-000.0)

Рисунок 2.9 – Апарат точкового зварювання СУПЕР КРАБ FORSAGE 12 кВт (380V)

2.4.9. Розробка генерального плану СТО

Під час розроблення генерального плану СТО (рис. А1) було враховано низку важливих чинників, які забезпечують ефективну організацію виробничого процесу та безпеку експлуатації об'єкта. Зокрема, територію СТО спроєктовано таким чином, щоб вона була ізольована від інтенсивного міського руху транспорту й пішоходів, що дозволяє мінімізувати ризики аварійних ситуацій та сприяти вільному маневруванню кросоверів на території. При плануванні також враховано схему виробничого процесу й специфіку технології виконання робіт на СТО, включаючи послідовність та логістику технологічних операцій. Особливу увагу приділено природно-кліматичним умовам конкретного регіону, конфігурації рельєфу місцевості, типу ґрунтів, а також забезпеченню дренажу та водовідведення. Визначено площі основних виробничих зон, дільниць, цехів, зон ТО, поточного й капітального ремонту, зберігання кросоверів та супутніх приміщень згідно з результатами попередніх технологічних та оптимізаційних розрахунків [9–19].

2.4.10. Розробка плану виробничого корпусу СТО

У основі планувального рішення СТО закладено логічну послідовність схеми виробничого процесу, перелік необхідних приміщень з їх функціональним призначенням, конструктивно-планувальну схему будівлі, а також обов'язкове дотримання чинних протипожежних норм і санітарно-гігієнічних вимог, які висуваються до відповідних зон та виробничих дільниць [10-14]. На етапі проєктування заздалегідь була складена експлікація приміщень, яка охоплює виробничі, складські, технічні, адміністративні, побутові та допоміжні приміщення із зазначенням їхніх площ. Ці площі визначено на підставі проведеного технологічного розрахунку з урахуванням категорій виробництва за показниками вибухопожежної та пожежної небезпеки згідно з нормативною документацією. З огляду на отриману сумарну площу будівлі, було підібрано найбільш доцільну будівельну схему й встановлено габаритні розміри будівлі, що відповідають планувальним і конструктивним вимогам. Основне функціональне навантаження в будівлі СТО виконує зона постових робіт з ТОіР, яка за характером свого виробничого процесу є центральною й функціонально пов'язаною з усіма виробничо-складськими приміщеннями, забезпечуючи технологічну цілісність процесу ТО ТЗ (рис. А2).

3. Проєктування дільниці ремонту кузова кросоверівмобілів Audi Q5 e-tron

Кузов — це конструктивна частина кросовера або іншого ТЗ, призначена для розміщення пасажирів, водія та перевезення вантажів. У класичних кросоверів кузов кріпиться до рами, що забезпечує жорсткість та міцність конструкції. Проте, з розвитком технологій отримали широке поширення безрамні кузови, які виконують також функцію несучої основи. У таких конструкціях всі основні вузли та агрегати — ДВЗ, трансмісія, ходова частина — монтуються безпосередньо до кузова, що дозволяє зменшити масу ТЗ та підвищити жорсткість на кручення [27, 30].

Сучасний тип кузова визначається багатьма чинниками — компонуванням і конструктивною схемою, ергономікою, вимогами безпеки, технологією виготовлення та використаними матеріалами. Крім того, форма кузова значною мірою впливає на вантажомісткість, аеродинаміку, комфорт, загальні експлуатаційні властивості кросоверів [27, 30].

3.1. Повірка геометрії кузова кросовера Audi Q5 e-tron

Коли кросовер потрапив в аварію, то ушкодження можуть бути набагато серйознішими, ніж здається на 1-й погляд. Постраждати може не лише кузов, але й інші важливі елементи конструкції, які впливають на безпеку та експлуатаційні характеристики. Наслідки аварії часто носять прихований характер і можуть проявлятися під час подальшого використання кросоверів. Основні можливі деформації та несправності наступні [30, 34]:

1. Порушення правильного розташування коліс – відхилення від заводських параметрів розвалу-сходження призводить до погіршення стійкості кросоверів на дорозі, нерівномірного зносу шин і підвищеного навантаження на підвіску.

2. Порушення геометрії кузова, зокрема контрольних діагоналей. Ці діагоналі — умовні лінії, які з'єднують певні контрольні точки рами або основи кузова

(зазвичай точки кріплення переднього і заднього мостів). Їх порушення свідчить про серйозні геометричні деформації. Спотворення можуть проявлятися також в інших елементах — отворах дверей, віконних рамах тощо.

3. Утворення складок у металі. В результаті сильного удару листовий метал не може значно потовщитися, тому утворюються складки — ознака серйозної локальної або розподіленої деформації. Основні зони появи складок — підлога кузова, довгомірні елементи (лонжерони, пороги), а також області між точками зварювання, де листи зміщуються.

Для виявлення усіх пошкоджень рекомендують проводити ретельну діагностику стану кузова та рами. Перший огляд починають з візуального інспектування кросоверів, який попередньо встановлюють на піднімачі. Особливу увагу приділяють контрольним точкам, з'єднанням та підозрілим вигинам або складкам.

У разі відсутності явних деформацій наступним етапом має бути контроль правильності встановлення коліс [29, 34].

3.2 Контроль положення заднього моста та установки коліс

Після перевірки геометрії переднього моста (вимірювання розвалу-сходження коліс) доцільно провести контроль правильності положення заднього моста та встановлення задніх коліс. Отримані значення мають відповідати допускам, визначеним заводом-виробником.

Умови проведення вимірювання [30, 34].:

1. Кросоверів повинен бути встановлений на рівному горизонтальному майданчику.

2. Передні колеса мають бути в нейтральному положенні (прямо, без повороту).

Такий контроль дозволяє:

1. Перевірити відносне розміщення задніх і передніх коліс.

2. Виявити зміщення заднього моста, що може бути наслідком пошкоджень або неправильного встановлення.

3. Оцінити симетрію конструкції шасі та зробити висновки щодо необхідності регулювань чи ремонту.

3.3. Характерні дефекти КіК та елементів оперення кросовера

До основних дефектів, які виникають у деталях кузовів і кабін, належать корозійні ушкодження, механічні деформації (вм’ятини, обломи, розриви тощо), порушення геометричних розмірів, поява тріщин, а також руйнування зварних з’єднань. Ці пошкодження можуть бути спричинені як експлуатаційними факторами, так і недоліками у виробництві або ремонті [29, 34].

3.3.1. Корозійні ушкодження

Корозія – найпоширеніший вид зношення металевих КіК. В основі цього процесу лежить електрохімічна реакція, при якій відбувається взаємодія металу з електролітом — найчастіше водним розчином, адсорбованим із навколишнього повітря. Особливо швидко корозія прогресує у важкодоступних для очищення місцях, де затримується волога, яка не має можливості швидко випаровуватись. При підвищенні температури зовнішнього середовища цей процес прискорюється, що спричиняє інтенсивне окислення. Крім того, корозійне руйнування може виникати внаслідок контакту сталевих деталей з компонентами з дюралюмінію, пластмаси, вологої деревини чи інших матеріалів, що вступають у хімічну реакцію з основним металом [31, 34].

3.3.2. Тріщини КіК

Утворення тріщин відбувається переважно через втому металу під дією циклічних навантажень. До причин їх виникнення також належать порушення ТП

обробки металу, використання неякісного прокату або зварювального дроту, помилки під час збирання вузлів, недостатня жорсткість або міцність конструкції, а також постійна дія вібрацій у окремих зонах кузова чи рами [32, 34].

3.3.3. Руйнування зварних з’єднань

Зварні шви можуть руйнуватись унаслідок неякісного зварювання, внутрішніх напружень, викликаних температурною деформацією, а також впливу корозії, вібрацій і робочих навантажень, які виникають під час нормальної експлуатації кросоверів. Часто подібні дефекти також виникають після аварій або сильних ударів [32, 34].

3.3.4. Механічні пошкодження КіК

Механічні ушкодження — такі як вм’ятини, перекоси, розриви, деформації чи зламування — виникають у результаті надмірних механічних навантажень, ударів, перегинів або зіткнень. Іноді причиною є ослаблене або неправильно виконане з’єднання між деталями, яке не забезпечує достатньої міцності та жорсткості конструкції [32, 34].

3.4. Проєктування ТП ремонту КіК кросовера у зборі

Ремонт КіК кросоверів здійснюють відповідно до визначеної технологічної послідовності, яка включає кілька етапів: розбирання, повне або часткове видалення старого лакофарбового покриття, дефектацію (тобто виявлення й оцінку пошкоджень), відновлення або заміну пошкоджених складових частин, повторне складання, фарбування, а також завершальний контроль якості виконаних робіт [32, 34].

3.4.1. Розбирання КіК

Виконують у 2 основні етапи. На 1-му – здійснюють демонтаж усіх знімних деталей та вузлів, розташованих як на зовнішній, так і на внутрішній поверхні кузова чи кабіни. Сюди входить зняття облицювання, сидінь, склопакетів, обшивки, світлотехніки, декоративних елементів тощо. На 2-му етапі розбирання охоплює часткове роз'єднання корпусу після вилучення старої фарби, що дає змогу виявити приховані дефекти, які не було видно до очищення поверхні [32, 34].

У більшості випадків сучасні КіК мають суцільнометалеву конструкцію, елементи якої з'єднані за допомогою зварювання, що унеможливлює повне розбирання на окремі панелі без значних пошкоджень. Тому корпус розбирається лише до тієї міри, яка необхідна для проведення повноцінної дефектації й доступу до елементів каркасу, які потрібно відремонтувати або замінити.

3.4.2. Методи усунення дефектів КіК

Залежно від економічної доцільності ремонту (враховуючи ступінь зношення, складність пошкоджень, вартість нових деталей тощо), застосовують різні методи відновлення поверхні кузова. Це може бути рихтування, локальна заміна панелей, проковування, зварювання, вирівнювання або встановлення вставок [30-34].

Найбільш трудомісткі та дорогі – ремонтні роботи, пов'язані з відновленням жорсткості та геометрії зварних суцільнометалевих кузовних конструкцій. При цьому можуть виконуватись такі операції, як правка деформованих панелей, вирізання сильно пошкоджених ділянок корпусу, ліквідація тріщин і розривів, монтаж деталей ремонтного дублюючого або нового металу на місця видалених елементів, а також проковування з метою зміцнення ослаблених зон [27-34].

Для усунення нерівностей на поверхні панелей застосовують спеціальні технології, зокрема напилення порошкових пластмас або використання

епоксидних композицій. Ці методи дозволяють ефективно вирівнювати пошкоджені ділянки й відновлювати початкову геометрію поверхні.

Для ліквідації неглибоких та плавних вм’ятин у панелі зазвичай свердлять отвір ∅ 6 мм. У цей отвір вставляють металевий стержень із попередньо загнутим кінцем, за допомогою якого витягують ввігнуту частину панелі до її початкового положення. Після завершення цього процесу отвір герметизують — використовують або припій, або спеціальну епоксидну суміш, що забезпечує надійну фіксацію та захист від корозії [27-34].

Виправлення панелей, що зазнали пошкоджень внаслідок аварій, охоплює комплекс робіт, таких як витягування, вирівнювання, витискування й вибивання деформованих зон кузова або кабіни. Мета цих дій — відновлення початкової форми та геометричних розмірів пошкоджених елементів. При цьому важливо, щоб прикладена розтягуюча сила відповідала напрямку тієї сили, яка спричинила пошкодження, тобто діяла під тим самим кутом [27-34].

3.4.3. Методологія усунення серйозних порушень геометрії кузова

Для цього необхідне спеціальне обладнання — робочий пост з рамним правильним стендом-стапелем. Лише шаблонні стенди (рис. 3.1) забезпечують високу точність відновлення геометрії кузова [34].

Основні елементи рамного правильного стенду:

1. Масивна міцна рама — основа стенда, яка може бути пересувною або змонтованою на піднімачі. Її конструктивна міцність дозволяє витримувати сили в 10-ки тон, які виникають під час витягування деформованих кузовів без пошкоджень самої рами.

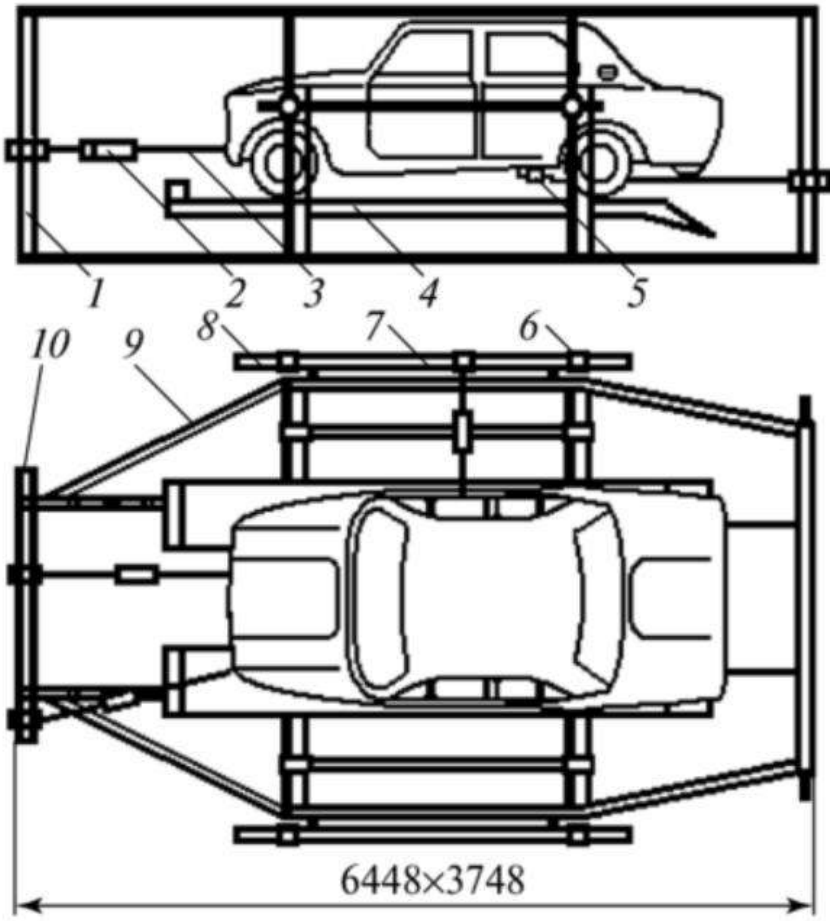
2. Затискачі — використовують для надійного кріплення кузова та витягувальних пристроїв до рами.

3. Підйомна платформа (поз. 4) — на ній розміщується пошкоджений кузов.

4. Кріпильні елементи: підставки, розчалювальні ланцюги (поз. 3), захоплюючі пристрої (поз. 5).

5. Точки кріплення кузова: гнізда домкратів, ребра жорсткості порогів, елементи буксирних пристроїв.

6. Гідравлічні циліндри (поз. 2) — забезпечують витягувальні сили до 100 кН у різних напрямках.



1 — вертикальна опора прямокутного перерізу; 2 — силовий гідроциліндр; 3 — розчалювальний ланцюг; 4 — підйомна платформа; 5 — захоплення; 6 — повзунка; 7 — колона 4-стійкового піднімача; 8 і 10 — подовжня і поперечна траверси; 9 — горизонтальна зв'язка

Рисунок 3.1 – Шаблонний стенд БС-167 для правки аварійних кузовів

7. Колони чотиристійкового електромеханічного піднімача (поз. 7) — до них закріплюється основна рама.

8. Вимірювальна система — обов’язковий елемент правильного стенда. Відтворення просторової конфігурації кузова без постійного вимірювання базових точок і перевірки деформацій неможливе.

Процес правки наступний:

1. Кузов встановлюють на підйомну платформу та закріплюють спеціальними елементами.

2. Визначається напрямок прикладання сил для усунення деформацій.

3. Гідравлічні силові циліндри через захоплення з’єднуються з деформованими дільницями кузова.

4. Витягування та вирівнювання здійснюють гідравлікою. Одночасно можуть працювати кілька силових елементів у різних напрямках, що прискорює і підвищує ефективність правки.

3.4.4. Технологія складання і контролю КіК

Процес складання КіК при ремонті кросоверів здійснюють в кілька етапів, дотримуючись чіткої послідовності для забезпечення якості й точності виконання робіт. Спочатку, до нанесення фарбувальних покриттів, на кузов встановлюють усі деталі та складальні одиниці, що підлягають фарбуванню разом з кузовом. Це можуть бути двері, капот, оперення, кришка багажника та ін. елементи. Під час монтажу цих частин важливо витримувати необхідні зазори між деталями, що сполучаються, для забезпечення належного зазору і правильного розташування елементів. Це дозволяє уникнути деформацій та неправильного розміщення компонентів після фарбування.

Після того, як лакофарбне покриття буде нанесено, на кузов або кабіну встановлюють інші деталі та елементи внутрішнього оснащення. Цей етап є завершальним у складанні кузова, і від його якості залежить не тільки естетичний вигляд кросоверів, але й його функціональні можливості.

Процес складання КіК підлягає суворому контролю. Перевіряються геометричні відхилення розмірів та розташування груп отворів, що

функціонально взаємопов'язані. Для цього використовується спеціальне контрольно-вимірювальне оснащення. Також проводиться контроль точності отворів КіК, а також місць їх з'єднання, зокрема за допомогою шаблонів, що визначають форму деталі, яка сполучається з іншою. Додатково перевіряється герметичність і пилонепроникність КіК.

Для перевірки герметичності зібраного кузова використовують спеціальні дощувальні установки, де на кузов подається вода під тиском Р = 2,0 кгс/см² протягом 6,0 хв.. Під час цього процесу фіксується проникнення води та утворення конденсату в приладах освітлення та сигналізації, що дозволяє виявити навіть найменші дефекти герметичності. Щільність прилягання дверей до кузова або кабіни перевіряється шляхом натирання ущільнювачів крейдою. Після закриття дверей на кузові або кабіні повинен залишатися рівномірний відбиток крейди по всій площі прилягання. Це дозволяє визначити, чи забезпечує ущільнювач достатній контакт по всьому периметру дверей. Якщо відбиток крейди має нерівності, це вказує на наявність дефектів, які необхідно виправити.

Регулювання щільності прилягання ущільнювачів дверей до кузова або кабіни здійснюють переміщенням клямки замку, що дозволяє точно налаштувати притиск дверей і досягти необхідного рівня герметичності.

3.4.5. Мийка та сушіння кросовера

Процес підготовки кросоверів до антикорозійної обробки вимагає детальної уваги на кожному етапі. Ось більш детальний опис кожного з них:

1. Перед початком будь-якої обробки необхідно ретельно вимити кросовер. Це важливий крок, оскільки бруд, пил і залишки різних агресивних речовин на поверхні можуть вплинути на якість нанесення антикорозійного покриття. Миття повинне охоплювати всі поверхні, зокрема:

– кузов: для видалення бруду, смоли, пилу та інших забруднень;

– колісні арки, днище, пороги: ці частини часто містять бруд, пісок і воду, які потрібно ретельно прибрати;

– порожнини кузова: важливо промити всі важкодоступні місця, де може накопичуватися бруд, особливо перед обробкою антикором.

Після миття необхідно висушити кросоверів. Це дозволяє уникнути появи патьоків на поверхні під час обробки та забезпечити якісне нанесення препарату. Важливо, щоб кузов був повністю сухим перед нанесенням будь-якого захисного покриття.

2. Перед безпосереднім нанесенням антикорозійних матеріалів слід провести детальний огляд кросоверів, щоб:

– оцінити стан кузова, зокрема звернути увагу на місця з можливими пошкодженнями чи корозією;

– визначити, який тип старого покриття (якщо воно є) присутній на кросовері (це дозволить коректно підібрати засоби для обробки);

– перевірити стан деталей, таких як пороги, днище, колісні арки, дренажні отвори та приховані порожнини, де часто накопичується бруд і волога.

Проведення огляду дозволяє фахівцю краще підготуватися до обробки, точно визначити ділянки, які потребують особливої уваги, та оптимально вибрати методи і матеріали.

3. Перед обробкою важливо маскувати непотрібні частини кросоверів. Для цього використовують спеціальні плівки, папір або малярний скоч. Це дозволить захистити поверхні, які не підлягають обробці, від попадання антикорозійного складу.

Іноді для проведення обробки може знадобитися демонтаж деяких деталей, щоб забезпечити доступ до важливих місць, таких як: колісні арки, пороги, кришки моторного відсіку, дверні пороги та замки.

Після замаскування всіх необхідних частин і приготування кросоверів, можна приступати безпосередньо до обробки.

Таким чином, процес підготовки кросоверів до антикорозійної обробки включає важливі етапи миття та сушіння, детального огляду кузова і замаскування непотрібних частин. Правильна підготовка забезпечить найкраще

нанесення антикорозійних матеріалів і гарантуватиме надійний захист кросоверів від корозії в майбутньому.

3.4.6. Повне і локальне фарбування кросоверів у камерах

Залежно від обсягу робіт фарбування кросоверів може бути виконано як повне, коли лакофарбні матеріали наносяться на весь кузов, так і подетальне, коли фарбування проводиться лише на окремих частинах ТЗ. У будь-якому випадку для забезпечення точного співпадіння кольору проводиться комп'ютерний підбір відтінку, базуючись на коді фарби, який вказаний у моторному відсіку ТЗ. Це дозволяє досягти ідеальної відповідності кольору, навіть якщо кросоверів вже мало певний термін експлуатації.

При повному фарбуванні кросоверів може бути піддане частковому або повному розбиранню, в залежності від складності робіт. Крім того, згідно з заявкою, може бути виконано нанесення аерографії або ж обраний варіант фарбування в матовий колір, що є все більш популярним на сучасному ринку.

Фарбування кросоверів в матовий колір вимагає спеціального лаку та наявності досвіду у майстра, оскільки цей процес є складнішим і трудомісткішим порівняно зі звичайним фарбуванням. Вартість такого фарбування значно перевищує вартість традиційних методів через вищі вимоги до матеріалів і технічних навичок.

Малярне виробництво працює у повному циклі, що дозволяє виконувати як глобальні, так і локальні ремонти, включаючи локальне фарбування кросоверів. Локальне фарбування – найбільш затребуваний варіант, коли пошкодження лакофарбного покриття незначні (сколи, потертості або неглибокі подряпини). У таких випадках перед фарбуванням проводять також локальний кузовний ремонт або ремонт пластикових елементів (бампери). Локальний ремонт та фарбування вимагають застосування високоякісних підготовчих матеріалів, що забезпечує довговічність і надійність відновленого покриття.

Щоб виконати усі види кузовного ремонту, ремонтна дільниця повинна бути оснащена спеціалізованим обладнанням, на якому жорстко кріпиться ремонтований кузов. Завдяки гідравліці кузов можна витягувати в необхідному напрямку, що дозволяє відновити його початкову форму (див. рис. 2.3). Також необхідним інструментом є зварювальний напівавтомат (див. рис. 2.9).

Для досягнення високої якості виконаних робіт та мінімізації часу, витраченого на кожен етап ремонту, дільниця повинна бути оснащена всім необхідним обладнанням, інструментами та матеріалами. У процесі роботи використовуються різноманітні інструменти та пристрої для забезпечення точності і швидкості виконання завдань. Серед необхідного обладнання: шліфувальна машинка, яка дозволяє швидко змінювати абразивний матеріал в процесі роботи; інфрачервоний випромінювач, що значно прискорює сушку матеріалів; пневмопістолети для нанесення ґрунтовок і рідких шпаклювальних сумішей; а також різноманітні види ґрунтів, шпаклівок та абразивних матеріалів з різними розмірами абразиву, що дозволяють вибирати найбільш підходящий для кожного конкретного завдання (див. рис. 3.2 – 3.4) – [35-39].

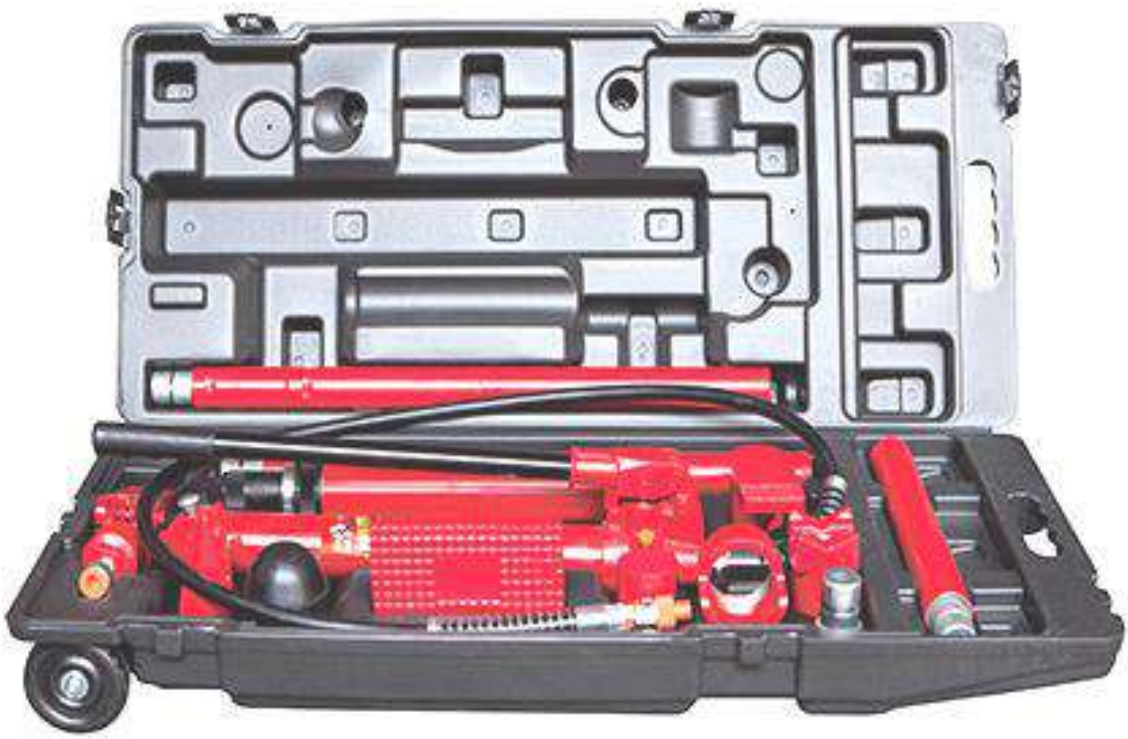


Рисунок 3.2 – Комплект для редагування кузова гідравлічний 10т T71002L TORIN [37]

Додатково в роботі використовуються малярний скоч (стрічка) та маскувальна плівка для забезпечення точного і чистого фарбування, а також для захисту частин, які не підлягають фарбуванню. Кожен маляр-підготовник повинен мати власний набір шпателів, малярний ніж, а також спеціальні бруски і рубанки зі змінними абразивами для досягнення ідеальної обробки поверхні.

Підготовник є універсальним працівником, здатним виконувати великий обсяг робіт самостійно, від рихтування поверхонь, до полірування. Завдяки цьому, для ремонту одного кросоверів достатньо 1-го підготовника, який ефективно виконає всю необхідну роботу на кожному етапі ремонту кузова та підготовки до фарбування.

Рисунок 3.3 – Набір рихтувальних оправок 10ед. NR10 TOPTUL [38]

Рисунок 3.4 – Комплект пристосувань для беззварювального рихтування GI12201 G.I.KRAFT [39]

3.4.7. ТП нанесення фарби

Під час фарбування важливо правильно переміщати фарборозпилювач (рис. 3.5) для рівномірного нанесення фарби на поверхню за наступними параметрами [30, 40, 41]:

Рисунок 3.5 – Фарбопульт F160/S HVLP Дюза-1,4 AEROGRAFO SCATOLA(X10644) 1/4M / Made in Italy [41]

1. Рівномірне переміщення: фарборозпилювач потрібно рухати рівномірно вздовж поверхні, при цьому важливо тримати постійно однакову відстань від поверхні. Це забезпечить рівний розподіл фарби.

2. Паралельність руху: лінія руху повинна бути паралельна поверхні, щоб уникнути неправильного нанесення фарби.

3. Уникайте виляючих рухів: руку, що тримає фарборозпилювач, не можна рухати непередбачувано або різко змінювати напрямок, оскільки це може призвести до нерівномірного нанесення фарби.

Компресор є важливим елементом у процесі фарбування. Для якісного виконання робіт потрібен компресор з великим ресивером, щоб забезпечити стабільну подачу повітря без перебоїв (див. рис. 2.6). Потужність компресора повинна бути достатньою для безперебійної роботи фарборозпилювача.

Фільтр для вологи та масла: для фарбування необхідно, щоб повітря, яке подається до фарборозпилювача, було очищене від вологи та масла. Для цього в систему компресора вбудовуються спеціальні фільтри [33-36].

3.4.8. ТП сушіння фарби

Сушіння фарби — важливий етап процесу фарбування, який безпосередньо впливає на якість кінцевого покриття. Правильне сушіння забезпечує не лише гарний вигляд фарби, але й її довговічність і стійкість до зовнішніх факторів. Ось кілька важливих моментів, на які варто звернути увагу під час сушіння [33-36]:

1. Випаровування розчинника: на початковому етапі сушіння розчинник випаровується з фарби, що дозволяє утворитися 1-му тонкому шару. Цей процес важливий, оскільки від нього залежить, чи буде фарба правильно закріплена на поверхні.

2. Утворення поверхневої плівки: після випаровування розчинника починається процес утворення більш твердої плівки, що забезпечує міцність покриття.

3. Підвищена температура пришвидшує процес сушіння, забезпечуючи швидше випаровування розчинника та затвердіння поверхні. Однак, це може бути проблемою для світлих тонів фарби, оскільки при дуже високих температурах може з'являтися жовтий відтінок, що погіршує зовнішній вигляд.

4. Занадто низька температура може уповільнити процес сушіння, що може призвести до утворення дефектів на поверхні або погіршення якості покриття.

5. Природне сушіння займає більше часу (2-3 дні), але воно дає найкращі результати в плані якості покриття. Природне висихання відбувається за рахунок поступового випаровування розчинника без високої температури, що дозволяє фарбі рівномірно затвердіти і досягти максимально міцного та стійкого покриття.

Переваги природного сушіння:

– краща якість покриття: без впливу високих температур фарба не змінює свій колір, що важливо для світлих відтінків;

– менша ймовірність деформацій: при природному висиханні менш ймовірно, що на покритті з'являться дефекти через занадто швидке твердіння.

6. Штучне сушіння. Якщо терміни обмежені, можна використовувати штучне сушіння за допомогою теплових пристроїв або камери. Це прискорить процес, але важливо стежити за температурними режимами, щоб уникнути перегріву фарби та утворення дефектів.

7. Перевірка готовності сушіння: після сушіння поверхню слід перевірити на наявність дефектів. Якщо фарба ще не висохла достатньо, то можуть з'явитися плями, тріщини або інші дефекти. Також потрібно бути обережним при нанесенні додаткових шарів лаку чи фарби, щоб не порушити процес полімеризації вже нанесеного покриття.

8. Ідеальні умови для сушіння:

– оптимальна температура для сушіння фарби складає від 20 до 25°C, що дозволяє фарбі висихати рівномірно і не утворюються дефекти.

– вологість повітря: також важливо стежити за вологістю в приміщенні; занадто висока вологість може уповільнити процес сушіння та погіршити результат.

Таким чином, природне сушіння хоча й займає більше часу, але є найкращим варіантом для досягнення відмінної якості фарбування. Вона дозволяє фарбі рівномірно тверднути і зберігає яскравість кольору без жовтих відтінків, що можуть виникнути при високих температурах.

Також під час і після фарбування важливо контролювати умови сушіння. Прожектори з потужністю близько 500 Вт можуть допомогти в цьому, забезпечуючи рівномірне освітлення і помірне обігрівання поверхні, що фарбується. Проте потрібно уважно стежити, щоб не перегріти поверхню, що може призвести до її пошкодження.

3.4.9. Відновне полірування кузова ТЗ

Відновне полірування кузова кросоверів — це ефективний метод для повернення блиску та покращення зовнішнього вигляду старого або пошкодженого лакофарбного покриття. Ось основні етапи та аспекти, які варто врахувати при виконанні цього процесу [33-36]:

1. Причини для відновного полірування наступні:

– подряпини та потертості: згодом на кузові кросоверів можуть з'являтися подряпини від дрібних камінців, гілок дерев чи інших зовнішніх чинників;

– хімічні пошкодження: дія агресивних хімічних речовин, таких як смола, пташиний послід або побутова хімія, може залишити на лакофарбному покритті сліди, які важко видалити звичайними методами;

– ультрафіолетове випромінювання: сонячне світло, особливо в поєднанні з іншими атмосферними умовами (дощ, сніг), може поступово вигорати колір і знижувати глибину блиску.

Відновне полірування проводиться в 2-3 етапи. Кожен з них використовує полірувальні машинки та абразивні матеріали з різною зернистістю.

Перший етап: грубе полірування (зняття найбільших дефектів). На цьому етапі використовуються грубі абразиви (з зернистістю 1500-2000), щоб зняти видимі подряпини, пошкодження від каменів та агресивних речовин. Знімається невелика частина лаку (приблизно 2,0-3,0 мкм) для вирівнювання поверхні.

Другий етап: фінішне полірування (поліпшення блиску) Для цього використовують м'якіші абразиви (зернистість 3000,0-4000,0), щоб покращити блиск та усунути мікропошкодження, що залишилися після грубого полірування. Це дозволяє досягти більш гладкої та рівномірної поверхні.

Третій етап: завершальне полірування (глибокий блиск і захист). Використовуються дуже м'які абразиви (зернистість 5000,0 і вище) або спеціальні полірувальні пасти для досягнення ідеального блиску та гладкості. Після цього наносять захисне покриття (віск або спеціальні захисні засоби), щоб зберегти ефект полірування на тривалий час.

Переваги відновного полірування:

– покращення зовнішнього вигляду (поверхня кросоверів стає глянцевою та рівною, подряпини, потертості та сліди від агресивних хімікатів зникають і кросоверів виглядає як новий);

– збільшення терміну служби лакофарбного покриття (полірування дозволяє запобігти подальшому пошкодженню лаку і покращити його стійкість до зовнішніх факторів);

– вилучення мікропошкоджень (полірування усуває навіть найдрібніші дефекти, що з'явилися в результаті нормальної експлуатації кросоверів).

Рекомендації після відновного полірування:

– кросовер потребує додаткового захисту (після цього етапу рекомендується нанести на кузов спеціальні захисні склади, такі як:

1. Віск: це традиційний засіб для створення блиску та захисту лакофарбного покриття. Він утворює тонку водовідштовхувальну плівку, яка запобігає накопиченню бруду і знижує вплив агресивних факторів.

2. Керамічні покриття: вони забезпечують довготривалий захист від води, бруду і механічних пошкоджень; такі покриття значно знижують необхідність у частому митті кросоверів.

Таким чином, відновне полірування — це не тільки спосіб повернути кросоверів новий вигляд, але й ефективний метод для підтримки лакофарбного покриття в хорошому стані. Регулярне полірування може продовжити життя фарбованого кузова, допомогти позбутися від дефектів, а також забезпечити додатковий захист від шкідливих впливів зовнішнього середовища [33-36].

3.4.10. Локальне фарбування кузова кросовера Audi Q5 e-tron

Метод локального фарбування є одним із найбільш ефективних та економічних способів ремонту пошкоджених кузовних деталей кросоверів. Переваги методу локального фарбування [29-32]:

– економія матеріалів та часу (локальне фарбування дозволяє заощадити на фарбі, розчинниках та інших матеріалах, оскільки фарбувати потрібно лише обмежену ділянку; замість того щоб повністю фарбувати всю деталь, можна швидко та ефективно відновити лише ту частину, де виникло пошкодження);

– мінімізація втручання в інші частини кросоверів (локальне фарбування дозволяє уникнути необхідності фарбувати всю деталь або навіть всю частину кузова, що зберігає оригінальний вигляд кросоверів, не змінюючи колір незайманих частин; такий підхід зберігає стару фарбу на інших частинах кузова, що дозволяє уникнути проблем з ідеальним підбором кольору фарби);

– універсальність (метод ідеально підходить для відновлення малих пошкоджень: сколів, дрібних подряпин або вм'ятин, якщо пошкодження займають невелику площу, локальне фарбування дозволяє виконати ремонт без великої витрати часу і ресурсів).

Порядок виконання локального фарбування [29-32]:

1. Підготовка поверхні. Перед фарбуванням важливо правильно підготувати ділянку, яка підлягає ремонту. Для цього слід:

– очистити поверхню від бруду і пилу;

– видалити іржу та інші забруднення;

– виправити механічні дефекти, такі як подряпини, вм'ятини чи сколи.

Якщо пошкодження глибокі, потрібно відшліфувати та вирівняти поверхню.

Після підготовки пошкодженої ділянки важливо здійснити шліфування для досягнення рівної поверхні. За допомогою шліфувальних машин або вручну видаляються залишки старої фарби і підготовлюється основа для нового шару.

Маскування навколишніх частин кузова необхідне для запобігання потрапляння фарби на незаймані поверхні. Використовують малярний скоч, плівку або інші матеріали.

Фарба наноситься на пошкоджену ділянку. Якщо пошкодження невелике, може бути достатньо нанесення одного шару фарби. Якщо площа пошкодження більша, може знадобитися кілька шарів для досягнення рівної та надійної покритої поверхні. Після кожного шару фарби треба дати час на висихання.

Після того, як фарба висохла, можна здійснити полірування, щоб вигляд ремонту став більш природним і не виділявся на фоні основного покриття. Додатково може бути нанесений захисний шар, наприклад, лак, для покращення стійкості до зовнішніх чинників. Недоліки методу локального фарбування [29-32]:

1. Можливі відмінності в кольорі: оскільки локальне фарбування зачіпає лише певну частину поверхні, можуть виникнути незначні відмінності у кольорі між новою і старою фарбою, навіть якщо використовувати фарбу, яка ідеально підходить за кольором. Це особливо може статися, якщо фарба вже вигоріла або потемніла від часу.

2. Труднощі з сумісністю матеріалів: локальне фарбування вимагає, щоб фарба і лак, які використовуються, були сумісні з існуючим покриттям. Погана сумісність може призвести до відшаровування або утворення дефектів на поверхні.

3. Зниження довговічності: оскільки покриття на пошкодженій ділянці може бути тоншим або менш стійким, ніж на решті кузова, локальне фарбування може бути менш довговічним порівняно з фарбуванням всього елемента.

Отже, метод локального фарбування є відмінним варіантом для відновлення кузова при невеликих пошкодженнях, таких як подряпини, сколи чи вм'ятини. Це дозволяє економити матеріали і час, зберігаючи оригінальний вигляд кросоверів. Однак для досягнення найкращого результату важливо правильно підготувати поверхню і дотримуватися технології нанесення фарби.

Проєкт дільниці ремонту кузовів наведений на рис. А3.

Висновки

Наведені загальні відомості, основні технічні характеристики та ремонт кросовера Audi Q5 E-tron.

Для проєктування СТО кросоверів Audi Q5 e-tron:

– розраховані річні об'єми робіт і проведений їх розподіл;

– визначена кількість робітників і постів (робочих, механізованих, допоміжних);

– представлено число автомобіле-місць для очікування та зберігання і загальна кількість постів та автомобіле-місць;

– наведена статура постів за своїм функціональним призначенням

– пораховані площі постів, автомобіле-місць, дільниць, приміщень (технічних, виробничих, складських, адміністративних, побутових, для клієнтів, для продажу запасних частин) СТО;

– призначене устаткування для СТО;

– розроблені генеральний і план виробничого корпусу СТО.

Під час проєктування дільниці ремонту кузова кросовера Audi Q5 e-tron:

– проведена повірка геометрії кузова;

– здійснений контроль положення заднього моста та установки коліс;

– визначені характерні дефекти кузова і кабіни та елементів оперення кросоверів (корозійні та механічні пошкодження, тріщини, руйнування зварних з’єднань).

Спроєктований технологічний процес ремонту кузова і кабіни, який включає:

– методику розбирання кузова і кабіни;

– методи усунення дефектів кузова і кабіни;

– методологію усунення серйозних порушень геометрії кузова;

– технологію складання і контролю кузова і кабіни;

– процедуру мийки та сушіння кросоверів;

– порядок повного і локального фарбування кросоверів у камерах з призначенням відповідного комплекту інструментів;

– технологічні процеси нанесення і сушіння фарби;

– відновне полірування кузова транспортного засобу;

– локальне фарбування кузова кросовера;

– проєктування дільниці ремонту кузова кросовера Audi Q5 e-tron.

Список використаних джерел

1. Audi Q5 e-tron 50 Quattro Mech [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://ecars.com.ua/model/audi/q5-e-tron/50-quattro-mech

2. Технічні характеристики Audi Q5 e-tron [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://auto.ria.com/uk/car/audi/q5-e-tron/tth/

3. Audi Q5 e-tron [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://ncars.com.ua/models/audi/q5-e-tron/

4. Audi e-tron – ремонт і обслуговування [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://vag.ua/audi/e-tron/

5. Професійне СТО у Хмельницькому [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://autotitul.com.ua/#about

6. Ремонт Airbag Audi (Ауді) [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://airbag-service.com.ua/uk/remont-airbag-marki-avto/audi/

7. Ремонт ходовой Audi [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://automaxservice.com.ua/remont-hodovoj-audi/

8. Audi Q5 e-tron [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://uk.wikipedia.org/wiki/Audi_Q5_e-tron

9. Біліченко, В. В. Виробничо-технічна база підприємства автомобільного транспорту: навчальний посібник / В. В. Біліченко, В. Л. Крещенецький, С. О. Романюк, Є. В. Смирнов. – Вінниця: ВНТУ, 2013. – 182 с.

10. Бабак О. П. Технічний сервіс автомобілів та проєктування авторемонтних підприємств: методичні рекомендації до лабораторних робіт для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти спеціальності 274 «Автомобільний транспорт» / О. П. Бабак, О. В. Диха, А. А. Вичавка. – Хмельницький: ХНУ, 2024. – 27 с.

11. Шепеленко І.В. Методичні вказівки до виконання практичних занять з дисципліни «Проектування автотранспортних підприємств та станцій технічного обслуговування» для здобувачів другого (магістерського) рівня вищої освіти

спеціальності 274 «Автомобільний транспорт»/ уклад.: І.В. Шепеленко, М.В. Красота, І.Ф. Василенко, Р.А. Осін. – Кропивницький: ЦНТУ, 2023. – 41 с.

12. Гевко Б.М. Конспект лекцій з дисципліни «Виробничо-технічна інфраструктура підприємств автотранспорту» для студентів денної та заочної форм навчання за напрямом 274 «Автомобільний транспорт» / Б.М. Гевко, В.М. Клендій. – Тернопіль: Тернопільський національний технічний університет ім. І.Пулюя, 2016. – 45 с.

13. Авер'янов В.С. Конспект лекцій з дисципліни «Основи розрахунків, проектування і експлуатації технічного обладнання» для здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) рівня зі спеціальності 274 „Автомобільний транспорт" / В.С. Авер'янов, Е.С. Скорняков. – Кам'янське: ДДТУ, 2018. – 135 с.

14. Мармут І.А. Методичні вказівки до курсового проекту з дисципліни «Основи проектування підприємств автомобільного транспорту» для бакалаврів спеціальності 274 «Автомобільний транспорт» / І.А. Мармут, Ю.В. Горбік, В.І. Бєлов. – Харків: ХНАДУ, 2022. – 49 с.

15. Визначення кількості постів та автомобіле-місць [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://studfile.net/preview/7837817/page:5/

16. Розрахунок кількості постів [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://elib.lntu.edu.ua/sites/default/files/elib_upload/Павлюк%20готовий/page10.html

17. Авер'янов В. Конспект лекцій з дисципліни „Організація автосервісу" для здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) рівня зі спеціальності 274 „Автомобільний транспорт" / В. Авер'янов, Д. Шматко – Кам'янське: ДДТУ, 2023. – 76 с.

18. Мармут І.А. Методичні вказівки до практичних занять з дисципліни «Основи проєктування підприємств автомобільного транспорту» для бакалаврів усіх форм навчання за освітньою програмою «Автомобільний транспорт». Харків: ХНАДУ, 2024. – 51 с.

19. Бевз О.В. «Експлуатація автомобілів» методичні вказівки до виконання курсового проекту для магістрантів спеціальності 274 «Автомобільний

транспорт» / О.В. Бевз, С.О. Магопець, М.В. Красота, Р.А. Осін. – Кропивницький: ЦНТУ, 2020. – 53 с.

20. Електрогідравлічний 2-х стійковий симетричний підйомник 4,2т OMA 210I/42B [Електронний ресурс]. – Режим доступу:

21. Шиномонтажний верстат із захопленням диска 10-“22” [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://toptul.org/catalog/shinomontazhnoe-oborudovanie/lc810-380v/?srsltid=AfmBOooGmVcDHEAIpWH5zY566wllfXe9Z5T1pODpQnCfRYlSREwp_kXT

22. Стенд регулювання розвал-сходження hunter hawkeye ELITE WA360E-HE421DT3e hunter [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://zakupka.com/uk/p/653442984-stend-regulirovki-razval-shozhdenie-hunter-hawkeye-elite-wa360e-he421dt3e-hunter/

23. Компресор SCR 20 2PM (15 кВт, 2.4 м^3/хв.) ресивер, частотник, двигун на постійних магнітах PM [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://entech-zahid.com.ua/ua/p1162566586-kompresor-scr-2pm.html

24. Прилад для перевірки світла фар CAP2500EX-TGWB [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://dline.com.ua/prylad-dlya-perevirky-svitla-far-cap2500ex-tgwb/

25. Апарат високого тиску Karcher HDS 9/20-4 Classic (1.030-000.0) [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://n-clean.com.ua/ua/p1705224388-apparat-vysokogo-davleniya.html

26. Апарат точкового зварювання СУПЕР КРАБ FORSAGE 12 кВт (380V) [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://forsage-svarka.com.ua/ua/p23108545-apparat-tochechnoj-svarki.html

27. Кузовний ремонт [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://kia-kiev.com.ua/service/kuzovniy-remont-vidnovlennya-avto

28. Реставрація кузова автомобіля [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://bleskavto.kiev.ua/restore-exterior.html

29. Методи рихтування кузова автомобіля [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://autostate.com.ua/uk/metodi-rihtuvannja-kuzova-avtomobilja.html

30. Коли необхідний та що включає кузовний ремонт [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://auto-master.in.ua/uk/koly-neobhidnyj-ta-shho-vklyuchaye-kuzovnyj-remont

31. Як відновити кузов автомобіля без втрати якості [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://sto-tireland.com.ua/ua/yak-vidnoviti-kuzov-avtomobilya-bez-vtrati-yakosti

32. 8 найпоширеніших видів кузовного ремонту [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://autoplatform.com.ua/8-najposhyrenishyh-vydiv-kuzovnogo-remo/

33. Відновлення геометрії кузова (авторобот) [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://www.boschservice.lviv.ua/nashi-posluhy/malyarka/vidnovlennya-geometriï-kuzova/

34. Технологічне устаткування і технології правки кузовів автомобілів [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://studref.com/517971/tehnika/tehnologicheskoe_oborudovanie_tehnologii_pravki_kuzovov_avtomobiley

35. Інструменти для кузовного ремонту [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://vnedorognik.ua/instrumenty-dlya-kuzovnogo-remontu?srsltid=AfmBOoo2z9heaZ-xIusu4TabohFoiqmg4oR9eV-y5zobYvo_Gom3FFgK

36. Рихтувальне обладнання [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://grandinstrument.ua/ua/kuzovnoj-remont/?srsltid=AfmBOoophcCc45f0OzA3N90YU8LaJfK3I676QWXpopZbZoXgqiuU1ocV

37. Комплект для редагування кузова гідравлічний 10т T71002L TORIN [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://grandinstrument.ua/ua/t71002l/

38. Набір рихтувальних оправок 10ед. NR10 TOPTUL [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://grandinstrument.ua/ua/nr10/

39. Комплект пристосувань для беззварювального рихтування GI12201 G.I.KRAFT [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://grandinstrument.ua/ua/gi12201/

40. Як вибрати фарбопульти (пульверизатор) для фарбування кросоверів? [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://paintbox.ua/yak-vibrati-farbopulti-pulverizator-dlya-farbuvannya-avto?srsltid=AfmBOooXJXvr5bR_R4kCIVf6qTS_wrXVyNTVkvF-3ZJBAeb3HVOHIGHv

41. Фарбопульт F160/S HVLP Дюза-1,4 AEROGRAFO SCATOLA(X10644) 1/4M / Made in Italy [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://spektr-plus.com.ua/farbopult-f160s-hvlp-dyuza-1-4-aerografo-scatolax10644-14m-made-in-italy/

Додатки