

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня

магістр

(назва освітнього ступеня)

на тему: Проект ділянки ремонтного цеху для фарбування кузова автомобіля
Богдан 2110 з дослідженням засобів для нанесення покриттів.

Виконав: студент 6 курсу, групи МАмз-61
спеціальності 274

«Автомобільний транспорт»

(шифр і назва спеціальності)

Андрій УРБАНСЬКИЙ

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Керівник

Віктор ГУДЬ

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Нормоконтроль

Роман ХОРОШУН

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Зав. кафедри

Олег ЦЬОНЬ

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Рецензент

(підпис)

(прізвище та ініціали)

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

Факультет Факультет інженерії машин, споруд та технологій
(повна назва факультету)
Кафедра Кафедра автомобілів
(повна назва кафедри)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

Олег ЦЬОНЬ

(підпис)

(прізвище та ініціали)

«04» листопада 2024 р.

З А В Д А Н Н Я

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

на здобуття освітнього ступеня магістр

(назва освітнього ступеня)

за спеціальністю 274 «Автомобільний транспорт»

(шифр і назва спеціальності)

студенту Урбанському Андрію Олеговичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Проект ділянки ремонтного цеху для фарбування кузова автомобіля Богдан 2110 з дослідженням засобів для нанесення покриттів.

Керівник роботи Гудь Віктор Зіновійович., д.т.н., проф.

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

Затверджені наказом ректора від « 04 » листопада 2024 року № 4/7-1057

2. Термін подання студентом завершеної роботи 20 грудня 2024

3. Вихідні дані до роботи Базовий технологічний процес фарбування кузова автомобіля Богдан 2110

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

1 Загально-технічний розділ. 2 Технологічний розділ. 3 Конструкторський розділ.

4 Науково-дослідний розділ. 5 Охорона праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях.

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

Автоматизація в процесах фарбування – 1А1.

Технології нанесення фарби – 1А1.

Система відновлення фарби у циркуляційних лініях – 1А1.

Конструкція фарбувальної установки – 1А1.

Система подавання спеціальних кольорів – 1А1.

Елементи фарбувальної установки – 1А1.

Дільниця ЛФП автомобілів – 1А1.

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Охорона праці	к.т.н. доц. Ткаченко І.Г.		
Безпека в надзвичайних ситуаціях	ст. викл. Стручок В.С.		

7. Дата видачі завдання 04.11.2024р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Загально-технічний розділ	22.11.24р	
2	Технологічний розділ	29.11.24р	
3	Конструкторський розділ	04.12.24р	
4	Науково-дослідний розділ	13.12.24р	
5	Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях	20.12.24р	
6	Оформлення графічної частини	20.12.24р	
7	Захист кваліфікаційної роботи магістра	29.12.24р	

Студент
_____ (підпис)

Урбанський Андрій Олегович
_____ (прізвище та ініціали)

Керівник роботи
_____ (підпис)

Гудь Віктор Зіновійович
_____ (прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

Кваліфікаційної роботи магістра на тему: «Проект ділянки ремонтного цеху для фарбування кузова автомобіля Богдан 2110 з дослідженням засобів для нанесення покриттів.».

Робота виконана на кафедрі автомобілів ТНТУ ім. І. Пулюя. Керівник кваліфікаційної роботи магістра д.т.н. професор Гудь Віктор Зіновійович.

Пояснювальна записка складається з п'яти розділів і 63 сторінки формату А4 та 8 аркушів формату А1 графічної частини сторінок додатків.

Ключові слова: нанесення, покриття, оптимізація, фарбування, технологія.

ЗМІСТ

Вступ.....	7
1 ЗАГАЛЬНО-ТЕХНІЧНИЙ РОЗДІЛ.....	8
1.1 Організація планування простору майстерні.....	8
1.2 Основні принципи та розміри для облаштування авто майстерень.....	9
1.3 Організація зон в авто майстерні.....	11
1.4 Зони для виконання ремонтних робіт.....	15
1.5 Висновки та постановка завдання на кваліфікаційну роботу магістра.....	18
2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ.....	19
2.1 Відновлення рами кузова.....	19
2.2 Фарбування кузова автомобілів сімейства БОГДАН 2110 синтетичною емаллю.....	23
2.3 Фарбування акриловими фарбами "металік" від Sikkens із використанням інфрачервоного висушування.....	24
2.4 Захист кузова від корозії.....	26
2.4.1 Підготовка і антикорозійна обробка закритих порожнин кузовів авто Богдан 2110.....	27
2.4.2 Відновлення антикорозійного та шумоізоляційного покриття днища кузова і колісних арок автомобілів марки Богдан 2110.....	28
2.4.3 Герметизація кузова автомобілів серії Богдан 2110.....	30
3 КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ.....	31
3.1 Різновиди операцій, що здійснюються на пресі.....	31
3.2 Конструктивні особливості гідравлічного преса.....	31
3.3 Обрахунок елементів конструкції.....	32
4 НАУКОВО-ДОСЛІДНИЙ РОЗДІЛ.....	36
4.1 Дослідження технологічного процесу.....	36
4.2 Автоматизація в процесі фарбування.....	37
4.3 Технології нанесення фарби.....	40
5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ.....	53
5.1 Аналіз дій працівників в небезпечних ситуаціях.....	53

5.2 Послідовність і способи виконання рятувальних та інших невідкладних робіт.....	56
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ.....	60
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ.....	61
ДОДАТКИ	

ВСТУП

значна увага приділяється не тільки якості виробництва нових автомобілів, а й ефективності та якості послуг післяпродажного обслуговування, зокрема, ремонту та фарбування кузовів. З огляду на це, актуальним є розроблення проектів ремонтних цехів, які б не тільки забезпечували високу якість робіт, а й відповідали сучасним вимогам екологічності та економічності.

Ця кваліфікаційна робота магістра присвячена проектуванню ділянки ремонтного цеху для фарбування кузова автомобіля Богдан 2110. Основна увага в роботі приділена не лише архітектурному та технічному плануванню, а й детальному дослідженню сучасних засобів для нанесення покриттів, що забезпечують оптимальне покриття та тривалість служби фарбованої поверхні.

Значна частина дослідження орієнтована на аналіз різних типів фарбувальних матеріалів та технологій нанесення покриттів, зокрема, на вивчення їх впливу на якість кінцевого продукту та екологічні аспекти фарбувальних процесів. Результати цього дослідження мають на меті не тільки оптимізувати процеси в ремонтному цеху, але й забезпечити вдосконалення матеріалів і технологій з мінімальним негативним впливом на довкілля.

Проект ділянки включає детальне проектування робочих зон, вентиляційних систем та систем очищення, що є критично важливим для створення безпечних та ефективних умов праці. Результатом роботи повинно стати створення модельного ремонтного цеху, готового до імплементації на виробництві, що відповідатиме всім сучасним стандартам якості та безпеки.

1 ЗАГАЛЬНО-ТЕХНІЧНИЙ РОЗДІЛ

1.1 Організація планування простору майстерні

Розташування та конструктивне планування автомайстерні повинні відповідати специфіці виконуваних робіт: це можуть бути дрібні ремонтні операції, усунення наслідків масштабних аварій, повне відновлення лакофарбового покриття, корекція фарби після передпродажної підготовки (PDI), індивідуальне налаштування транспортних засобів, ремонт легких комерційних автомобілів або їх комбінація. Незалежно від профілю роботи, основним критерієм ефективності є оптимальна організація простору, що забезпечує зручне розміщення інструментів, обладнання, запасних частин і робочого персоналу. Особливо важливо забезпечити швидкий і легкий доступ до всіх ресурсів. Крім того, основи раціональної організації робочих процесів допоможуть забезпечити злагоджену роботу майстерні. [1]

Комплексне планування відіграє вирішальну роль у повсякденній діяльності автомайстерні, оскільки воно значною мірою впливає на її економічну результативність. Спочатку необхідно визначити кількість співробітників, які працюватимуть у майстерні, види ремонтних робіт, які там будуть виконуватись, статус майстерні (частина великого дилерського центру або незалежний заклад), а також врахувати будь-які специфічні вимоги. На основі цих даних визначають оптимальну кількість, типи та взаємне розташування робочих зон, які потрібні для забезпечення ефективності роботи майстерні.

Для ефективного планування майстерні слід розраховувати два-три робочих місця на один функціональний підрозділ. Це дозволяє визначити загальну кількість необхідних зон. На основі такого розрахунку формується розподіл ділянок: малярний цех, зона ремонту панелей, місце для оцінки стану автомобіля, а також зони для очищення та підготовки транспортних засобів. Грамотно спроектована схема забезпечує безперервний потік робіт (система потоку) та усуває ризик виникнення "вузьких місць". Це дає змогу автомобілю поступово переміщуватися між зонами: від ділянки розбирання до ремонту,

далі до підготовчої зони, потім у малярний цех, після цього у зону складання, до очищення та, нарешті, до зони перевірки.

Розробка оптимального маршруту для переміщення транспортних засобів є одним із ключових завдань планування. Зони роботи слід розташовувати таким чином, щоб мінімізувати переміщення між ними. Крім того, необхідно запобігти ситуаціям, коли масштабні аварійні ремонти або автомобілі, що не можуть самостійно рухатися, створюють перешкоди. Ефективне планування має забезпечити логічну та безперешкодну послідовність переміщення автомобілів між зонами. Гнучкість у використанні зон кузовного ремонту та фарбування також має бути врахована для запобігання затримкам у процесі відновлення.

Забезпечення безпеки на робочому місці є першочерговим завданням, адже важливість створення безпечного та здорового робочого середовища постійно зростає. Для відповідності нормативам необхідно інтегрувати у проект майстерні такі елементи: спеціалізовані кімнати для змішування матеріалів, системи видалення пилу, витяжки для парів, резервуари для очищення інструментів із витяжкою, а також процедури безпечного поводження з розчинниками.

1.2 Основні принципи та розміри для облаштування автомайстерень

Вхідні та вихідні отвори. Щоб забезпечити зручність доступу для різних видів транспорту, ширина вхідних і вихідних дверних отворів має бути щонайменше 4,5 метра для легкових автомобілів і 5,0 метрів для комерційного транспорту. Висота отворів для легкових автомобілів повинна становити не менше 4 метрів, однак для роботи з комерційними транспортними засобами цей показник необхідно збільшити. У багатьох майстернях комбінують вхід і вихід, щоб спростити управління потоками транспорту та покращити організацію руху. Водночас умови конкретного майданчика часто визначають, як саме будуть розташовані в'їзди та виїзди. [5]

Конструкція даху. Для максимально ефективного використання простору робоча зона має бути вільною від опор даху, використовуючи однопрогонові

конструкції шириною до 30 метрів. Цей фактор слід враховувати при проектуванні нової автомайстерні. Висота внутрішнього приміщення в 5,5 метрів є оптимальною як для встановлення антресольних поверхів, так і для забезпечення додаткової функціональності будівлі. Крім того, така висота робить приміщення більш універсальним та привабливим для можливого продажу або перепрофілювання в майбутньому.

Організація площі робочого простору в авто майстерні. Рациональне використання наявного простору для підвищення ефективності не повинно призводити до переповнення приміщення транспортними засобами, адже це створює додаткові витрати часу на їх переміщення або повторне паркування. Дослідження показують, що значна частка втрат продуктивного часу пов'язана саме з цим аспектом. Найбільш ефективне рішення — організувати розташування автомобілів так, щоб їх можна було переміщувати між зонами чи кабінами без створення перешкод для сусідніх транспортних засобів.

Зони для ремонту панелей повинні мати розмір 6 метрів $\times$ 3,6 метра, що забезпечує достатній простір для виконання ремонтних робіт.

Зони підготовки до фарбування мають бути розміром 6 метрів $\times$ 3 метри, що дозволяє комфортно розмістити обладнання для підготовки. [14]

Легкові автомобілі, які проходять ремонт на стаціонарному стапелі, вимагають площі близько 4 метрів $\times$ 7 метрів. Якщо використовується мобільний стапель, ремонт можна проводити у зоні розміром 6 метрів $\times$ 3,6 метра, що відповідає стандарту зони для ремонту панелей.

Стапелі, підйомники та інше мобільне обладнання мають розміщуватись на відстані щонайменше 600 мм від нерухомих об'єктів, щоб забезпечити безпечні умови для роботи.

Ширина проходів між робочими зонами повинна бути не менше 4,5 метра, щоб забезпечити вільний рух як транспортних засобів, так і персоналу.

Радіуси розвороту слід розраховувати, виходячи з габаритів середніх або великих легкових автомобілів, для забезпечення комфортного маневрування.

Пішохідні доріжки мають бути шириною не менше 1 метра, що дозволяє забезпечити безпеку пересування персоналу.

1.3 Організація зон в авто майстерні

Приймальна зона – Приміщення для приймання клієнтів повинно бути комфортним і функціональним. Воно може включати окремі санвузли, зону для відпочинку з кріслами або диванами, обладнання для приготування гарячих напоїв (чая або кави), а також телевізор для розваги клієнтів під час очікування.

Офісні приміщення – Ця зона має забезпечувати місце для адміністративної роботи та управління. Вона може включати офіс менеджера, кабінет майстра, кімнату для бухгалтерії з робочими місцями для секретарського персоналу. За можливості слід передбачити окреме робоче місце для страхових інженерів, які можуть періодично відвідувати майстерню для оцінки транспортних засобів.

Організація зон кузовної майстерні. Відділ обслуговування запчастин – У цій зоні розташовуються приміщення для менеджера з запчастин, склад для зберігання деталей та обладнання, а також робочі місця для персоналу, відповідального за організацію постачання та продажу запчастин.

Зона для персоналу – Ця ділянка включає приміщення для санітарних потреб, такі як санвузли, кімната для миття рук і душові, а також кімната відпочинку, їдальня та кабінет для надання першої медичної допомоги.

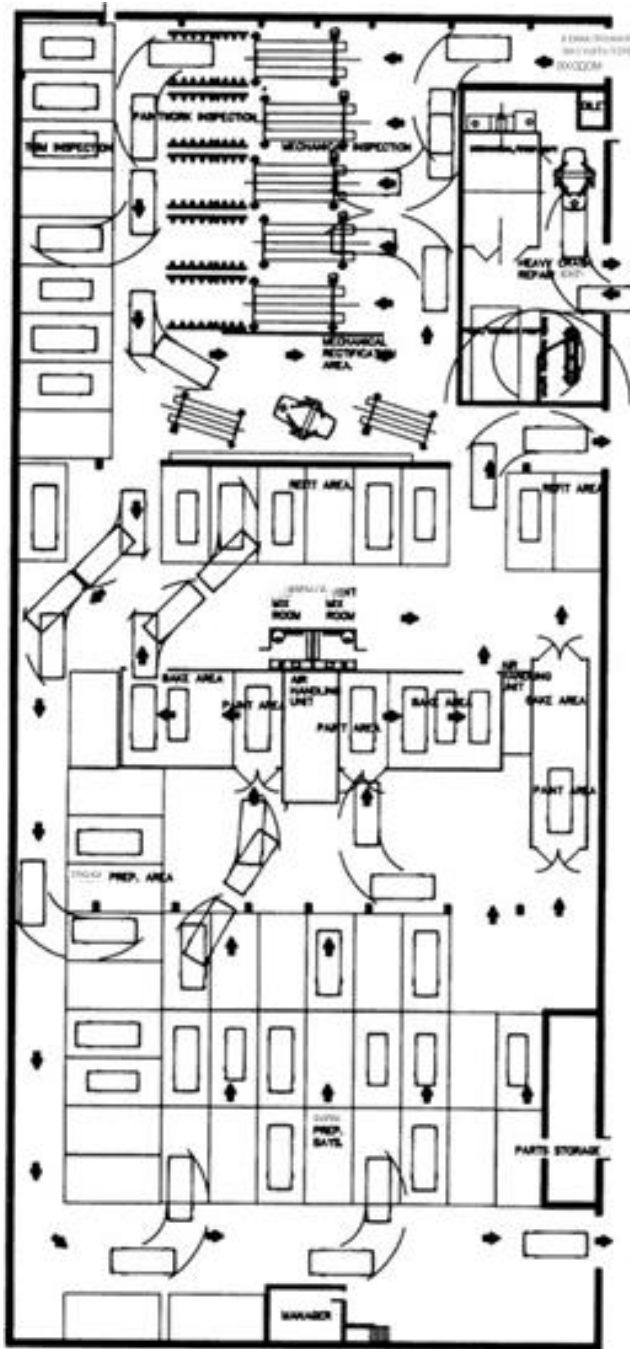
Протипожежні засоби – Необхідно передбачити наявність протипожежного обладнання, яке відповідає вимогам і затверджене відповідним пожежним інспектором.

Робочі зони – Їхній дизайн і оснащення повинні відповідати специфіці та потребам кожної окремої майстерні. Типові робочі зони включають:

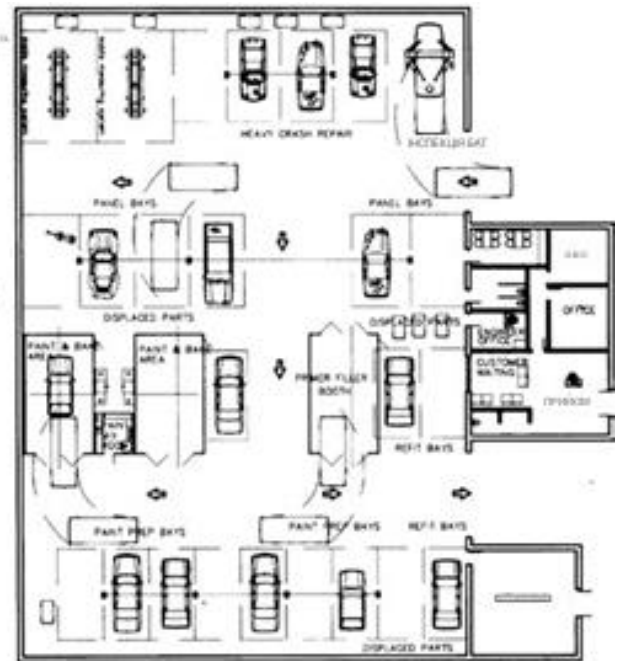
Ділянка для оцінки пошкоджень – Простір, де проводиться початкова діагностика пошкоджень автомобіля для складання кошторису витрат на ремонт для клієнтів та страхових компаній.

Зона відновлення стану транспортного засобу – Тут здійснюються роботи з доведення автомобіля до стану, близького до нового, включаючи нанесення захисних покриттів на днище та застосування воскових ін'єкцій для антикорозійного захисту. [20]

Фінальна інспекція – Окрема зона, призначена для остаточної перевірки автомобіля на наявність дрібних дефектів або неточностей, що могли залишитися після завершення ремонту.



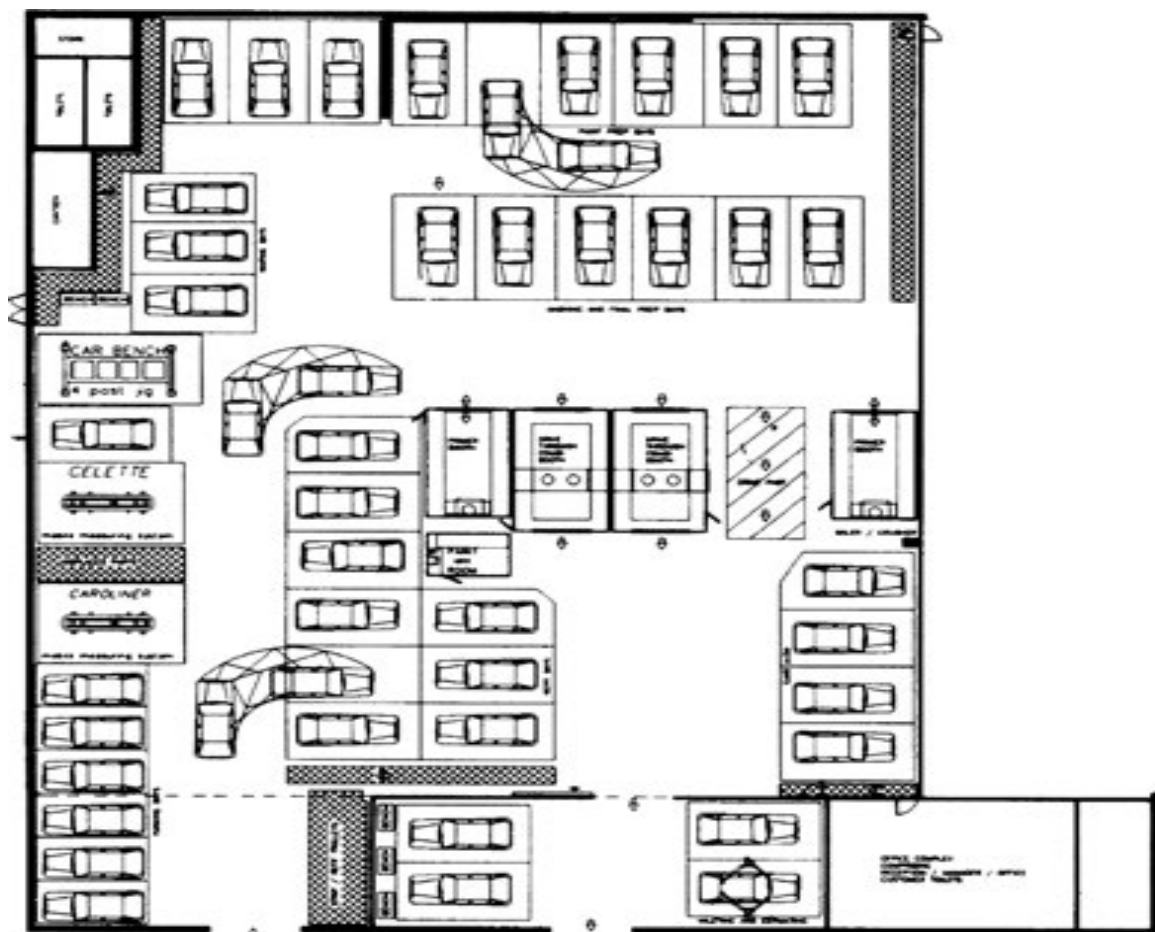
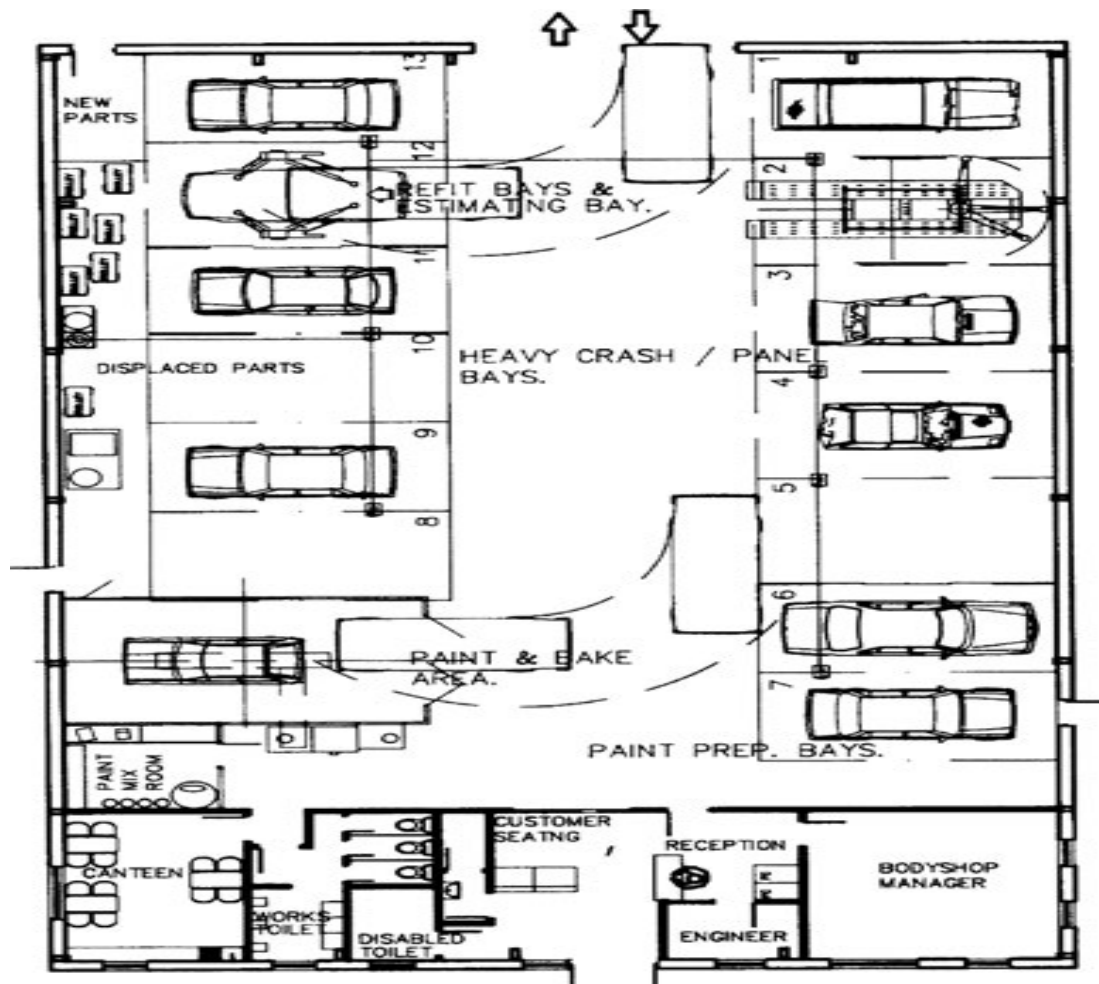
(а) Спеціалізоване імпортерів підприємство для великого обсягу дрібного ремонту



(б) Існуюча будівля з доступом з одного боку



(с) Комплекс малих майстерень



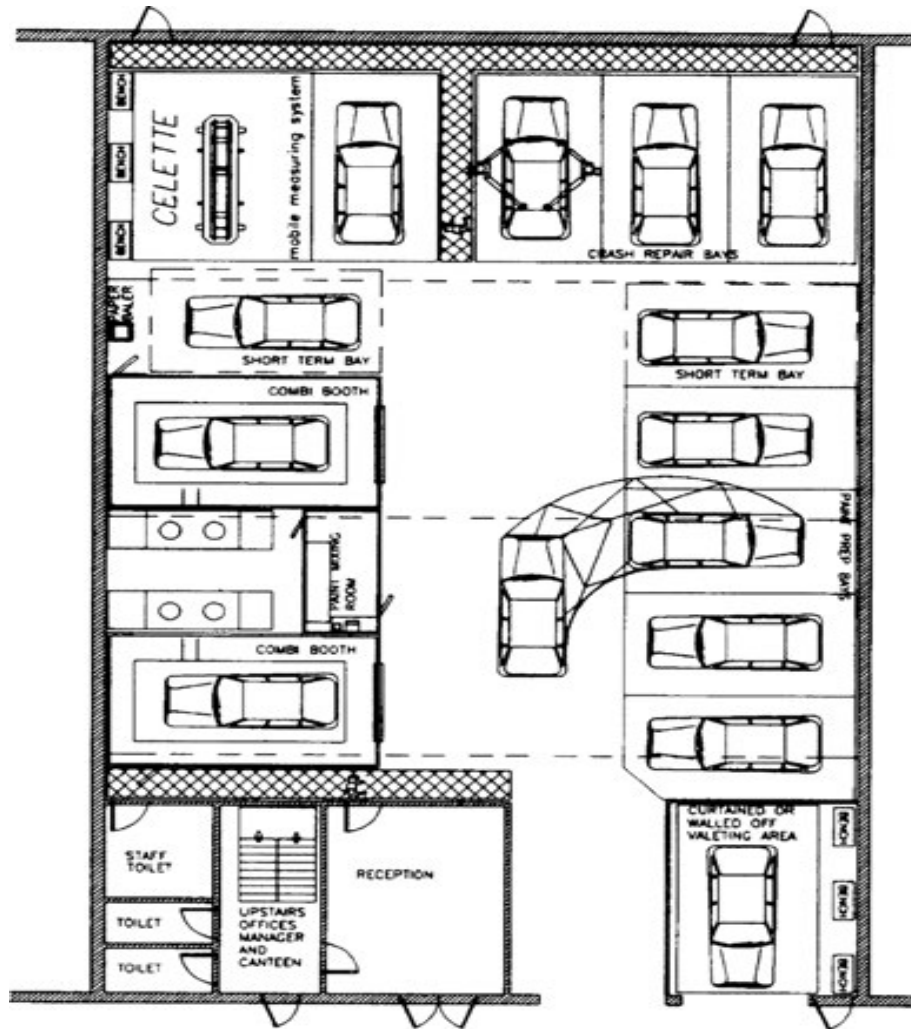


Рис. 1.1. Планування кузовної майстерні.

1.4 Зони для виконання ремонтних робіт

Для забезпечення максимальної продуктивності та раціонального використання площі кузовної майстерні необхідно створити ефективну організацію робочого простору, яка відповідатиме чинним нормам безпеки та охорони праці. Найбільш логічною є схема робочого потоку, за якої автомобіль в'їжджає через один вхід, послідовно проходить усі етапи ремонту, а потім залишає майстерню через інший вихід. Такий підхід дозволяє оптимізувати рух транспортних засобів усередині приміщення та уникнути заторів.

Однак у випадках, коли демонтаж та повторне складання виконує одна і та ж особа, такий розподіл може бути змінений для забезпечення більшої зручності та скорочення часу на виконання завдань. [10]

Під час будівництва нової автомайстерні є можливість врахувати всі необхідні аспекти планування, але в процесі переобладнання наявного об'єкта це не завжди здійснено. Основним принципом, на якому має базуватися організація кузовної майстерні, є гнучкість. Великі ремонтні компанії часто впроваджують системи потокового виконання робіт, які стають ефективними лише за умови створення кількох ліній з різною швидкістю виконання завдань. При цьому важливо забезпечити можливість швидкого вилучення автомобіля з потоку у разі виникнення непередбачених затримок. У середніх майстернях зазвичай використовують модульну організацію, де робочі зони послідовно забезпечують виконання завдань: від демонтажу до ремонту, підготовки та фарбування.

Для максимально ефективного використання площі важливо заздалегідь визначити спектр робіт, кількість працівників, які будуть залучені, та перелік необхідного обладнання. Розташування інструментів і техніки має бути організоване так, щоб мінімізувати час на переміщення між робочими зонами. Автомайстерня повинна бути динамічним простором, де всі процеси налагоджені для безперервного руху, а не статичним приміщенням із хаотично розміщеним обладнанням. Основні втрати робочого часу виникають через зайві переміщення персоналу і матеріалів у погано спланованій майстерні.

Перш ніж розпочати роботи, необхідно забезпечити наявність усіх необхідних запчастин для завершення ремонту, щоб уникнути затримок у процесі. Демонтовані частини кузова слід промаркувати та зберігати у відповідних умовах: в основному складі або у портативних контейнерах, які можна переміщувати разом із транспортним засобом.

Для виконання складних ремонтів після серйозних аварій комп'ютеризовані стапельні системи забезпечують швидке та точне вимірювання стану автомобіля на всіх етапах — до, під час і після завершення робіт. Це дозволяє значно підвищити якість і швидкість ремонту.

Підготовча зона. Організація підготовчої зони має забезпечувати достатній простір для виконання всіх необхідних процедур, таких як миття автомобілів під високим тиском. Це дозволить ретельно очистити поверхню транспортного засобу перед його надходженням у зону фарбування.

Для запобігання перенесенню пилу, який утворюється під час шліфування, у фарбувальну зону необхідно використовувати сучасні системи витяжки або спеціальні інструменти з функцією пиловидалення. Використання перегородок або завіс не рекомендується, оскільки вони обмежують гнучкість простору і можуть створювати перешкоди при зміні навантаження в майстерні. Малярний цех бажано спроектувати так, щоб автомобіль рухався по прямій траєкторії або плавному колу, залишаючись усередині приміщення. Це зменшує ризик контакту із забрудненим повітрям і забезпечує чистоту поверхні перед фарбуванням. [3]

Зона фарбування. Оптимальним рішенням є створення ізольованої зони фарбування, яка буде відокремлена від інших відділів, таких як механічний ремонт або підготовка. Основне завдання цієї зони – звести до мінімуму переміщення транспортних засобів. Найкращим підходом є організація послідовного потоку: від підготовки до завершення процесу в фарбувальній камері. Це допомагає уникнути потрапляння пилу до зони фарбування та підвищує ефективність використання фарбувальних камер і сушильних печей протягом робочого дня.

Відповідність нормативам. Плануючи малярний цех, необхідно враховувати нормативні вимоги щодо охорони здоров'я, безпеки праці та охорони довкілля. Законодавчі акти, такі як (охорона навколишнього середовища) і (контроль небезпечних для здоров'я речовин), мають вагомий вплив на діяльність кузовних майстерень. Робота без належним чином обладнаної, функціонуючої та регулярно обслуговуваної фарбувальної камери є порушенням закону, що може призвести до примусового закриття підприємства. [12]

Одним із найважливіших і фінансово значущих придбань для кузовної майстерні є фарбувальна камера. Сучасні майстерні переважно використовують комбіновані камери. Така камера об'єднує функціонал фарбувальної зони та низькотемпературної печі, забезпечуючи контрольований цикл роботи завдяки електронній системі управління. Її основна функція — створення чистого й ефективного робочого середовища з регульованим рівнем вологості та

температурним режимом у межах 20–25°C, що ідеально підходить для нанесення та сушіння фарби.

Герметичність камери є обов'язковою умовою для запобігання виходу часток фарби в загальну зону майстерні. Система примусової вентиляції має видаляти випари розчинників і мікроскопічні частки фарби, водночас забезпечуючи подачу чистого, безпилового повітря. Після завершення фарбування камера переходить у режим сушіння, під час якого температура всередині підвищується, що сприяє швидкому затвердінню фарби.

Одним із ключових моментів є відповідність фарбувальної камери нормативам ЕРА (законодавство про охорону навколишнього середовища). Це стосується як повітряного потоку, так і правильного розташування випускного каналу. Для майстерень, розташованих у житлових районах, ці вимоги мають особливу важливість. Камера повинна працювати під негативним тиском, бути оснащеною манометром для моніторингу, а її викиди необхідно тестувати щонайменше раз на рік для перевірки концентрації твердих часток. Відповідно до норм ЕРА, концентрація загальних часток у повітрі на виході не повинна перевищувати 10 мг/м³.

Склад для зберігання фарби. Під час проектування складу для фарби необхідно передбачити простір для системи змішування фарб і безпечного зберігання матеріалів. Важливо дотримуватися всіх чинних норм і правил, щоб гарантувати безпечні умови роботи та відповідність законодавчим вимогам. Це сприятиме зниженню ризиків і забезпечить надійну експлуатацію обладнання та матеріалів. [19]

Завершальна обробка автомобіля. Після виконання всіх ремонтних робіт автомобіль необхідно перемістити до зони фінального доведення. У цій зоні проводиться ретельне очищення як салону, так і зовнішніх поверхонь автомобіля, що дозволяє надати йому вигляду, максимально наближеного до нового. Такий підхід забезпечує високу якість результату, водночас оптимізуючи витрати часу.

Професійна обробка на цьому етапі має вирішальне значення, оскільки вона може значно підвищити привабливість автомобіля та підкреслити якість виконаних ремонтних робіт. Задоволений клієнт, отримуючи транспортний

засіб, який перевершує його очікування, з більшою ймовірністю порадить послуги майстерні іншим, сприяючи формуванню позитивної репутації компанії.

1.5 Висновки та постановка завдання на кваліфікаційну роботу магістра

Проаналізувати існуючі методи відновлення рами кузова, включаючи оцінку їх ефективності та можливості застосування.

Розробити детальну технологію фарбування кузова автомобілів Богдан 2110, використовуючи синтетичну емаль та акрилові фарби "металік" від Sikkens. Особлива увага має бути приділена методам інфрачервоного висушування.

Визначити оптимальні методи захисту кузова від корозії, зокрема через підготовку і антикорозійну обробку закритих порожнин, відновлення антикорозійного та шумоізоляційного покриття днища та колісних арок, а також герметизацію кузова.

Дослідити конструктивні особливості та обрахунки елементів конструкції гідравлічного преса, що використовується в процесі відновлення.

Здійснити дослідження технологічного процесу фарбування, вивчити можливості автоматизації цього процесу та новітні технології нанесення фарби.

2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ

2.1 Відновлення рами кузова

У даному розділі розглядаємо чотири основних технологічних процеси:

Відновлення рами кузова;

Нанесення синтетичної емалі МЛ-197 із подальшим висушуванням у конвекційній печі при температурі 90°C;

Аплікація акрилових емалей кольору "металік" від Sikkens, сушіння з використанням інфрачервоних променів;

Захист кузова від корозії.

Серед ремонтних операцій автомобілів, зокрема тих, що були учасниками дорожньо-транспортних пригод, значний обсяг припадає на відновлення кузовів. Під час такого ремонту часто виникає необхідність у перевірці геометрії точок кріплення компонентів та агрегатів шасі.

Ушкодження кузова транспортних засобів марки БОГДАН 2110 можуть мати різноманітний характер. З цієї причини методи відновлення кожного кузова потребують індивідуального підходу, оптимально адаптованого до конкретних ушкоджень, причому слід використовувати всі доступні техніки для коригування деформованих елементів. Важливо уникати застосування тепла до металу, щоб не пошкодити фабричні зварювання та антикорозійне покриття. Знімання фронтальних панелей кузова БОГДАН 2110 має відбуватися тільки в необхідних випадках для ідентифікації пошкоджених ділянок та їх належного вирівнювання.

У ситуаціях, коли кузов автомобіля зазнав значних ушкоджень, рекомендується демонтаж усіх внутрішніх обшивок, що сприятиме легшому проведенню вимірювань і контролю, а також встановленню гідравлічних та гвинтових домкратів для виправлення перекосів та інших пошкоджень кузова.

Припасування та регулювання лицьових поверхонь та знімних деталей відносно сусідніх панелей допомагає усунути їх виступання. [15]

Ремонт пошкоджених деталей кузова БОГДАН 2110 здійснюється шляхом витягування, рихтування, правлення з усадкою металу, вирізання

ділянок, які не піддаються відновленню, та виготовлення ремонтних вставок із вибракуваних деталей кузова або листового металу, надаючи їм форму відновлюваної деталі.

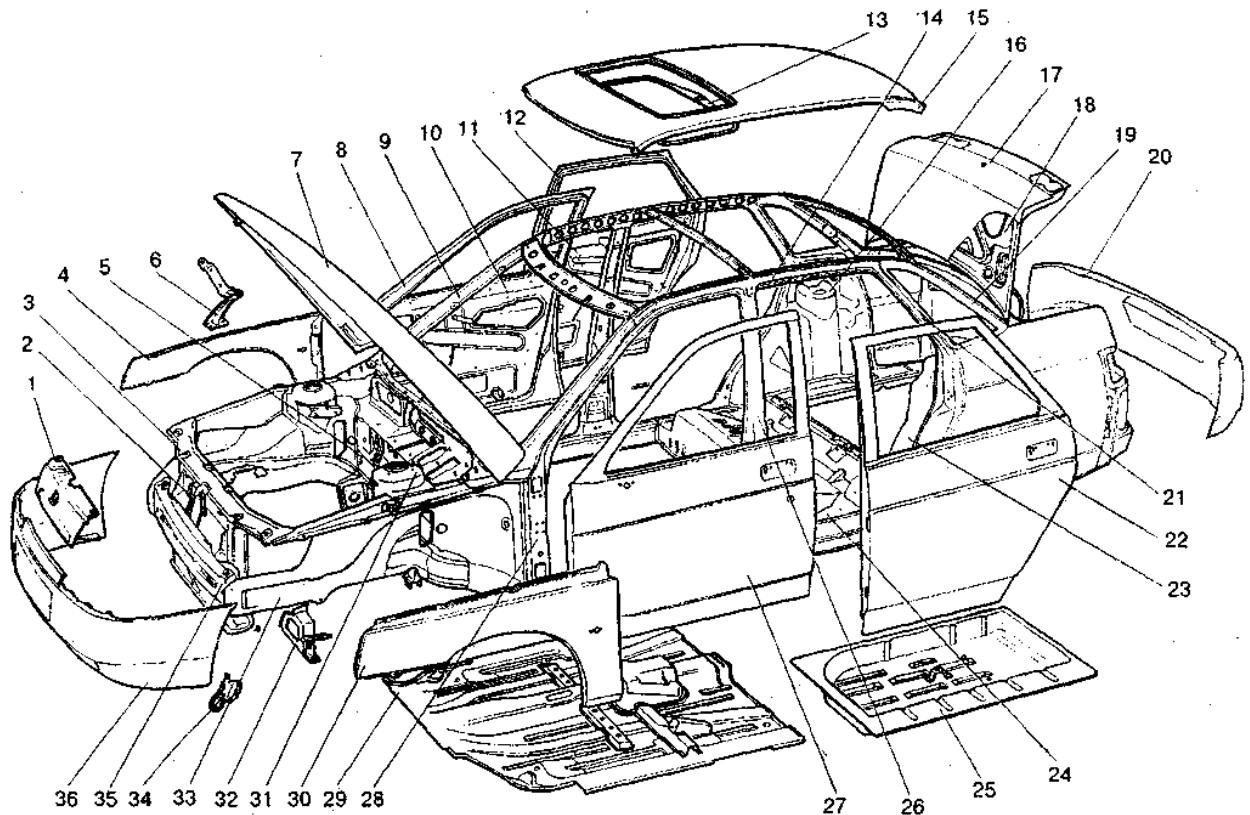


Рис. 2.1. Деталі каркасу кузова.

Для корекції деформацій на панелях зазвичай застосовують ручне виправлення за допомогою спеціалізованих інструментів, таких як металеві, пластикові, дерев'яні молотки, а також різноманітних пристосувань і оправок.

Техніка правлення за допомогою нагрівання використовується для відновлення дуже розтягнутих панельних поверхонь. Щоб уникнути небажаного випучування та зниження механічних характеристик металу, панель нагрівають до температури 600-650°C, що відповідає вишнево-червоному кольору. Діаметр зони нагріву не повинен перевищувати 20-30 мм.

Процес стягування поверхонь полягає у наступному: використовуючи вугільний електрод зварювального напівавтомата або газову горілку, необхідно розігріти метал з країв до центру ушкодженої ділянки. За допомогою ударів дерев'яного молотка чи киянки, на тлі плоскої опори або ковадла, осадити нагріті зони. Ці дії слід повторювати, чергуючи нагрівання і осадження, доки поверхня панелі не буде відновлена до потрібного стану.

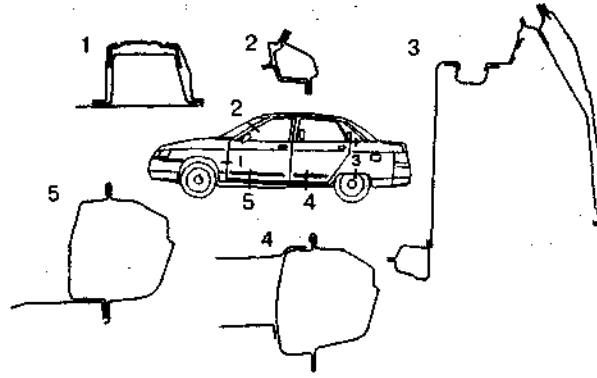


Рис. 2.1. Основні профілі кузова (профільний вид).

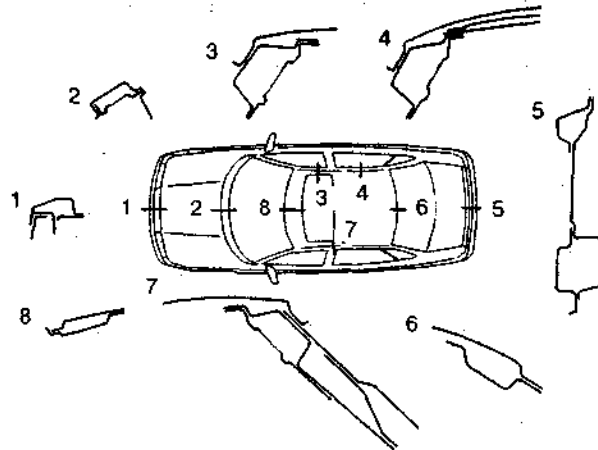


Рис. 2.3. Основні профілі кузова (погляд згори).

Для усунення нерівностей на поверхнях панелей ефективно використовують поліестерні шпаклювальні суміші, термопластичні матеріали, холоднотвердіючі епоксидні пасти та м'який припій.

Поліестерові шпаклювальні маси таких типів як «Хемпропол-П» або «ПЕ-0085» ефективно з'єднуються з металевими панелями після їх очищення. Ці матеріали складаються з двох компонентів: ненасиченої поліестерної смоли та затверджувача, який діє як каталізатор для швидкого твердіння. У робочому просторі температура повинна підтримуватися не нижче 18°C. Свіжоприготовану поліестерну шпаклювальну масу слід використати протягом максимум 10 хвилин; вона затвердіє через 60 хвилин після застосування. Максимальна товщина нанесеного шару не має перевищувати 2 мм.

Термопласт поставляється у формі порошку, який набуває необхідних еластичних властивостей для аплікації на металічну поверхню при температурі 150-160°C. Поверхню, яка потребує обробки, слід ґрунтовно очистити від іржі, окалини, старої фарби та інших забруднень для оптимальної адгезії. Термопласт краще прилипає до шорсткої металевої поверхні.

Для застосування термопластику поверхню, що потребує вирівнювання, спочатку нагрівають до температури 170-180°C. Перший шар термопластичного порошку розподіляють рівномірно та ущільнюють за допомогою металевого валика. Процедуру повторюють, наносячи наступні шари до повного усунення усіх нерівностей, кожен раз утрамбовуючи до формування щільного монолітного шару. Після повного твердіння поверхню обробляють стандартними технічними методами.

Для корекції поверхонь, які раніше були оброблені припоями типу ПОССу 18-2 або ПОССу 25-2, використовують ці ж припої для вирівнювання, додавання матеріалу до кромek деталей та ліквідації зазорів. У випадках серйозних пошкоджень панелі замінюють на нову, здійснюючи заміну за допомогою методів електрозварювання в умовах захисних газів.

Розбирання та монтаж переднього крила на автомобілі БОГДАН 2110

Для демонтажу крила автомобіля БОГДАН 2110 спочатку вийміть картридж з лампою індикатора повороту. Відгвинтіть кріпильні саморізи крила до кузова: чотири шурупи №2 (див. рис. 2.4) у верхньому фланці, по одному шурупу №1 спереду і ззаду в нижній частині, два шурупи №3 для кріплення до передньої стійки (знизу крила). Якщо неможливо відгвинтити передній шуруп, спочатку відгвинтіть два шурупи, що кріплять відповідну сторону бампера до кузова, і для доступу до згаданого шурупа кріплення крила, піднявши бампер, зрушіть його на бік.

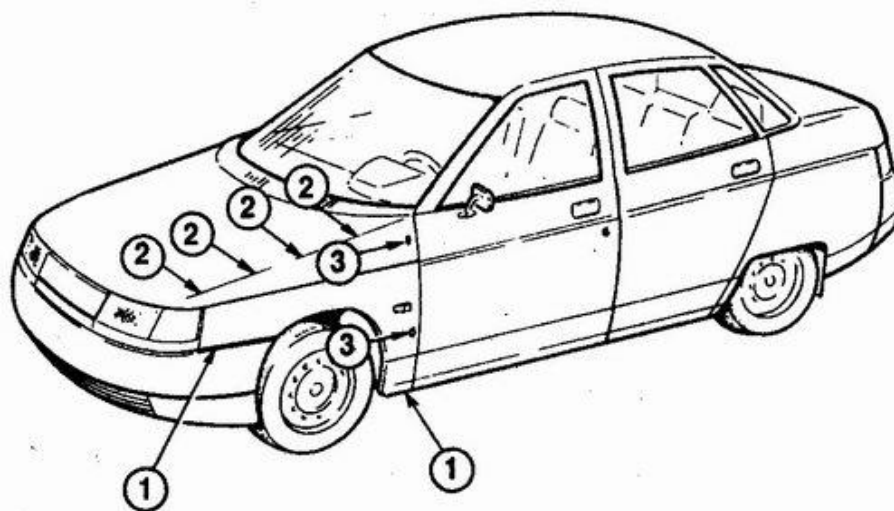


Рис. 2.4. Демонтаж переднього крила:

1,2,3 - кріпильні гвинти переднього крила.

Обережно від'єднайте крило і зніміть ущільнювальні прокладки з місць контакту крила з брызговиком. Зніміть з крила індикатор повороту. [7]

Встановлення крила на автомобіль БОГДАН 2110 виконуйте в зворотному порядку. Рекомендується встановлювати нові ущільнювальні прокладки. Перед остаточним закручуванням шурупів, використовуючи розширені отвори, вирівняйте крило згідно з зазорами та виступами інших елементів кузова. Після заміни крила нанесіть антикорозійне покриття на внутрішню поверхню крила.

2.2 Фарбування кузова автомобілів сімейства БОГДАН 2110 синтетичною емаллю

Очистіть кузов водою, а потім за допомогою шпателя чи щітки зніміть старе, що відшарувалося покриття з пошкоджених ділянок. Виконайте мокре шліфування фарбованих поверхонь за допомогою абразивних паперів марок 68С 8-П або 55С 4-П. У випадку незначної товщини покриття без механічних ушкоджень, відшліфуйте поверхню до епоксидної ґрунтовки заводського нанесення. У разі істотної корозії, очистіть поверхню до чистого металу. Якщо потрібно видалити старе комплексне покриття, використовуйте змивач СП-7. Наносьте змивач пензлем у 2-3 шари, в залежності від товщини лакофарбового покриття. Час для розм'якшення покриття змивачем становить 30-40 хвилин. Видаліть розм'якшене покриття за допомогою щітки або шпателя. Очистіть поверхні вайт-спиритом для зняття залишків змивача, ретельно промийте водою і висушіть кузов. Потім промийте кузов автомобіля водою, обдуйте стисненим повітрям та висушіть. Обезжирте фарбовані поверхні вайт-спиритом або розчинником бензин-БР-1 та змастіть ущільнювальною мастикою «пластизоль Д-4А» зварні шви та стики заміненних деталей. Видаліть надлишки мастики за допомогою ганчірки, змоченої в вайт-спириті.

Для забезпечення надійного захисту ділянок, які не підлягають фарбуванню, використовуйте щільний папір та клейку стрічку для ізоляції. Оброблені до чистого металу поверхні потрібно покрити ґрунтом ГФ-073 або ВЛ-023 за допомогою розпилювача, залишити на 5 хвилин для висихання.

Забезпечте, щоб в'язкість ґрунту відповідала 22-24 одиницям при 20°C, виміряно за віскозиметром ВЗ-4, розбавляючи ґрунт ксилолом за необхідності.

Потім застосуйте ґрунт ЕП-0228, розпилюючи його на поверхні, вже оброблені ґрунтами ГФ-073 чи ВЛ-023, а також на замінені елементи кузова. Висушіть оброблені поверхні при температурі 90°C протягом години. До ґрунту ЕП-0228 перед застосуванням додайте сикатив НФ-1 у концентрації 6-8% або каталізатор МТТ-75 у кількості 3-4% від маси ґрунту. Термін придатності такого ґрунту становить 7 годин. В'язкість готового ґрунту повинна складати 23-25с за віскозиметром ВЗ-4, розбавленого розчинником РЭ-11В або ксилолом. [4]

Після завершення фарбування охолодіть кузов, проведіть мокре шліфування за допомогою абразивної папери 55С 4-П, ретельно промийте поверхні водою, обдуйте стисненим повітрям та повністю висушіть.

Заповніть нерівності на поверхні за допомогою шпаклівки МС-00-6, товщиною не більше 0,3 мм. Для зручності нанесення загуслу шпаклівку розбавте ксилолом до потрібної в'язкості.

Висушіть кузов автомобіля протягом 30 хвилин при температурі 18-20°C, після чого відшліфуйте оброблені шпаклівкою ділянки за допомогою абразивної папери 55С 4-П. Ретельно промийте кузов, обдмухайте стисненим повітрям та добре висушіть. Захистіть ділянки, які не будуть фарбуватися, використовуючи щільний папір та клейку стрічку, та розмістіть кузов у фарбувальній камері. Перед фарбуванням обезжирте поверхні вайт-спиритом. За допомогою розпилювача нанесіть два шари емалі МЛ-197, з витримкою між шарами 7-10 хвилин, на внутрішні частини салону, дверні отвори, торці дверей, моторний відсік та багажне відділення. Також нанесіть три шари цієї ж емалі на зовнішні поверхні кузова, дотримуючись такої ж проміжної витримки.

Висушуйте покриття при температурі 90°C протягом години та дайте йому охолонути в природних умовах. Перед застосуванням емалі введіть до її складу 10% каталізатора ДГУ-70. Для емалей типу МЛ-197 можна використовувати 20-відсотковий розчин малеїнового ангідриду в етилацетаті. В'язкість емалі повинна складати 20 одиниць за віскозиметром ВЗ-4. Емаль потрібно розбавляти розчинником Р-197, після чого проводити фільтрацію

через сітку № 015 К. При заміні окремих елементів кузова, таких як крила, двері, капот та ін., а також після рихтувальних робіт на деформованих частинах, здійснюйте фарбування всієї зовнішньої поверхні деталі. [16]

Перед початком фарбування ново встановлені деталі слід акуратно відшліфувати та покрити всю поверхню епоксидним грунтом ЕП-0228. Фарбування деталі проводьте відповідно до технології перефарбування кузова.

2.3 Фарбування акриловими фарбами "металік" від Sikkens із використанням інфрачервоного висушування

Ця методика ідеально відповідає потребам як зарубіжних, так і вітчизняних автомобілів. Завдяки високій якості матеріалів можливе підбирання широкого спектру кольорів та проведення складних ремонтних робіт.

Давайте розглянемо процес підготовки та фарбування нових деталей акриловою емаллю Sikkens:

Нову деталь, як-от крило, потрібно відшліфувати за допомогою шкурки Р-220.

Очистіть оброблену поверхню великою кількістю води, висушіть і продуйте стисненим повітрям.

Знежирте ремонтвану поверхню за допомогою розчинника Sikkens Solvent.

Нанесіть один тонкий шар антикорозійного грунту Washprimer CR за допомогою фарбопульта Prima 1.5 при тиску повітря 4 бар.

Дайте грунту висохнути на повітрі протягом 15 хвилин.

Застосуйте грунт-вирівнювач Auto Filler 3+1 HS, що є швидкотвердіючим сірим грунтом із високою товщиною шару, створюючи ідеальну основу для всіх видів покриттів. Наносіть за допомогою фарбопульта Prima 1.5 при тиску повітря 4 бар.

Висушіть грунт за допомогою короткохвильового інфрачервоного сушаря IRT-400 протягом 45 хвилин при 40°C.

Відшліфуйте ґрунт шкурками зернистістю Р 220, Р 320, Р 400, Р 500, використовуючи шліфувальну машину Natco ST-7733МК.

Підготуйте емаль потрібного кольору в лабораторії.

Фарбуйте поверхню двошаровою системою "база+лак" Autobase Plus. Нанесення проводьте фарбопультот Prima 1.5 при тиску повітря 3 бар.

Нанесіть перший шар, витримайте 3-5 хвилин при температурі 20°C.

Нанесіть другий шар для повного покриття. [8]

За потреби нанесіть тонкий шар для розподілу металічних частинок.

Процедуру сушіння здійснюйте протягом 12 хвилин при 60°C.

Покрийте поверхню прозорим лаком Sikkens AutoClear за технічними вказівками з додатка В. Нанесіть два шари, з витримкою 7 хвилин між ними.

Сушіть короткохвильовим випромінювачем IRT-400 протягом 9 хвилин при 60°C.

Відполіруйте поверхню складом 3М Finesse-it 09639 за допомогою машини Namach RH-24E на 1200-1500 об/хв.

Промийте поверхню. Відполіруйте восковим складом 3М Finesse-it Machine Glaze 05991 машиною Namach RH-24E на 1500-1800 об/хв.

2.4 Захист кузова від корозії

Основні вказівки. Автомобілі марки БОГДАН 2110 мають схильність до корозії в таких місцях, як порожнисті елементи кузова, днище, нижні частини дверей та стійки, а також з'єднань різних деталей кузова, зокрема точки зварювання. Корозія особливо швидко прогресує в закритих порожнинах та у нижній частині кузова, куди потрапляють волога, бруд, солі та кислоти.

Тому, в процесі експлуатації авто БОГДАН 2110, необхідно регулярно проводити додаткову антикорозійну обробку внутрішніх та прихованих поверхонь кузова, застосовуючи спеціалізовані захисні розчини. Також важливо використовувати герметизуючі мастики на місцях з'єднань деталей.

Консерваційні засоби "Мовиль" та "Мовиль-2" ефективно захищають приховані порожнини автомобіля від корозії. Здійснювати таку антикорозійну обробку необхідно регулярно, приблизно кожні 1-1,5 року, що дозволяє

підтримувати стан кузова на належному рівні. Особливість автоконсерванту полягає в його здатності до застосування на поверхнях, які раніше оброблялись нигролом чи іншими оліями, а також на іржавілих ділянках.

Мастильний матеріал НГМ-МЛ використовується для глибокої антикорозійної обробки прихованих порожнин, що є критично важливим для нових автомобілів БОГДАН 2110, де ці області особливо вразливі до корозії.

Захисне плівкове покриття НГ-216Б застосовують для захисту зовнішніх частин автомобіля, які розміщені безпосередньо під кузовом. Це покриття надійно захищає від впливу агресивного зовнішнього середовища, забезпечуючи додатковий бар'єр проти корозії та пошкоджень.

Бітумна антишумова мастика БПМ-1 використовується для обробки днища автомобілів сімейства БОГДАН 2110, забезпечуючи захист від корозії та зниження шуму. Товщина такого покриття варіюється від 1,0 до 1,5 мм.

Пластизоль Д-11А слугує для захисту днищ кузовів від корозії, абразивного зносу та забезпечення шумоізоляції з товщиною покриття 1,0-1,2 мм, який застосовується на днищах нових автомобілів. Також пластизоль Д-4А використовується для герметизації зварних швів. Мастика 51-Г-7, яка не висихає, призначена для герметизації стиків кузова.

Внутрішні порожнини кузовів автомобілів БОГДАН 2110 обробляються антикорозійними засобами методами повітряного та безповітряного розпилення. Для повітряного розпилення використовується стиснене повітря з тиском 0,5-0,8 МПа, фарборозпилювач з бачком, шланги та насадки для розширення можливостей пістолета. Оптимальні результати антикорозійного покриття досягаються при безповітряному розпиленні під тиском 4-12 МПа, що дозволяє ефективно розпилювати в'язкі матеріали.

2.4.1 Підготовка і антикорозійна обробка закритих порожнин кузовів авто Богдан 2110

Процес забезпечення антикорозійного захисту закритих порожнин включає наступні етапи:

Розміщення автомобіля на підйомнику - забезпечує зручний доступ до всіх необхідних ділянок.

Демонтаж перешкоджаючих елементів - зніміть всі деталі та оббивку, які ускладнюють доступ до закритих порожнин.

Мийка порожнин - за допомогою води температурою 40-50°C очистіть через технологічні та дренажні отвори внутрішні порожнини і нижню частину кузова до стану чистої води. Зверніть увагу, що під час процедури вікна мають бути закриті.

Видалення вологи - витратьте час на видалення всієї вологи, що могла потрапити до салону та багажника.

Сушіння стисненим повітрям - ретельно продуйте місця майбутнього нанесення антикорозійного складу.

Переміщення в камеру захисту - автомобіль має бути перевезений в спеціально обладнане приміщення для нанесення антикорозійного засобу.

Нанесення антикорозійного складу - використовуйте метод розпилення для нанесення захисного складу згідно з інструкціями на мал. 2.5. [6]

Зняття з підйомника - після завершення розпилення, автомобіль можна опустити.

Очищення кузова - використовуйте ганчірку, змочену в вайт-спириті, для очищення зовнішніх поверхонь від будь-яких забруднень.

2.4.2 Відновлення антикорозійного та шумоізоляційного покриття днища кузова і колісних арок автомобілів марки Богдан 2110

Під час експлуатації автомобіля днище кузова і колісні арки зазнають впливу агресивних чинників, таких як гравій, пісок, сіль та волога. Ці фактори сприяють механічному пошкодженню та стиранню захисного шару мастики та ґрунту. У результаті метал стає оголеним, що створює умови для розвитку корозії.

Якщо покриття пластизолу Д-11А пошкоджене, але шар ґрунту залишився неушкодженим, необхідно очистити пошкоджені ділянки від забруднень. На суху поверхню слід нанести пластизоль методом безповітряного

розпилення або за допомогою пензля. Після цього покриття слід висушити при температурі 130 °C протягом 30 хвилин.

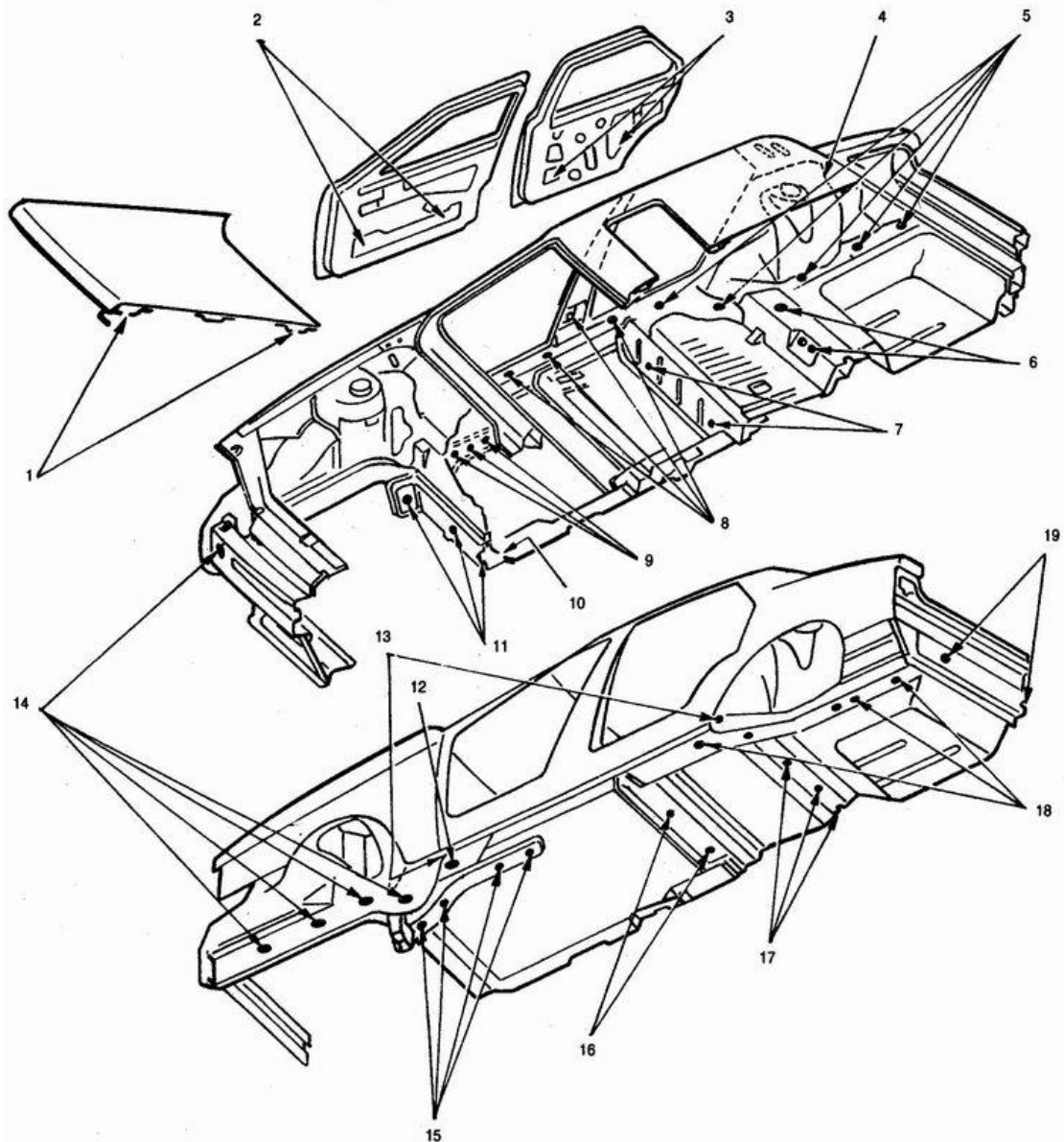


Рис. 2.5. Приховані порожнини кузова автомобіля БОГДАН 2110.

Як альтернативний варіант можна використовувати антишумову мастику БПМ-1. Цей матеріал не потребує високотемпературного сушіння і може висихати в природних умовах, що спрощує процес відновлення.

Перед проведенням робіт із відновлення антикорозійного та шумоізоляційного покриття підніміть автомобіль на підйомнику та уважно огляньте днище кузова для виявлення пошкоджень у покритті. Видаліть бруд з нижньої частини кузова, а іржу усуньте за допомогою шпателя, шліфувального паперу або спеціального засобу для перетворення іржі, дотримуючись інструкцій. Після очищення продуйте днище кузова стисненим повітрям. [18]

Автомобіль необхідно перемістити до спеціальної камери для нанесення мастики, де його слід підняти на підйомнику та зняти колеса. Гальмівні барабани й диски закрийте захисними кожухами, а карданну передачу, глушники, троси та інші елементи, які не потребують обробки мастикою, ізолюйте щільним папером і клейкою стрічкою.

Знежирте ділянки, очищені до металу, використовуючи ганчірку, змочену у вайт-спириті. Потім нанесіть на них ґрунт ГФ-073 пензлем або методом розпилення та залиште на 5-10 хвилин для висихання. Після цього нанесіть мастику БПМ-1 на пошкоджені ділянки шаром товщиною 1,0-1,5 мм. Для цього можна використовувати пензель, шпатель або розпилювач. Слід мінімізувати перекриття нового шару мастики зі старим шаром покриття Д-11А.

У холодну пору року перед використанням мастики потрібно витримати в теплому приміщенні, щоб вона досягла температури не нижче 20°C. Якщо мастика загусла, її дозволяється розбавити ксилолом, але не більше ніж на 3%.

2.4.3 Герметизація кузова автомобілів серії Богдан 2110

Для забезпечення герметизації кузова автомобіля застосовуються гумові ущільнювачі, клейові склади, герметизуючі мастики, а також гумові пробки, які використовуються для закриття технологічних отворів. Важливу роль у герметизації відіграє також точне припасування з'єднаних деталей. [6]

При демонтажі та монтажі ущільнювачів із металевими каркасами слід дотримуватися обережності, щоб уникнути деформації каркаса або утворення складок на поверхні ущільнювача. Зварні шви, що з'єднують кузовні деталі, не забезпечують повної герметичності. У разі проникнення вологи між зварними елементами можливе утворення корозійних осередків. Щоб цього уникнути, шви покривають пластизолем Д-4А, який забезпечує захист від вологи та бруду. Після виконання заміни окремих кузовних деталей необхідно герметизувати зварні шви пластизолем Д-4А з обох сторін. У місця кутових стиків і щілин додатково наноситься невисихаюча мастика типу 51-Г-7, яка підвищує герметичність і захищає від корозії.

3 КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ

3.1 Різновиди операцій, що здійснюються на пресі

У сфері автосервісу широко застосовуються гідравлічні преси. Очікується, що обраний прес буде встановлено на дільниці кузовного ремонту, тому перш за все оглянемо операції, які торкаються відновлення кузовів і частково ходової системи. У випадках аварій часто страждають балки заднього моста таких автомобілів. Завдяки значній силі, яку розвиває цей прес, його можна використовувати для корекції деформацій мостів і інших силових елементів. На прикладі автомобілів можлива корекція риштування передньої підвіски, що також ефективно вирішується за допомогою цього обладнання.

У процесі відновлення ходової частини важливим є випресовування і запресовування сайлентблоків важелів, стійок і амортизаторів. Потреба у заміні або перепресовці підшипників ступиць та півосей також виникає часто. Для заміни підшипників півосей використовуються спеціальні насадки, передбачені в конструкції пресу.

Кожна з цих робіт вимагає використання спеціалізованих пристосувань, втулок, опорних елементів та оправок, розміри та конструкції яких можуть варіюватися в залежності від марки та моделі автомобіля, тому детальне розглядання всіх варіантів не є можливим у цьому огляді.

Оскільки робоче зусилля преса значне, його необхідно встановлювати на стійкій верстатній основі або спеціальній рамі і надійно фіксувати за допомогою гвинтових з'єднань, що також передбачено в конструктивних рішеннях цього обладнання.

3.2 Конструктивні особливості гідравлічного преса

Даний гідравлічний прес включає в себе гідравлічний домкрат, що функціонує як основний силовий елемент, платформу, яка кріпиться на верстаті чи спеціальній рамі з використанням гайок, а також дві провідні стійки, що

складаються з нижньої, середньої та верхньої плит. Графічне зображення цієї системи можна переглянути на схемі під номером 3.1.

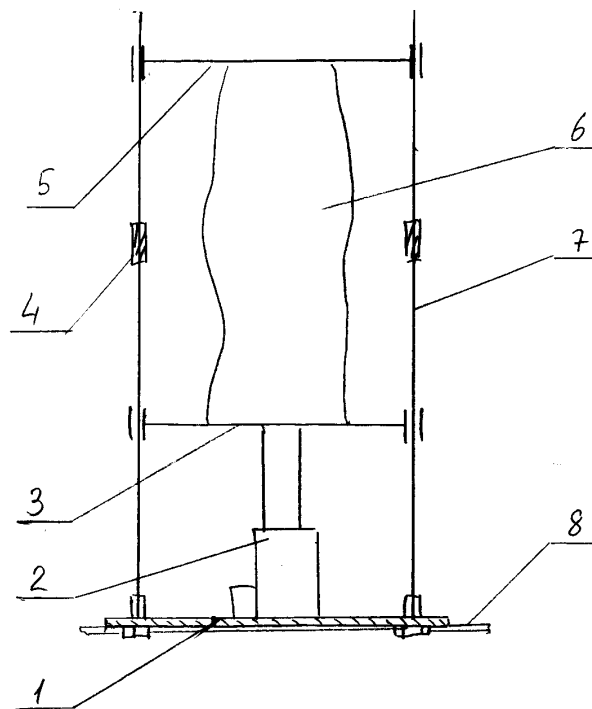


Рис. 3.1. Схема гідравлічного преса:

1 – базова плита; 2 – гідравлічний домкрат; 3 – проміжна плита; 4 – сполучна муфта; 5 – верхня плита; 6 – великогабаритна деталь; 7 – опорна стійка; 8 – стіл чи монтажна рама. [2]

Для гідравлічного домкрата рекомендовано модель ШААЗ-12, розміщену так, що площина коливань ручки вирівнюється з площиною стійок. Ці домкрати відомі своєю доступністю та економічністю. Можливо також застосування імпорتنих домкратів, як-от Boittline Jacks з максимальною вантажопідйомністю 12 тонн, однак це вимагатиме адаптації монтажних отворів під кріплення. Пропонується виробляти плити з товщиною 30–32 мм, причому на верхній плиті розміщено два пази для вставлення ребер, які забезпечують можливість виконання певних операцій (не показані на рисунку 3.1).

3.3 Обрахунок елементів конструкції

Проаналізуємо конструкцію стійок преса. Основну увагу приділимо аналізу найбільш критичних місць – точок кріплення стійок до бази. Оцінимо навантаження, визначимо необхідні параметри різьблення зі стандартних

розмірів і підберемо діаметр штифтів відповідно. Сила, яку генерує прес:

$P_{\text{преса}} = 120 \text{ кН}$, тому сила, що припадає на кожну стійку, складає:

$$P_{\text{стійки}} = P_{\text{преса}} / 2 = 120 / 2 = 60 \text{ кН} \quad (3.1)$$

Навантаження на болт у вигляді осьової розтягуючої сили, яке виникає після його ініціального затягування та застосування зовнішнього тиску P , становить:

$$P_0 = [K(1 - \chi) + \chi] \cdot P \quad (3.2)$$

де K – коефіцієнт затягування болта;

χ – коефіцієнт зовнішнього навантаження;

P – корисна зовнішня сила.

Встановимо $K = 1,26$ для умови сталого зовнішнього навантаження, та $\chi = 0,21$ у разі неприсутності еластичних прокладок між компонентами. В такому випадку величина розтягуючої сили складе:

$$P_0 = [1,26(1 - 0,21) + 0,21] \cdot 60000 = 72324 \text{ Н.}$$

Потрібний внутрішній діаметр різьблення:

$$d_1 = 1,3 \sqrt{\frac{P_0}{[\sigma_p]}} \quad (3.3)$$

де P_0 – розтягуюча сила;

$[\sigma_p]$ – допустиме напруження на розтяг.

Допустиме напруження на розтяг:

$$[\sigma_p] = \frac{\sigma_T}{[n]} \quad (3.4)$$

де σ_T – межа текучості, МПа;

$[n]$ – допустимий коефіцієнт запасу міцності.

Визначимо $[n]$ рівним 2, обравши діаметр круглого прута у діапазоні від 20 до 35 мм. Як матеріал для стрижнів обрано сталь марки 30, при цьому межа текучості для цієї сталі становить 294 МПа.

$$[\sigma_p] = \frac{294}{2} = 147 \text{ МПа.}$$

$$d_1 = 1,3 \sqrt{\frac{72324}{147 \cdot 10^6}} = 0,0288 \text{ м.}$$

Відповідно до ГОСТ 9150-81, виберемо для нашої конструкції різьблення з дрібним кроком М30х2. Відповідно до стандарту, довжина вкручування частини шпильок з такою різьбою становить:

$$b_1 = 1 \times d = 1 \times 30 = 30 \text{ мм} \quad (3.5)$$

Встановлюємо товщину нижньої плити з урахуванням запасу на фаску (2 мм) у 32 мм. Оптимальний матеріал для виготовлення стійок — круглий прут стандартного діаметра 32 мм. Для забезпечення стабільності робочої поверхні, по якій переміщатимуться втулки середньої плити, необхідно вибрати діаметр, що виключає перекося плити та мінімізує згинальний момент, що впливає на стійки. Для закріплення верхньої плити та монтажу надставок з використанням муфт буде застосовано стандартну різьбу М30х2.

Перейдемо до перевірки стандартних гайок, які використовуються для фіксації верхньої плити. Специфікація гайок для кріплення плити наступна: на гайку припадає навантаження $P = 60 \text{ кН}$ і різьба М30х2. Оберемо стандартні гайки типу 1 із висотою $H = 24 \text{ мм}$. Здійснимо перевірочний розрахунок даного компонента. Обрахунок міцності різьблення на зріз виглядатиме наступним чином:

$$\tau_c = \frac{P}{\pi \cdot d_1 \cdot z \cdot k \cdot S} \leq [\tau_c] \quad (3.6)$$

де P — зовнішня сила, Н;

d_1 — внутрішній діаметр різьблення, мм;

k — коефіцієнт щільності різьблення, прийнято $k = 0,75$;

z — кількість витків;

S — крок різьблення;

$[\tau_c]$ — допустиме напруження здавлення.

Прийmemo $[\tau_c] = 0,25\sigma_t = 0,25 \cdot 294 = 73,5 \text{ МПа}$ — для сталі 30. Для різьблення М30х2 внутрішній діаметр $d_1 = 27,835 \text{ мм}$. Кількість витків різьблення:

$$z = \frac{H}{S} \quad (3.7)$$

де H — висота гайки;

S — крок різьблення.

Кількість обертів у типовій гайці:

$$z = 24/2 = 12 \text{ витків [13]}$$

$$\tau_c = \frac{60000}{3,14 \cdot 27,835 \cdot 10^{-3} \cdot 12 \cdot 0,75 \cdot 2 \cdot 10^{-3}} = 38,137 \text{ МПа} \leq [\tau_c]$$

Перевірка на здавлення

$$\sigma_{CM} = \frac{4P}{\pi(d^2 - d_1^2) \cdot z} \leq [\sigma_{CM}] \quad (3.8)$$

Прийmemo $[\sigma_{CM}] = 0,8\sigma_T = 0,8 \cdot 294 \text{ МПа} = 235 \text{ МПа}$ – для сталі 30.

$$\sigma_{CM} = \frac{4 \cdot 60000}{3,14(30^2 - 28,835^2) \cdot 10^{-6} \cdot 12} = 50,8 \text{ МПа} \leq [\sigma_{CM}]$$

Відповідність вимогам до міцності та зрізу, тому вибір зупинився на гайках М30–6Н.5 (S46) згідно з ГОСТ 5916-70. Розрахунок з'єднувальної муфти показує, що з використанням різьблення М30х2, яке відповідає критеріям міцності, муфта буде мати цю різьбу на обох кінцях. Тепер обрахуємо довжину різьблення муфти. Встановимо, що довжина вкручування кінця шпильки становитиме:

$$b_1 = 1,25d, \quad (3.9)$$

Згідно з стандартом, параметр b_1 для шпильок становить 37,5 мм, отже, можливе виготовлення муфти з довжиною різьби 40 мм. Зовнішній діаметр муфти визначимо як 50 мм, що відповідає діаметру шестигранної гайки по вершинам. Для полегшення монтажу та демонтажу надбудов, в середині кожної муфти передбачимо отвір діаметром 8 мм для використання стержня-ключа.

Щодо гаск номер 7, існує можливість застосування стандартних варіантів, або ж їх можна виготовити індивідуально з рифленою поверхнею та зменшеними зовнішнім діаметром і товщиною. Ці компоненти не відіграють ролі в основному навантаженні, їх призначення полягає у регулюванні положення плити. Таким чином, виготовляємо гайки номер 7 з товщиною 15 мм та зовнішнім діаметром 45 мм.

4 НАУКОВО-ДОСЛІДНИЙ РОЗДІЛ

4.1 Дослідження технологічного процесу

Лінія для нанесення фарби організована в декілька чітко визначених зон. Процес фарбування проводиться у спеціалізованій камері, де строго контролюються температура та вологість повітря (див. рисунок 4.1). Під час фарбування утворюється фарбовий пил, який забирається вертикальним потоком повітря у камері та направляється до водомийного обладнання.

Система подачі повітря забезпечує фарбувальну камеру свіжим повітрям, яке заздалегідь проходить крізь декілька стадій фільтрації, нагрівається та зволожується, і подається в камеру через фільтр у стелі. Це повітря проникає у камеру зі швидкістю 0,2–0,5 м/с, в залежності від обраної техніки нанесення фарби.

Після фарбування повітря, насичене фарбовим пилом, проходить через мийний механізм, наприклад, через пристрій Вентурі, де фарбовий пил абсорбується водою. Наступним етапом є проходження цього повітря через ротаційний або абсорбційний теплообмінник. У цьому теплообміннику тепло та волога від відпрацьованого повітря передаються до свіжого повітря, яке рухається в протилежному напрямку, оптимізуючи таким чином енергоспоживання системи.

У процесі роботи фарбувальної камери, частки матеріалу, які потрапляють у воду, конденсуються за допомогою коагуляційних агентів та видаляються з водного розчину за допомогою застосування різноманітних очисних технологій. Вода у камері знаходиться в постійному обігу замкнутого типу. Воду, що випарувалася, а також воду, яка була відділена від фарбувального мулу, повторно вводять у систему води камери.



Рис. 4.1. Схематичний розріз фарбувальної камери.

4.2 Автоматизація в процесі фарбування

Розвиток технологій автоматизованого фарбування пройшов кілька значущих етапів. У початковий період машини застосовувались для фарбування зовнішніх ділянок автомобільних кузовів. Вже в той час застосовувались високошвидкісні обертові атомайзери для нанесення більшості шарів фарби, за виключенням другого шару металізованого покриття, де використовувались пневматичні атомайзери з низькою ефективністю передачі. З часом технологія машин еволюціонувала до роботизованої системи, спричиненої прагненням до збільшення гнучкості та ефективності.

Трансформація у сфері фарбування відображає, що роботизовані установки забезпечують більшу адаптивність до дизайну автомобілів і одночасно підвищують продуктивність за рахунок зменшення числа атомайзерів, підвищення ефективності передачі та зниження загальних витрат. Пневматичний атомайзер для нанесення другого шару металічного покриття замінюється високошвидкісним обертовим атомайзером. У майбутньому, ймовірно, буде застосовано дзвонове нанесення фарби роботами для зовнішніх робіт. Автоматизоване фарбування внутрішніх поверхонь, яке завжди

вважалось доменом робототехніки, останніми роками також перейшло від пневматичного нанесення до обертової атомізації - найсучасніший етап розвитку. [21]

Існують дві основні техніки транспортування кузова для роботизованого фарбування. Обидві мають спільні характеристики. Перша техніка, "фарбування у русі", передбачає безперервний рух кузова через зону робіт, тоді як друга, "зупинка і продовження", вимагає швидкого переміщення у зону робіт, де кузов фіксується для подальшої роботи.

Вибір техніки значно впливає на конструкцію станції. Техніка "фарбування у русі" зазвичай використовує шестиосевих робітників і характеризується менш складною технологією та нижчими інвестиційними витратами. Цей підхід дозволяє збільшити обсяги фарбування, оскільки не потребує додаткового часу для спеціальних транспортних та позиціонуючих технологій. Проте техніка "зупинка і продовження" також має переваги: точніше позиціонування кузова та більш стабільний процес нанесення, не залежний від коливань, викликаних системою транспортування. Завдяки більш тривалому часу затримки можливе зменшення кількості робітників. У разі виникнення технічних несправностей, інші роботи можуть продовжити фарбування, якщо встановлено робітників з обох сторін кузова.

Нанесення фарби на внутрішні частини можливе за допомогою обох методів. Проте стаціонарні роботи не застосовуються для таких завдань.

Фарбувальний робот - це автоматизоване пристрій з програмним управлінням, що має конструкцію у вигляді зігнутого рукава з шістьма обертовими осями: три основні і три допоміжні. Також можливе додавання подорожньої осі. Цей робот здатен виконувати фарбування як внутрішніх, так і зовнішніх поверхонь автомобільних кузовів. Основні компоненти робота представлено на рисунку 4.2.

Фарбувальний робот оснащений шістьма осями руху (див. рисунок 4.3):

- 1 - горизонтальне обертання корпусу на базовій структурі.
- 2 - кутове обертання першої руки на базовій структурі.
- 3 - кутове обертання другої руки на першій руці.
- 4 - обертовий рух дистальної ручної осі на другій руці.

5 - обертовий кутовий рух середньої частини ручної осі.

6 - обертовий рух дистальної ручної осі біля фланця розпилювача.

Для налаштування оптимального робочого діапазону робота під конкретні завдання фарбування, можна регулювати довжину рук. Важливими перевагами такої системи є достатня вантажопідйомність, висока динаміка та точність руху траєкторій. Використання додаткових маніпуляційних роботів для відкривання дверей та капотів може бути корисним для оптимізації часу фарбування. Однак, якщо час фарбування розраховано адекватно, інтеграція обробки дверей та капотів безпосередньо роботом для фарбування може знизити інвестиційні витрати.

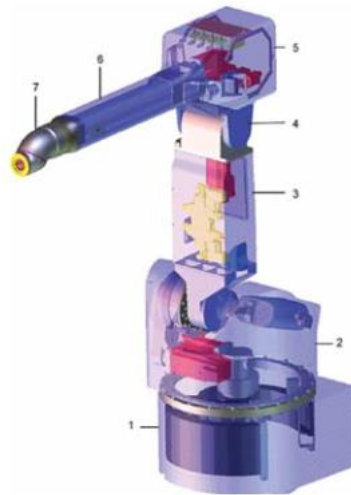


Рис. 4.2. Конструкція робота для фарбування.

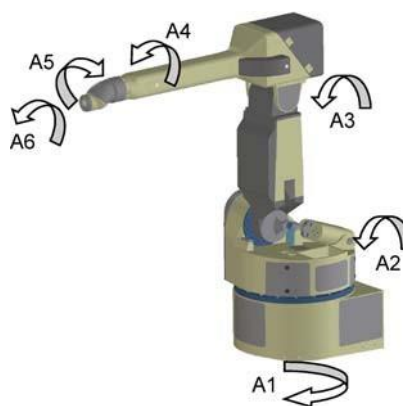


Рис. 4.3. Осі руху робота для фарбування.

Роботи для фарбування можуть використовувати різні системи розпилювачів, такі як пневматичний атомайзер, високошвидкісний обертовий атомайзер та порошковий атомайзер. Важливо зазначити, що робот для фарбування підходить для використання в електростатичних системах без обмежень. Сучасний стандарт для роботів фарбування передбачає розміщення

всіх медіа-ліній до атомайзера через руку робота. Обладнання для нанесення не повинно обмежувати високу динаміку робота. Тому дозуючі насоси, датчики об'єму повітря та пропорційні клапани встановлюються якомога ближче до атомайзера.

Управління роботом має бути особливо ефективним, тобто робот повинен мати операційну систему, здатну до мультизадачності. Апаратні та програмні компоненти системи управління мають мати модульну архітектуру. Функції, специфічні для фарбування, такі як, наприклад, зручне управління основною голкою атомайзера, функція для точного позиціонування і продовження процесу фарбування після зупинки конвеєра, або функція, яка дозволяє роботу для фарбування автоматично рухатися назад по траєкторії після аварійної зупинки - особливо важлива для внутрішнього фарбування - роблять роботу безпечнішим для процесу та збільшують його доступність.

4.3 Технології нанесення фарби

Термін "технології нанесення фарби" у фарбувальному цеху відноситься до використання комплексного обладнання: атомайзера, системи дозування та технологій зміни кольорів. В автомобільному виробництві переважно використовуються три основні методи атомізації:

Безповітряна атомізація

Пневматична атомізація

Високошвидкісна обертова атомізація

Основні вимоги до автоматичного атомайзера та його периферійного устаткування охоплюють забезпечення відтворюваності всіх параметрів атомайзера та консистенції розпилювального візерунка. Останній залежить не тільки від особливостей систем управління, але й від якості компонентів, що використовуються для атомізації, таких як сопло, повітряна кришка, дзвоновий диск тощо.

Функції атомайзера здебільшого керуються пневматично через соленоїдні клапани. Система керування також обробляє зворотні сигнали від атомайзера, як-от положення основної голки і швидкість обертання дзвонового диска. Для

автоматичного застосування важливо встановити швидку реакцію атомайзера. Як вимкнення, так і вмикання атомайзера, а також необхідні зміни у кількості фарби та повітря повинні точно виконуватися в програмованих точках. Це вимога не завжди легко досяжна, особливо враховуючи, що пневматичні системи зі стисненим повітрям мають відносно довгі часи реакції, тоді як сучасні швидкості руху автоматичних машин для фарбування перевищують 1000 мм/с. Проблему ускладнює "дихання" шлангів. Наприклад, при часі перемикання атомайзера в 50 мілісекунд, що є досить хорошим показником, робот-фарбувальник просувається на 50 мм за цей час. Отже, якщо атомайзер, такий як пневматичний пістолет, повинен бути увімкнений в певній точці, сигнали керування для голки атомайзера, дозувального насоса, для атомізації та регулювання форми розпилювальної хмари - так зване рогове повітря - мають бути задані відповідно раніше.

Доступність автоматичних установок для фарбування не повинна зазнавати затримок через зайво тривалі технічні обслуговування та ремонти. Тому кожен сервісний компонент має бути замінений якомога швидше. Для атомайзера це означає, що всі медійні, керуючі повітряні та сигнальні лінії мають бути підведені до однієї з'єднувальної плити, на якій атомайзер кріпиться зі своїм протилежним фланцем. Кріплення здійснюється за допомогою гвинта або байонетного з'єднання.

Безповітряна атомізація перетворює тиск рідини на кінетичну енергію. Геометрія сопла критично впливає на ефективність цього перетворення. З сопла виходить турбулентний потік рідини з високою швидкістю у спокійне атмосферне середовище. Турбулентність потоку генерує внутрішні сили, які перевищують поверхневі сили, що сприяє атомізації потоку. Зсувні сили, пов'язані з цим потоком, сприяють процесу атомізації.

У пневматичних атомайзерах необхідна енергія для розсіювання рідинного потоку з сопла забезпечується атомізуючим газом - стисненим повітрям. Це повітря прискорює рідину за межами сопла. Велика відносна швидкість між повітрям та рідинним потоком (у випадку пневматичних атомайзерів високого тиску - зі швидкістю звуку) забезпечує атомізацію

завдяки зсувним силам. Турбулентність у рідинному потоці не спостерігається через його низьку швидкість. [11]

Повітряна кришка та фарбувальне сопло є ключовими для процесу атомізації та якості фарбового покриття (див. рисунок 4.4). Атомізуюче повітря, необхідне для розпилення фарби з сопла, виходить через кільцеву щілину, яка утворена свердлінням в повітряній кришці з центрально розташованим повітряним соплом. Додаткові потоки повітря з отворів довкола сприяють атомізації та запобігають утворенню зони низького тиску з негативним тиском перед повітряною кришкою, що може спричинити забруднення головки атомайзера. Отвори для розпилення повітря (рогове повітря) регулюють форму розпилювального потоку. Рогове повітря, що виходить з цих отворів, формує потік від круглого з майже круглим візерунком розпилення до вентиляторного з еліптичним візерунком розпилення. Атомізуюче та рогове повітря подаються та контролюються окремо в автоматичних атомайзерах. Фарбувальне сопло відкривається та закривається за допомогою соплової голки, що активується пневматично керувальним повітрям. Об'єм фарби регулюється дозувальними насосами. Зворотний канал використовується для очищення атомайзера під час зміни кольору фарби.

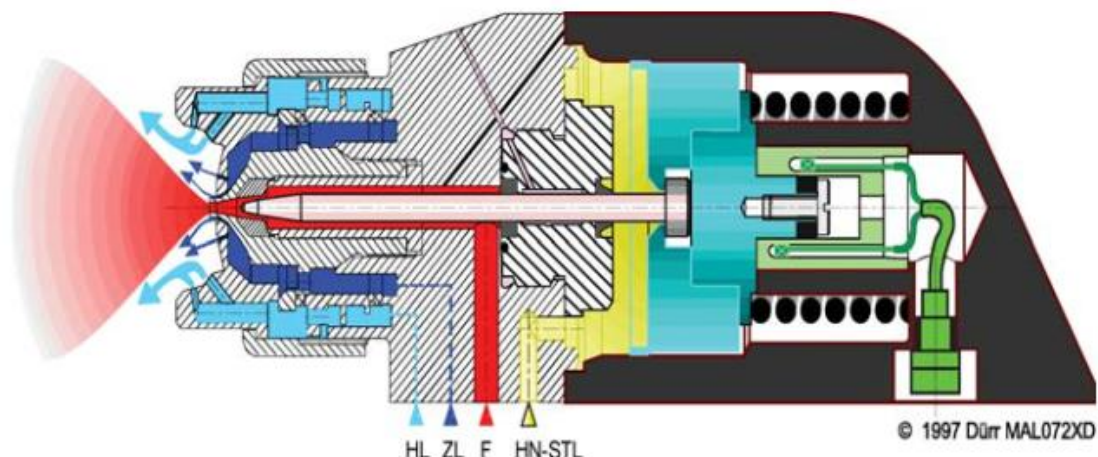


Рис. 4.4. Схема пневматичного атомайзера.

У сфері фарбування використовують два типи обертальних атомайзерів: дисковий і дзвоновий.

Рідина, яка подається в центрі, розтікається по атомайзеру у вигляді плівки, що стоншується до його країв. Зі збільшенням поданої кількості при

стабільній швидкості атомайзера, послідовно виникають механізми руйнування: стікання, розпад ниток, ламелі та атомізація.

Загалом, принцип обертального атомізування аналогічний безповітряному, де потік рідини з внутрішніми турбулентностями, що виходить у спокійне середовище, затримується та атомізується. Енергія для атомізації надходить від обертання і пов'язаних з ним центробіжних сил. Розмір крапель здебільшого залежить від швидкості обертання атомайзера та його діаметру.

Високошвидкісні обертальні атомайзери (див. рисунок 4.5) переважно складаються з дзвонового диска атомайзера та механізму приводу. Зазвичай як приводи використовуються повітряні турбіни. В залежності від типу фарби та об'єму подачі, атомайзери функціонують на швидкостях від 15,000 до 60,000 обертів за хвилину. Швидкість зазвичай визначається оптично і регулюється. Дзвонові диски мають діаметр близько 50 мм і можуть мати різноманітні геометрії та обробки країв.

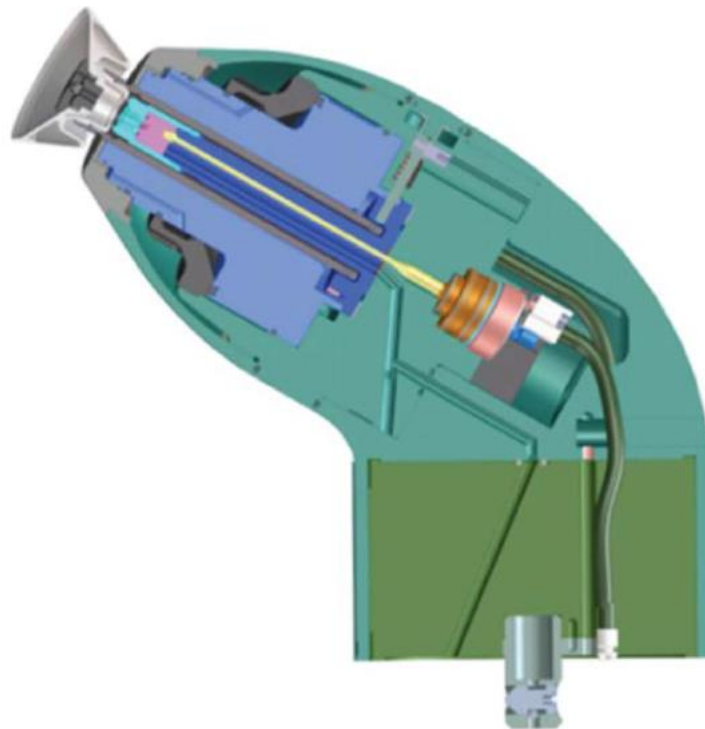


Рис. 4.5. Високошвидкісний дзвоновий атомайзер: графічне зображення.

Концепція системи перемикання кольорів орієнтована на можливість виконання цього процесу у інтервалі між двома послідовними автомобільними кузовами. В залежності від відстані між автомобілями та швидкості конвеєра, час на зміну кольору обмежується кількома секундами. Аби скоротити час, необхідний для зміни кольору, та мінімізувати втрати фарби і розчинника під

час цього процесу, установка для зміни кольорів зазвичай розміщується непосредньо перед розпилювачем (див. рисунок 4.6). Установка (див. рисунок 4.7) складається з декількох модульних елементів, які дозволяють послідовно розміщувати з'єднання для різних фарб. Головний компонент системи — це панель з'єднань, до якої прикріплюються клапани регулювання фарби. Ці клапани мають повітряні з'єднання та керуються пневматично за допомогою електромагнітних клапанів. Блок для кріплення шлангів фарби, який включає пластини для з'єднання шлангів, розташований на панелі з'єднань.



Рис. 4.6. Вбудована установка для зміни кольорів у маніпуляторі робота.



Рис. 4.7. Модуль зміни кольору.

На стороні, де знаходиться фарба, система зміни кольорів закінчується регулятором тиску фарби. Окрім різних фарбових з'єднань, також існують з'єднання для розчинника та імпульсного повітря.

Процес зміни кольору відбувається наступним чином:

Закриття клапану регулювання поточної фарби.

Прочищення шланга фарби до розпилювача за допомогою імпульсного повітря.

Чергування промивання шланга фарби до розпилювача розчинником та повітряними імпульсами, з висушуванням лінії останнім повітряним імпульсом.

Відкриття клапану для наступної фарби та попереднє фарбування до досягнення розпилювача.

Зменшення втрат фарби та розчинника під час зміни кольору можливе завдяки застосуванню спеціалізованих систем зміни кольорів. Проте, найбільш ефективно зниження втрат фарби досягається шляхом організації кузовів автомобілів одного кольору у великі групи, так звані "блоки кольорів", які проходять через фарбувальний цех без необхідності зміни кольору. Необхідною умовою є наявність системи сортування кольорів поруч з фарбувальним цехом.

Дозатор зубчастого типу (див. рисунок 4.8) включає корпус насоса і комплект коліс, що приводяться в рух серводвигуном через вал. Субстанція, яка поступає в приймальну камеру, переміщається через зубчасті проміжки до викидної камери, де зубці втискають наповнювач до виходу. Фланцевий блок клапанів забезпечує можливість швидкого очищення дозатора в процесі зміни кольорів.

У ситуаціях, коли потрібно управління великою кількістю кольорів, встановлення системи дозування та зміни кольору за межами розпилювальної камери може бути доцільним. Проте, це веде до необхідності підключення розпилювача до тривалих ліній подачі фарби, які потребують очищення під час зміни кольору. Для запобігання відходу матеріалу, що знаходиться у лініях, існує можливість його повернення в циркуляційну лінію за допомогою спеціального поршня. Такий поршень, циліндр відповідного до діаметру труби розміру, переміщається між розпилювачем і дозувальним насосом (див. рисунок 4.9). Використання цієї технології поршня, у поєднанні зі змінювачем

кольорів типу А/В, дозволяє досягти значного скорочення часу, необхідного для зміни кольору фарби.

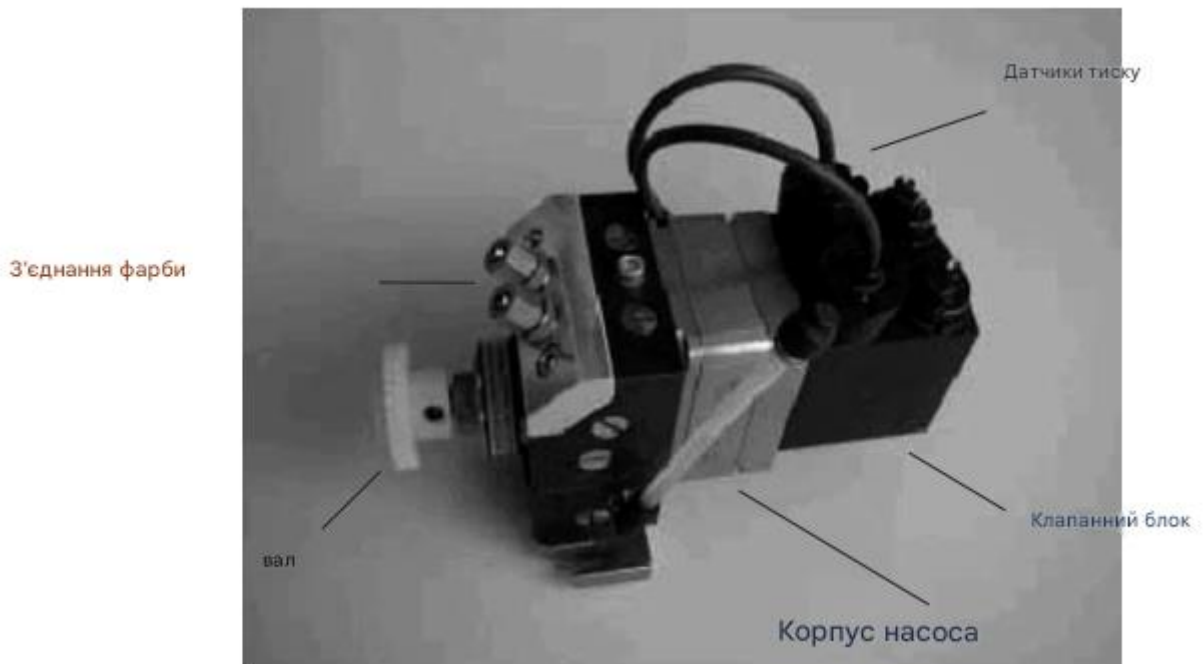


Рис. 4.8. Модуль дозувального насоса.

Основні переваги цього типу порошкового насоса включають:

високу точність вимірювання;

можливість видачі порошку до 300 г/хв;

можливість адаптації потоку порошку шляхом зміни частоти підкачки;

максимальна довжина шлангових ліній до аплікаційного обладнання становить до 25 метрів; [17]

діаметри шлангів на 50% менші, ніж у інжекторних системах;

мінімальне використання повітря, приблизно 10 нл/хв.

Такі насоси забезпечують транспортування порошку з мінімальним використанням повітря, що робить їх ідеальними для застосування в ротаційних дзвонових аплікаторах порошку, де формування порошкової хмари здійснюється за допомогою лише обертання дзвону.

Інжекторні системи не відповідають потребам для точного та стабільного дозування порошку. Останнім часом був розроблений новий тип порошкового дозувального насоса, що характеризується високою точністю. Пневматичний насос із двома поршнями (див. рисунок 4.10) послідовно втягує порошок з контейнера для флюїдації та пересилає його до установки аплікації через шланги. Клапани-щипці замикаються в унісон з рухом поршнів, координуючи

процеси засмоктування і виведення. Регулювання потоку порошку відбувається за допомогою зміни об'єму поршневих камер та частоти роботи насоса.

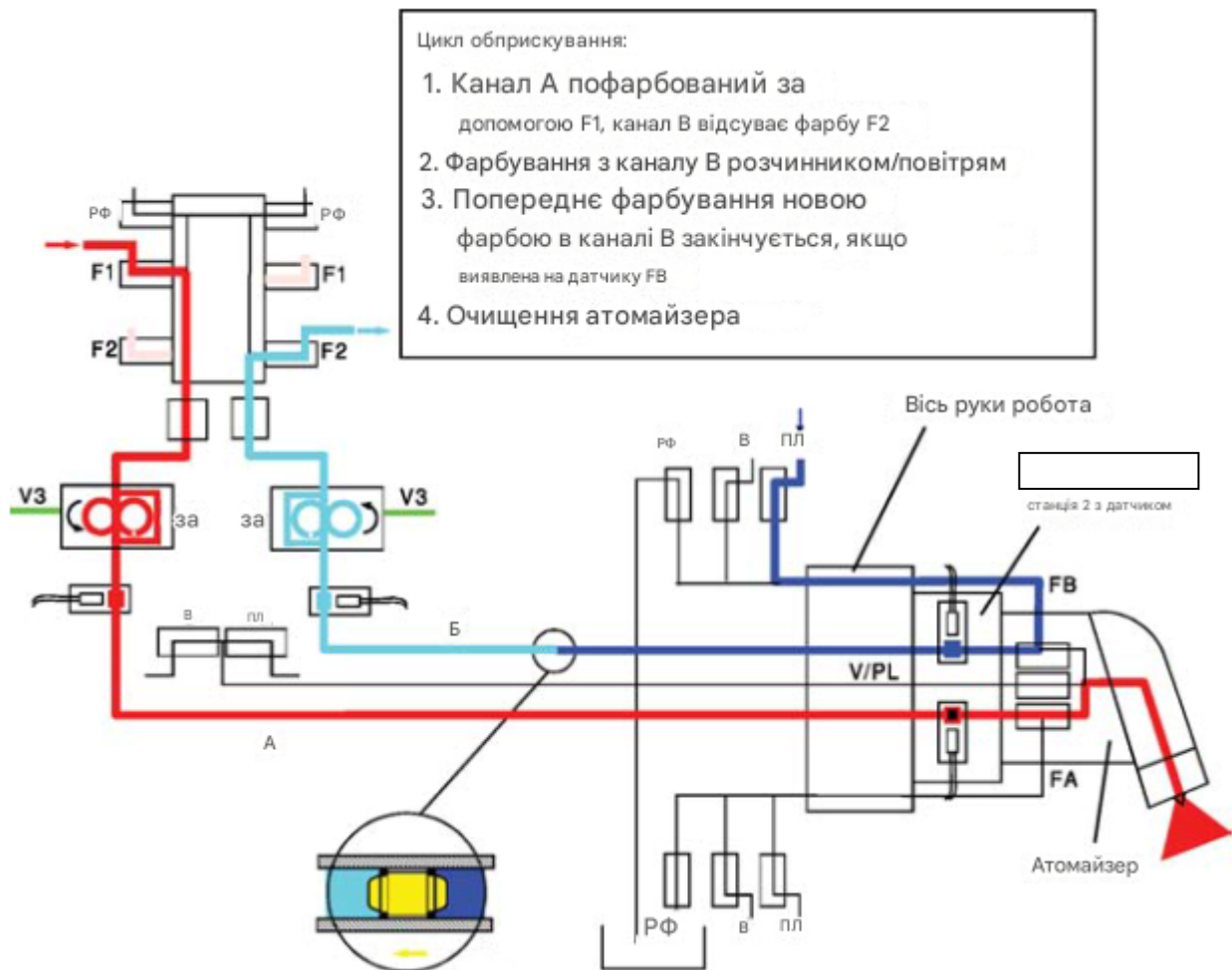


Рис. 4.9. Система відновлення фарби у циркуляційних лініях.

Основні переваги цього типу порошкового насосу включають:

високу точність вимірювання;

можливість видачі порошку до 300 г/хв;

можливість адаптації потоку порошку шляхом зміни частоти підкачки;

максимальна довжина шлангових ліній до аплікаційного обладнання становить до 25 метрів;

діаметри шлангів на 50% менші, ніж у інжекторних системах;

мінімальне використання повітря, приблизно 10 нл/хв.

Такі насоси забезпечують транспортування порошку з мінімальним використанням повітря, що робить їх ідеальними для застосування в ротаційних дзвонових аплікаторах порошку, де формування порошкової хмари здійснюється за допомогою лише обертання дзвону.

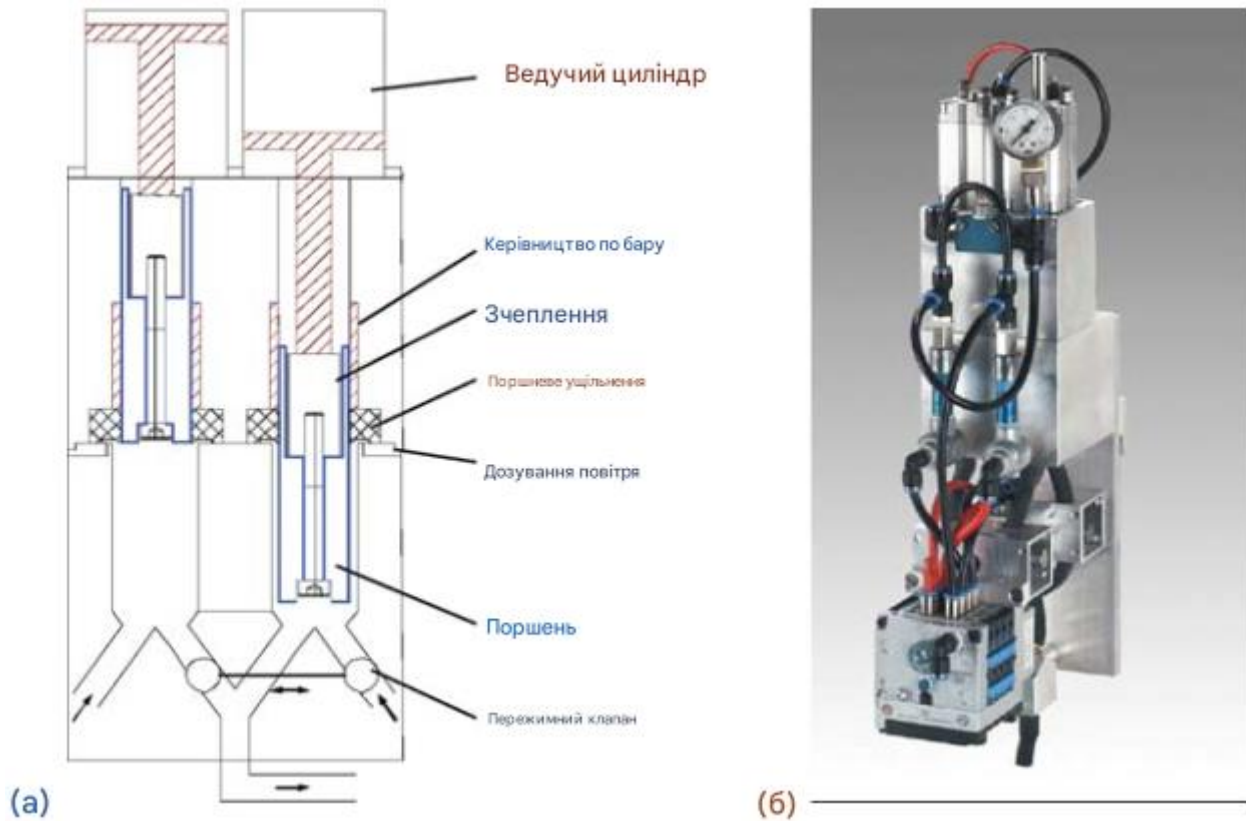


Рис. 4.10. Схема та модель дозувального насоса для порошку.

У просторі для змішування фарб, відомому як "фарбова кухня" (див. рисунок 4.11), розташовано ряд контейнерів, що забезпечують малярний агрегат фарбами, чистильними засобами та розчинниками. Виділена частина цієї кімнати призначена для розміщення тари з фарбою. У цьому секторі контейнери підключаються до основних груп для заповнення, тут же зберігаються і додаткові ємності. Контейнери обладнані для міксування фарби і регулювання її в'язкості перед з'єднанням з основними групами. Сектор з групами контейнерів відділений від інших зон і часто організований як стерильне приміщення для забезпечення ідеальної чистоти систем постачання фарб. Приміщення для змішування фарб, обладнане необхідними датчиками і пристроями управління, вимагає окремої системи контролю, яка розміщена в іншій кімнаті. Моніторинг всіх процесів і керування системами подачі фарб виконується з кімнати управління через систему візуального спостереження.

Всі необхідні матеріали для фарбування, які використовуються в аплікаційних блоках, зосереджені в групах контейнерів (див. рисунок 4.12). Матеріал перекачується з циркуляційного бака за допомогою поршневого насоса, що працює на стисненому повітрі, через фільтр у постачальну лінію.

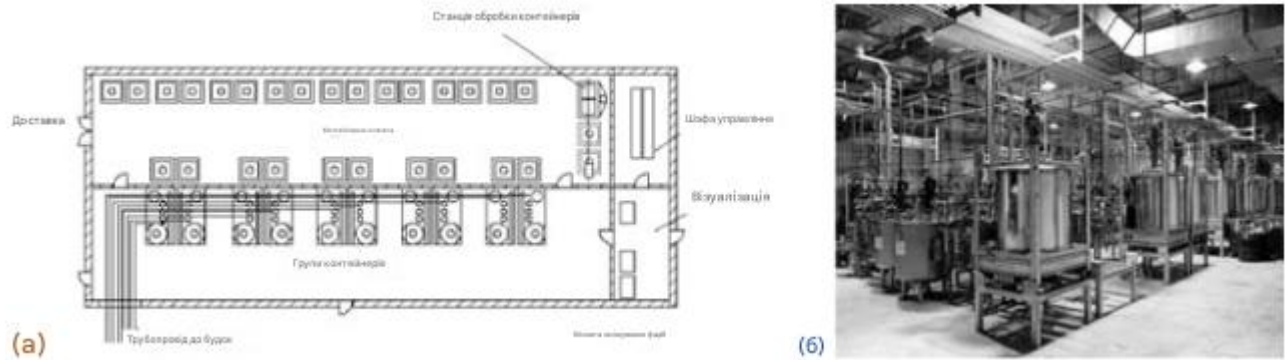


Рис. 4.11. План та візуалізація кімнати для змішування фарб, відомої як «фарбувальна кухня».

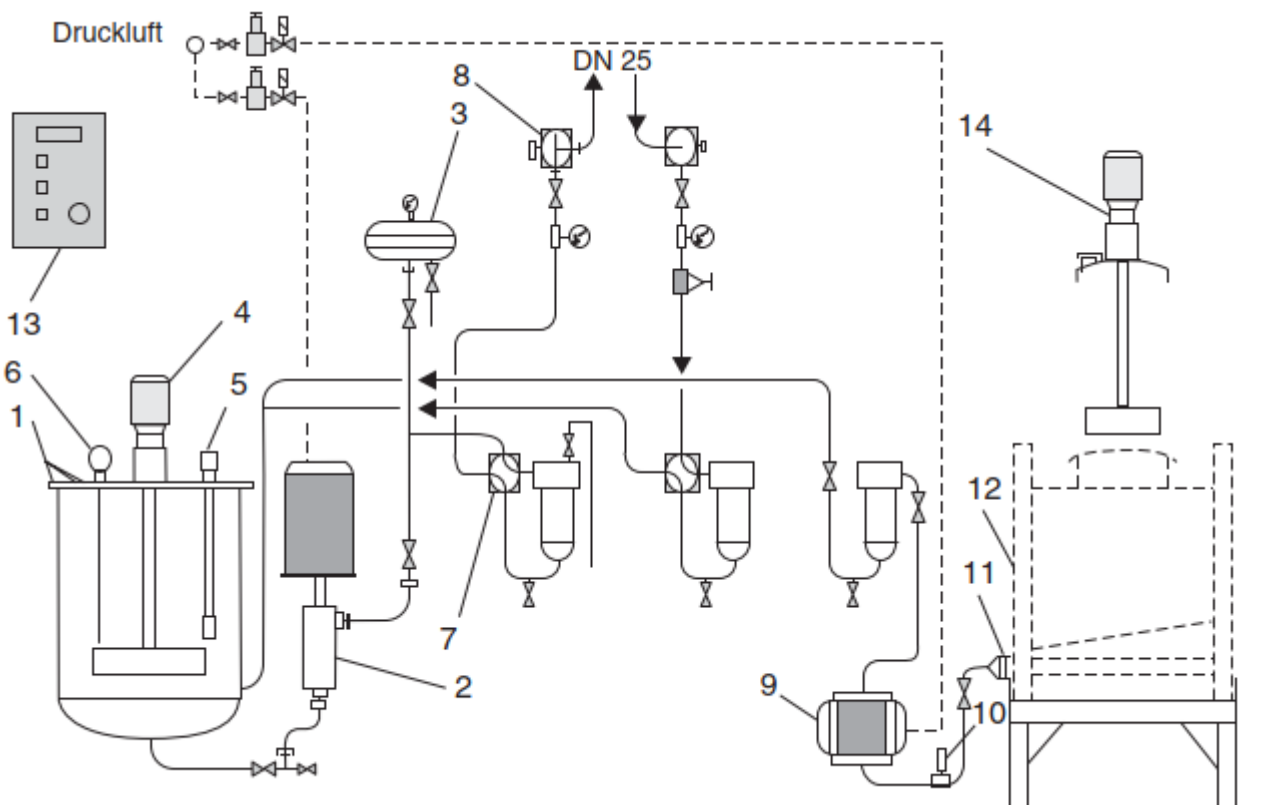


Рис. 4.12. Конструкція групи контейнерів:

1 - резервуар для циркуляції 300 л. 2 - циркуляційний насос. 3 - демпфер пульсацій. 4 – мішалка. 5 - моніторинг рівня. 6 – термометр. 7 - переключаючий кульовий вентиль. 8 - з'єднання для чистки. 9 - насос для заповнення. 10 - рівень заповнення контейнера. 11 - наповнювальний патрубок. 12 - контейнер для доставки. 13 - панель управління. 14 - мішалка для контейнера.

Пульсації тиску від насоса гасяться за допомогою амортизатора пульсацій. Встановлений контролер тиску у зворотній лінії задає необхідний тиск матеріалу, забезпечуючи достатню подачу фарби в точки використання. Після проходження через зворотню лінію фарба знову фільтрується та

повертається до циркуляційного бака. Бак обладнано мішалкою, що не дозволяє матеріалу осідати. Температура фарби відстежується термометром, а рівень заповнення контролюється відповідними сенсорами. При зниженні рівня нижче заданого, активізується насос для заповнення, зазвичай працюючий на стисненому повітрі, який перекачує матеріал з контейнерів у циркуляційний бак до досягнення максимального рівня. Мінімальний і максимальний рівні заповнення бака підтримуються на близькій відстані один від одного для уникнення висихання матеріалу на внутрішніх стінках бака, що могло б призвести до його забруднення.

Діаметр труби визначений так, щоб швидкість руху рідини коливалася в межах від 0.1 до 0.4 м/с відповідно до необхідної кількості подачі. При зниженні швидкості потоку виникає ризик накопичення відкладень та поступового засмічення труби. Надто висока швидкість потоку може спричинити небажане зсувне напруження в матеріалах фарби, що може призвести до їхнього руйнування, особливо в чутливих фарбових системах. Описані нижче розрахункові основи виходять з припущення про ньютонівську поведінку фарб, хоча це не завжди так, особливо з водорозчинними фарбами, але це не критично для проектування діаметра трубопроводу.

В умовах стаціонарного ламінарного потоку в трубах з круглим перерізом (де число Рейнольдса $Re = v_m d/\nu < 2320$), застосовується рівняння Гагена-Пуазейля для розрахунку втрат тиску Δp :

$$\Delta p = 32 l v_m \eta / d^2$$

У цьому контексті l позначає довжину трубопроводу, v_m — швидкість руху середовища, η — динамічну в'язкість, а d — внутрішній діаметр труби. Швидкість руху середовища v_m може бути визначена на основі об'ємного потоку матеріалу Q , використовуючи таке співвідношення:

$$v_m = 4 Q / (\pi d^2)$$

Динамічна в'язкість η пов'язана з кінематичною в'язкістю ν за допомогою такого співвідношення:

$$\eta = \nu \rho$$

Де ρ - це густина фарбувальних матеріалів.

Інноваційна система подачі фарби встановлена неподалік від камери розпилення. Використання звичайної циркуляційної лінії збільшеного об'єму відсутнє. Атомайзер отримує фарбу безпосередньо з контейнера через спеціалізовані або основні відгалуження з виходами, що ведуть до нього (див. рисунок 4.13). Ці відгалуження заповнені точно визначеною кількістю фарби, необхідної для процесу фарбування, з використанням методу "витіснення", або фарба повертається у контейнер після фарбування, використовуючи метод "зворотного потоку". В обох сценаріях втрати фарби та розчинника є мінімальними.

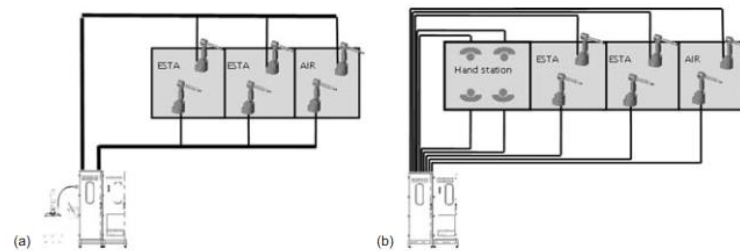


Рис. 4.13. Основне (а) та індивідуальне (б) з'єднання для подачі спеціальних («Низьких») кольорів.

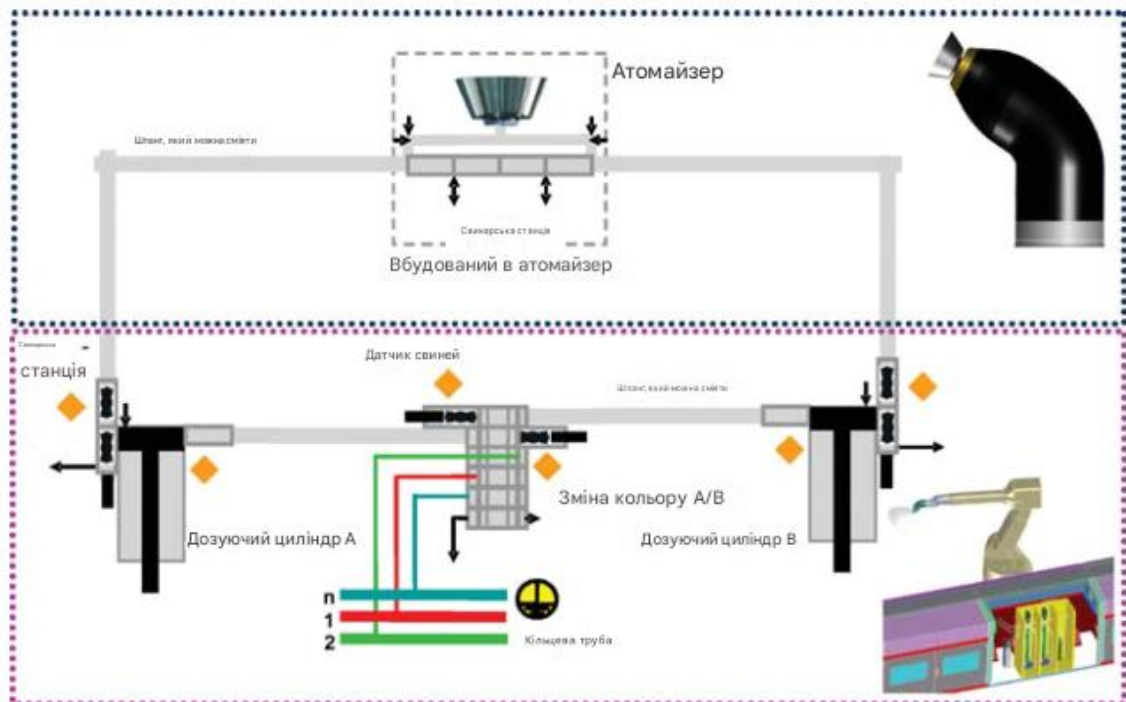


Рис. 4.14. Блок управління напругою, розроблений для систем з чистими фарбопроводами. [9]

Пристрій для гальванічної ізоляції, представлений на рисунку 4.15, використовує два окремі контейнери, ізольовані від активних атомайзерів за допомогою високовольтного ізолюючого бар'єру (шланг для фарби, придатний

для чищення). Кожен із цих контейнерів об'ємом 1500 мл може бути відділений гальванічно від основної системи подачі фарби та пристрою для зміни кольорів, завдяки ізолюючому елементу. Це гарантує безперервність процесу фарбування, навіть коли контейнер для подачі перезаповнюється, і забезпечує можливість швидкої зміни кольору в системі.

В автоматичному процесі герметизації швів усе частіше використовуються аплікатори — так звані плоскоструменеві насадки. Ці насадки не розпорошують матеріал ПВХ, а формують матеріальний шов. Вони вимагають дозувальних систем, які забезпечують точне дозування матеріалу, пропорційне до швидкості переміщення (див. рисунок 4.16). В такому випадку можна відмовитись від використання зони високого тиску у системі подачі матеріалу.

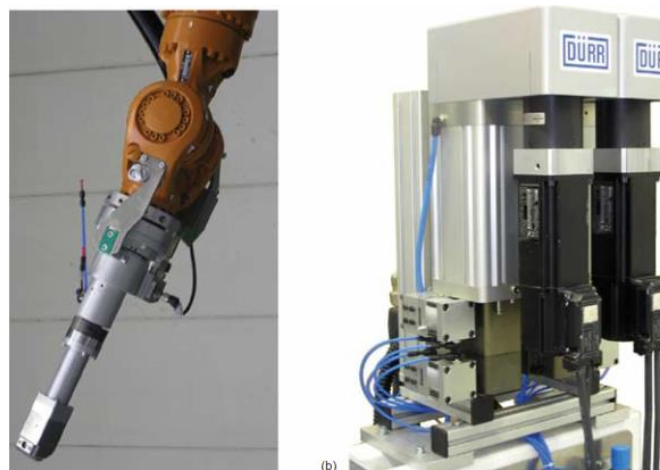


Рис. 4.15. Головка для плоскоструминного нанесення (а) та система поршневого дозування (б).

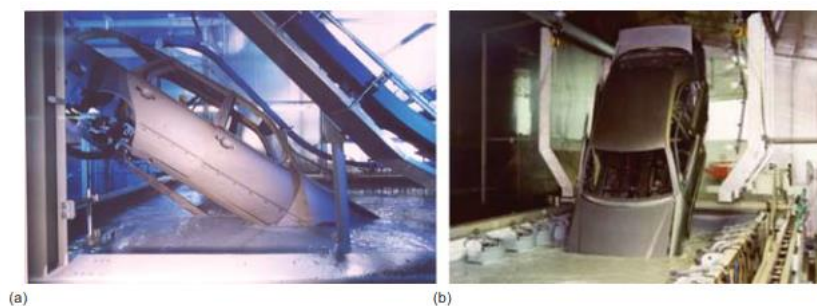


Рис. 4.16. Процес занурення автомобіля в резервуар для катодного електрофарбування (а): обладнання маятникового конвеєра; (б): технологія RoDip.

5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

5.1 Аналіз дій працівників в небезпечних ситуаціях

Як відомо, більшість промислових підприємств мають високу ймовірність впливу на працівників небезпечних і шкідливих факторів виробничого середовища через наявність специфіки професії або особливих умов праці. Забезпечити повну безпеку і нульовий ризик на цих підприємствах в технічних і технологічних системах є неможливим і вони відносяться до класу максимального професійного ризику. Тому стан умов і охорони праці є гострою соціальноекономічною проблемою.

Психологічно безпеку праці можна визначити як стан умов праці, при якому відсутня виробнича небезпека, тобто вплив на людину небезпечних і шкідливих факторів. З позицій психології небезпечним вважається такий фактор, вплив якого призведе до нещасного випадку або травми працівника, а шкідливим - фактор, що призводить до втоми і захворювання.

Розглядаючи нещасний випадок з точки зору теорії ймовірностей, можна зробити висновок, що він є випадковим явищем, який виникає при наявності джерела ризику та помилкової дії людини (оператора).

Найменш вивченими є психофізіологічні процеси поведінки людини в небезпечній ситуації, що, як правило, не дає можливості оцінити ймовірність суб'єктивних причин виникнення нещасних випадків, але представивши їх у вигляді логічної моделі, це можна зробити. Логічна модель виникнення нещасних випадків внаслідок помилкових дій працівників приведена на рис. 5.1.

В моделі представлені основні етапи сприйняття та усвідомлення небезпеки, прийняття рішень про спосіб захисту та реалізації прийнятого рішення.

На першому етапі відбувається сприйняття небезпеки. Таких робіт, де потрібне сенсорне сприйняття вище за середній рівень, небагато, і воно, найчастіше, забезпечує ефективність, а не безпеку роботи, як, наприклад, у

контролерів. Однак існують деякі роботи, де висока сенсорна чутливість служить для розпізнавання небезпечних сигналів.

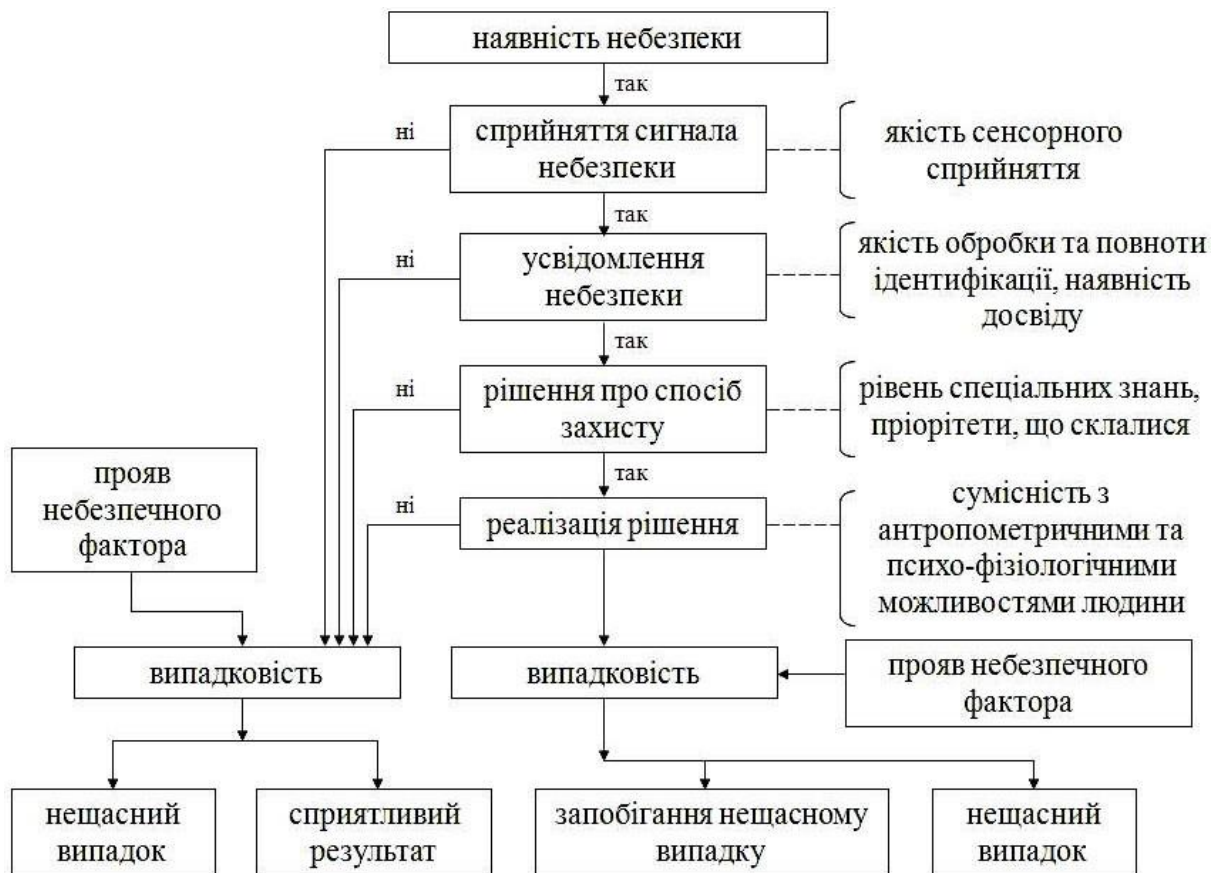


Рис. 5.1. Логічна модель виникнення нещасних випадків внаслідок помилкових дій працівників.

При вивченні цієї характеристики виявилася особливість, що властива особам, які працювали без помилок. Як відомо, всі тести для дослідження властивостей уваги оцінюють за двома характеристиках: швидкості і точності. Саме таке сполучення характерне і для багатьох видів травмонезбезпечних робіт. Наприклад, водіям, які працюють без дорожньо-транспортних подій, властиві однаково виражені установки як на швидкість, так і на точність виконуваного тесту, тоді як в альтернативній групі водіїв з наявністю дорожньотранспортних випадків переважала одна краща установка - або на швидкість, але з помилками, або на точність, але за рахунок зниження швидкісних характеристик.

Наступним етапом розвитку небезпечної ситуації є усвідомлення небезпеки, яка пов'язана з обробкою отриманої інформації. На її обробку впливає безліч факторів, наприклад кількість і тип джерел інформації, вид

сенсорного сприйняття, минулий досвід та інші, серед яких відіграють важливу роль процеси мислення і рівень інтелектуальних можливостей.

Усвідомивши небезпеку, людина вирішує, як на неї реагувати. Цей процес найбільш складний, оскільки на нього впливає безліч факторів: індивідуальні думки, пристрасті, схильності і установки, погляди, що викликані керівниками, прийняті в даній організаційній структурі норми поведження тощо. Ці фактори неможливо прогнозувати, однак існує ряд дуже важливих з погляду безпеки праці характеристик, які піддаються прогнозуванню і можуть застосовуватися при професійному відборі працівників на травмонебезпечні роботи. Це рівень ризику і типологічні властивості особистості. Відношення до ризику впливає на поведження в дуже сильному ступені, однак це відношення залежить від характеру професійної діяльності у відношенні частки ризику, що утримується в цій діяльності. Там, де робота взагалі не вимагає “ризикованого” поведження, працівники віддають перевагу середньому і нижче ніж середній рівням ризику, наприклад, електромонтери. Якщо ж ризик є обов'язковим елементом діяльності, наприклад, як у водіїв, відношення до ризику носить інший характер. Встановлено, що водії високого професійного рівня (відсутність дорожньо-транспортних випадків) відрізнялися більш високим рівнем ризику, ніж менш надійно працюючі водії.

З проведеного аналізу можна виділити основні причини виникнення нещасних випадків на кожному етапі прийняття рішень працівниками [22].

На етапі сприйняття причинами нещасних випадків можуть бути відсутність або недостатній рівень сигналів про небезпеку, помилки сприйняття сигналів тощо. На етапі усвідомлення небезпеки - недостатній досвід працівника та складність ідентифікації небезпек, особливо якщо вона проводиться по ряду непрямих ознак. На наступному етапі можливе прийняття запізнених та помилкових рішень. Успішність реалізації прийнятого рішення визначається достатністю часу для виконання необхідних мір, відповідністю можливостей працівника, його точністю та швидкодією вимог, що вимагає ситуація. Але навіть повне виконання цих вимог не виключає можливості виникнення нещасних випадків.

Очевидно, що в нових технічних процесах, де немає достатньої інформації про потенційно небезпечні фактори та їх рівні, де не визначені необхідні параметри контролю, ймовірність помилкових дій людини по своєму захисту набагато вища, ніж у відомих процесів.

5.2 Послідовність і способи виконання рятувальних та інших невідкладних робіт

Рятувальні роботи включають такі дії:

- розвідування маршрутів висування формувань в ОУ;
- локалізацію і гасіння пожеж;
- розшукування і рятування людей з-під завалів, зруйнованих будівель;
- подавання повітря в завалені захисні споруди;
- розкриття завалених захисних споруд і рятування людей, які в них перебувають;
- надання першої медичної допомоги потерпілим й евакуація їх в медичні установи;
- виведення населення із небезпечних районів в безпечні місця;
- санітарну обробку людей і знезаражування їх одягу, техніки, будівель, території, провізії та ін.

Невідкладні роботи виконуються з метою рятування людей і включають такі заходи:

- створення проїздів (проходів) у завалах і на зараженій території;
- локалізацію і ліквідацію аварій на комунально-енергетичних і технологічних мережах;
- відновлення порушених ліній зв'язку;
- укріплення або руйнування нестійких конструкцій, які загрожують виконанню рятувальних робіт;
- знешкодження і знищення знайдених боєприпасів та інших вибухонебезпечних предметів.

Умови успішного виконання РНР. Успіх проведення РНР визначають за кількістю врятованих людей, збережених матеріальних цінностей.

Він зумовлений такими факторами:

1. Своєчасною підготовкою сил і засобів для проведення РНР.
2. Своєчасним плануванням і своєчасним створенням угруповання сил і засобів для проведення РНР (розміщення їх на місцевості відповідно до задуму керівника, що забезпечує їх послідовне й ефективне використання).
3. Своєчасною організацією і безперервним веденням розвідки в районі НС.
4. Швидким висуванням формувань в ОУ, швидким і рішучим рятуванням людей, що має забезпечити:
 - подавання повітря в завалені захисні споруди у перші 3–4 год після аварії;
 - надання першої медичної допомоги ураженим у перші 12–14 год;
 - завершення основних рятувальних робіт за першу добу.
5. Безперервним веденням рятувальних робіт до їх повного завершення на всій території осередку ураження, що забезпечується позмінною роботою. Мінімальна тривалість роботи зміни становить 2–4 год, максимальна тривалість – 10–12 год.
6. Оперативним, безперервним і надійним управлінням діями формувань ЦЗ.
7. Високою професійною і морально-психологічною підготовкою особового складу формувань.
8. Всебічним забезпеченням дій формувань (протирадіаційний і протихімічний захист, матеріальне, технічне, медичне забезпечення).
9. Суворим дотриманням заходів безпеки. Локалізацію і гасіння пожеж виконують протипожежні формування за сприяння рятувальних та інших формувань. Щоб не допустити злиття окремих осередків пожеж у суцільні, вживають заходів з локалізації пожеж. Для цього водночас із гасінням пожеж влаштовують відсічні протипожежні смуги. На шляху руху пожежі розбирають або розламують займисті конструкції будинків, а також повністю прибирають з відсічної смуги легкозаймисті матеріали та рослинність.

Розшукування і рятування людей з-під завалів, зруйнованих будівель. Рятування постраждалих з-під завалів слід починати з огляду завалів, вибору підходів до них і визначення способів і засобів дій.

Для рятування постраждалих, які перебувають у верхніх частинах завалу, обережно розбирають завал згори.

Для рятування людей під завалами всередині будинку краще за все влаштувати вузькі проходи в самому завалі біля однієї з бокових стін. Влаштовуючи проходи, слід використати порожнини і щілини, що утворилися між зруйнованими елементами будівлі. По всій довжині проходи зміцнюють стійками й підпірками.

Рятування людей з напівзруйнованих будинків, що горять, здійснюють протипожежні формування одночасно з гасінням пожеж. У цих роботах беруть участь формування загального призначення і медичні формування. Для спуску людей використовують приставні і штурмові драбини, мотузки і мотузкові східці, автомобільні телескопічні вежі і підіймачі. Для того щоби зняти людей з верхніх поверхів будинків, яким загрожує пожежа або руйнування, можуть бути використані гелікоптери.

Рятування людей із завалених сховищ виконують у такій послідовності: відшукування сховищ серед руїн, установлення зв'язку з людьми, що укриваються, подавання повітря в завалене сховище (якщо це потрібно), подавання повітря в завалені захисні споруди, розкриття заваленого сховища, надання першої медичної допомоги постраждалим і евакуація їх до медпункту.

Відшукати сховище серед руїн можна за планами розміщення сховищ об'єкта за місцевими ознаками (орієнтирами). Для встановлення зв'язку з людьми, які перебувають у сховищі, можна використати радіозв'язок. Якщо це неможливо, то спілкування з людьми здійснюється через повітрозабірні отвори, люки і перестукуванням через стояки водопостачання або опалення. [22]

Якщо порушено систему фільтровентиляції, для подавання повітря в сховище розчищають повітрозабірні канали, а якщо це неможливо, бурять отвір у мурі або перекритті і подають повітря за допомогою переносного вентилятора або компресора.

Для того щоб розчисти сховище, потрібно розчистити основний, запасний або аварійний вихід чи влаштувати отвір у перекритті чи мурі, використовуючи засоби механізації: бульдозер, екскаватор, кран, вибійні та свердловальні молотки.

Першу медичну допомогу постраждалим безпосередньо на місці надає особовий склад медичних формувань (санітарних дружин). Вони також евакуюють постраждалих до пунктів завантаження на автотранспорт для доправлення до медичної установи.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

Загально-технічний розділ ретельно описує організацію простору в автомайстернях, зонування та оптимальне розміщення обладнання, що є важливим для ефективної роботи та безпеки персоналу. Цей розділ закладає основу для подальшого детального аналізу спеціалізованих процесів.

Технологічний розділ зосереджений на конкретних процедурах, таких як відновлення кузовів, фарбування різними типами фарб і методи захисту від корозії, зокрема на специфічних моделях автомобілів. Тут викладено детальні технічні процеси та рекомендації, що відображають глибоке розуміння сучасних технологій в автомобільній промисловості.

Конструкторський розділ містить аналіз та обрахунки, що стосуються гідравлічних пресів, що є важливим для розуміння та оптимізації процесів формування деталей та ремонту.

Науково-дослідний розділ розглядає інноваційні підходи до фарбування, автоматизації цих процесів і нові технології нанесення фарби, що підкреслює акцент на вдосконаленні виробничих процедур.

Розділ охорони праці акцентує увагу на важливості безпеки та ефективності у вирішенні надзвичайних ситуацій на робочому місці, що підтверджує соціальну та професійну відповідальність автора роботи.

Ця робота є важливим внеском у сферу автомобільної індустрії, оскільки вона не лише покращує існуючі методи роботи, але й вводить новітні технологічні рішення для збільшення ефективності та безпеки. Робота відображає глибокі теоретичні знання та практичні навички магістра, спрямовані на реалізацію конкретних технічних завдань із використанням передових наукових досліджень.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. О.Л. Ляшук, М.Г. Левкович, Д.В. Міронов, В.О. Тесля. Методичні вказівки до виконання кваліфікаційної роботи магістра за спеціальністю 274 «Автомобільний транспорт» галузі знань 27 «Транспорт». – Тернопіль: Видавництво ТНТУ, 2023. – 60 с.
2. Коробочка О.М. Основи розрахунків, проектування і експлуатації технологічного обладнання для автомобільного транспорту: Навч. посібник / Коробочка О.М., Скорняков Е.С., Сасов О.О. – Дніпродзержинськ: ДДТУ, 2007 – 252 с.
3. Кукурудзяк, Ю. Ю. Технічна експлуатація автомобілів. Організація технологічних процесів ТО і ПР навчальний посібник / Ю. Ю. Кукурудзяк, В. В. Біліченко. – Вінниця : ВНТУ, 2010. – 198 с.
4. Положення про технічне обслуговування і ремонт дорожніх транспортних засобів автомобільного транспорту. – К.: Мінтранс України, 1998. – 16 с. – (Нормативний документ Мінтрансу України).
5. Андрусенко С. І. Технологічне проектування автотранспортних підприємств: навч. посіб. / Андрусенко С. І., Білецький В. О., Бортницький П. І.; за ред. проф. С. І. Андрусенка. – К. : Каравела, 2009. – 368 с.
6. Автомобілі. Теорія : навч. посіб. / В.П. Сахно, В.І. Сирота, В.М. Поляков, В. Г. Головань, О.В. Лисий; Військ. акад. - Одеса: Військ. акад., 2017. - 412 с.
7. Кисликов В.Ф., Лущик В.В. Будова й експлуатація автомобілів: Підручник. -. 8-те вид. - К.: Либідь, 2018. - 400 с.
8. Кисликов В.Ф. Лущик В.В. Будова й експлуатація автомобілів. – К.: Либідь, 2016. – 400 с. 5. Ю.А.
9. Methodology of Force Parameters Justification of the Controlled Steering Wheel Suspension. B. Sokil, O. Lyashuk, M. Sokil, Y. Vovk, I. Lebid, I. Hevko, M. Levkovych, R. Khoroshun, A. Matviyishyn. - COMMUNICATIONS, 2022. - Vol. 24, № 3, P. 247-258. (Scopus).
10. Sakhno, V.P., Yashchenko, D.M., Marchuk, R.M., Marchuk, N.M., Lyashuk, O.L.. Research of a truck train movement when driving semi-trailer by slow downing

wheels of one axis pin on the mode. International Journal of Automotive and Mechanical Engineering Open Access Volume 17, Issue 1, 1 January 2020, Pages 7749-7757 <https://www.scopus>.

11. Information Technologies Use in the Study of Functional Properties of Wheeled Vehicles. Lyashuk O., Stashkiv M., Lytvynenko Iaroslav, Sakhno V., Khoroshun R. CEUR Workshop Proceedings. 3rd International Workshop on Information Technologies: Theoretical and Applied Problems, ITTAP 2023. Ternopil 22 November 2023 до 24 November 2023. 3628, с. 370-381. <https://www.scopus>.

12. Міронов Д.В., Ляшук О.Л., Гевко І.Б., Гупка А.Б., Слободян Л.М., Гевко Б.Р., Хорошун Р.В. Розробка моделі узагальненого діагностичного показника технічного стану ходової частини автомобіля з використанням математичних методів теорії планування експерименту. Сучасні технології в машинобудуванні та транспорті. – № 2 (21). Луцьк: 2023. - С. 135 – 144.

13. Техніко-економічне обґрунтування інженерних рішень на СТО та АТП : Навчальний посібник / укладачі : Гевко І.Б., Ляшук О.Л., Луциків І.В., Плекан У.М., Клендій В.М. – Тернопіль: Вид-во ТНТУ імені Івана Пулюя, 2021. – 276 с.

14. Comprehensive Assessment Of Technical Condition Of Vehicles During Operation Based On Harrington's Desirability Function. Aulin V., Rogovskii I., Lyashuk O., Titova L., Hryniv A., Mironov D., Volianskyi M., Rogatynskyi R., Solomka O., Lysenko S. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. Technology Center. Ukraine. Том 1. Випуск 3(127), 2024. с. 37-46.

15. Rogatynskyi, R., Lyashuk, O., NevkoI., Horoshyn, R., & Shevchuk, V. (2023). Модель руху автомобіля по криволінійній трасі. Вісник Львівського державного університету безпеки життєдіяльності, 28, 115-122. <https://doi.org/https://doi.org/10.32447/20784643.28.2023.11>

16. Ляшук О. Л., Рогатинський Р. М., Гевко І. Б., Хорошун Р. В., Кашканова Г. Г., Антонюк О. П. Модель проходження повороту автомобілем . Вісник машинобудування та транспорту, ВНТУ.- No2(18) 2023.- С. 91-97.

17. Синтез підвіски автотранспортних засобів/ І.Б. Гевко, О.Л. Ляшук, Р.М. Рогатинський, А.Й. Матвіїшин, Р.В. Хорошун/ Центральноукраїнський науковий вісник. Технічні науки. -№ 8(39)_I, 2023.-С. 153-164.

18. Liashuk O., Hevko I., Hud V., Khoroshun R., Hevko B., Matviishyn A., Sipravska M. Stands for car suspension research. Bulletin of Lviv National Environmental University. Agroengineering Research, No. 26 (2022). С 93-103.

19. Lyashuk, O., Levkovych, M., Vovk, Y., Gevko, I., Stashkiv, M., Slobodian, L., Pyndus, Y. The study of stress-strain state elements of the truck semi-trailer body bottom. Scientific Journal of Silesian University of Technology. Series Transport. 2023, 118, 161-172. ISSN: 0209-3324. DOI: <https://doi.org/10.20858/sjsutst.2023.118.11>. (Scopus).

20. Ляшук О. Л., Клендій В. М., Хорошун Р. В. Конспект лекцій з дисципліни «Технічна експлуатація автомобілів» для студентів спеціальності 274 «Автомобільний транспорт». Тернопіль: Вид. ТНТУ, 2018. 302 с.

21. В.В. Аулін, О.Л. Ляшук, А.В. Гриньків, С.В. Лисенко, Д.В. Міронов, Л.М. Слободян, Р.М. Рогатинський Оптимальний комплекс операцій технічного обслуговування і ремонту для підвищення надійності вузлів, систем та агрегатів мобільних машин Збірник наукових праць. Центральноукраїнський науковий вісник. Технічні науки. Випуск № 8(39)_II. - Кропивницький. - 2023. - С. 175-189.

22. Безпека в надзвичайних ситуаціях. Методичний посібник для здобувачів освітнього ступеня «магістр» всіх спеціальностей денної та заочної (дистанційної) форм навчання / укл.: Стручок В. С. Тернопіль: ФОП Паляниця В. А., 2022. 156 с.