

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДЕРЖАВНИЙ ЗАКЛАД
«ЛУГАНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА»
ФАКУЛЬТЕТ ТЕХНОЛОГІЙ ТА ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ

КАФЕДРА ПРОФЕСІЙНОЇ ОСВІТИ
РЕСТОРАННОГО І ТУРИСТИЧНОГО БІЗНЕСУ

ГРОМОВИЙ СЕРГІЙ МИКОЛАЙОВИЧ

**ТЕХНОЛОГІЯ ПРОВЕДЕННЯ ПРОФІЛАКТИЧНО-РЕМОНТНИХ РОБІТ
В АВТОМОБІЛЯХ МАРКИ CITROEN**

**Кваліфікаційна робота
за спеціальністю 015.38 «Професійна освіта»
освітньо-професійна програма «Транспорт»**

Особистий підпис – _____ Громовий С. М.

Науковий керівник –  _____ к.т.н., доцент В. О. Колесніков
(підпис) (посада, науковий ступінь,
наукове звання, ініціали, прізвище)

Зав. кафедри –  _____ к.п.н., доцент, В. В. Бурдун
(підпис) (посада, науковий ступінь,
наукове звання, ініціали, прізвище)

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДЕРЖАВНИЙ ЗАКЛАД
«ЛУГАНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА»
ФАКУЛЬТЕТ ТЕХНОЛОГІЙ ТА ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ

КАФЕДРА ПРОФЕСІЙНОЇ ОСВІТИ
РЕСТОРАННОГО І ТУРИСТИЧНОГО БІЗНЕСУ

Затверджую:

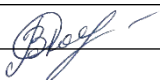
Декан факультету технологій та
інформаційних систем

 Могильний Г.А.

**Індивідуальний план здобувача вищої освіти
щодо виконання кваліфікаційної роботи**

1. Громовий Сергій Миколайович
(прізвище, ім'я, по батькові здобувача)
2. Факультет технологій та інформаційних систем
3. Спеціальність «Професійна освіта. Транспорт»
4. Кафедра професійної освіти ресторанного і туристичного бізнесу
5. Науковий керівник Колесніков Валерій Олександрович, к.т.н., доцент
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)
6. Тема кваліфікаційної роботи
Технологія проведення профілактично-ремонтних робіт в автомобілях марки Citroen
7. Термін подання роботи на кафедру 08.05.2026 р.

<i>№</i>	<i>Заходи</i>	<i>Термін виконання</i>	<i>Відмітка про виконання</i>
1.	Вибір теми кваліфікаційної роботи, вивчення наукової літератури, затвердження теми й керівника.	10.10.2025	
2.	Розробка плану роботи, визначення мети, завдань, об'єкту, предмету, методів дослідження.	14.11.2025	
3.	Робота над теоретичною частиною кваліфікаційної роботи, аналіз літературних джерел.	05.12.2025	

4.	Подання теоретичної частини кваліфікаційної роботи для першого читання науковим керівником.	19.12.2025	
5.	Усунення зауважень, урахування рекомендацій наукового керівника, подання теоретичної частини кваліфікаційної роботи на друге читання.	16.01.2026	
6.	Розробка технологічної і конструкторської частин роботи. Поетапний аналіз та обговорення результатів дослідної роботи.	30.01.2026	
7.	Подання першого варіанта дослідної частини кваліфікаційної роботи на перевірку науковому керівникові.	20.02.2026	
8.	Урахування рекомендацій наукового керівника, збагачення роботи додатковими дослідженнями, проведеними під час практики, підготовка варіанта роботи до попереднього захисту роботи на кафедрі.	06.03.2026	
9.	Попередній захист роботи на кафедрі.	20.03.2026	
10.	Доопрацювання кваліфікаційної роботи з урахуванням рекомендацій після попереднього захисту роботи на кафедрі.	03.04.2026	
11.	Подання кваліфікаційної роботи науковому керівникові та рецензентові на підготовку відгуку й рецензії.	17.04.2026	
12.	Подання на кафедру остаточного варіанта кваліфікаційної роботи, підписаного випускником, науковим керівником і рецензентом.	08.05.2026	

Здобувач вищої освіти _____ **Громовий С. М.**
 (підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник роботи _____ **Колесніков В. О.**
 (підпис) (прізвище та ініціали)

Зміст

РЕФЕРАТ.....	6
ВСТУП.....	8
РОЗДІЛ 1 ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ.....	11
1.1. АВТОМОБІЛІ МАРКИ CITROËN.....	11
1.1.1. Коротка історія.....	11
1.2. Типові пошкодження та несправності в автомобілях Citroën C4 II (B7)....	27
1.2.1. Несправності двигуна.....	27
1.2.2. Проблеми трансмісії.....	28
1.2.3. Несправності підвіски та ходової частини.....	28
1.2.4. Електронні та електричні несправності.....	28
1.2.5. Несправності кліматичної системи.....	29
1.2.6. Гальмівна система та зношування елементів.....	29
1.2.7. Корозійні пошкодження та знос кузова.....	29
1.2.8. Вихід з ладу та заміна котушки запалювання.....	30
1.2.8.1. Типові несправності котушки запалювання.....	30
1.2.8.2. Ознаки, що вказують на необхідність заміни.....	30
1.2.8.2.1. Необхідні інструменти.....	31
1.2.8.2.2. Послідовність виконання робіт.....	31
1.3. Типові пошкодження та несправності в автомобілях Citroën C4 Picasso I (UD_).....	32
1.3.1. Несправності двигуна та систем забезпечення його роботи.....	32
1.3.2. Несправності трансмісії.....	33
1.3.3. Проблеми електронних систем.....	33
1.3.4. Несправності ходової частини та підвіски.....	33
1.3.5. Несправності системи кондиціонування.....	34
1.3.6. Механічні та конструкційні дефекти.....	34
1.3.7. Вихід з ладу та заміна котушки запалювання нижнього важеля підвіски автомобіля Citroën C4 Picasso I (UD_).....	34
1.3.7.1. Ознаки несправності важеля підвіски.....	34
1.3.7.2. Основні етапи демонтажу.....	35
Висновки до розділу 1.....	36
РОЗДІЛ 2 КОНСТРУКТОРСЬКО-ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА.....	38
2.1. Як замінити котушку запалювання на Citroën C4 II (B7).....	38
1.1.2. Технологічний процес заміни котушки запалювання на автомобілі Citroën C4 II.....	38
2.2. Технологія заміни переднього нижнього важеля підвіски автомобіля Citroën C4 Picasso I (UD_).....	48
2.2.1. Необхідні інструменти для проведення технологічної операції.....	49
2.2.2. Технологічний процес щодо виконання робіт із заміни переднього нижнього важеля підвіски автомобіля Citroën C4 Picasso I (UD_).....	50
Висновки до розділу 2.....	88
Розділ 3. ОХОРОНА ПРАЦІ ПРИ ВИКОНАННІ ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ АВТОМОБІЛІВ.....	89
3.1. Загальні положення охорони праці.....	89

3.2. Аналіз небезпечних і шкідливих факторів.....	90
3.2.1. Механічні фактори.....	91
3.2.2. Електричні фактори.....	91
3.2.3. Хімічні фактори.....	92
3.2.4. Фізичні фактори.....	92
3.3. Вимоги безпеки перед початком робіт.....	93
3.3.1. Підготовка робочого місця.....	93
3.3.2. Перевірка інструменту та обладнання.....	93
3.3.3. Фіксація автомобіля (домкрат, упори).....	94
3.4. Вимоги безпеки під час виконання робіт.....	95
3.4.1. Безпечна заміна котушки запалювання.....	95
3.4.2. Безпечна робота з підвіскою (важіль, ШРУС, домкрат).....	96
3.4.3. Заборона небезпечних дій.....	97
3.5. Вимоги безпеки після завершення робіт.....	98
3.5.1. Перевірка кріплень і вузлів.....	98
3.5.2. Прибирання робочого місця.....	99
3.5.3. Контроль справності автомобіля.....	99
3.6. Засоби індивідуального захисту (ЗІЗ).....	100
3.6.1. Захисні рукавиці.....	100
3.6.2. Захисне взуття.....	100
3.6.3. Захисні окуляри та спецодяг.....	101
3.7. Пожежна безпека.....	102
3.7.1. Робота з горючими матеріалами.....	102
3.7.2. Класи пожеж.....	103
3.7.3. Використання вогнегасників.....	103
3.8. Екологічна безпека.....	104
3.8.1. Утилізація відпрацьованих матеріалів.....	104
3.8.2. Запобігання забрудненню навколишнього середовища.....	105
3.9. Розрахунковий підрозділ з охорони праці. Визначення параметрів вентиляції робочої зони.....	106
3.9.1. Визначення об'єму приміщення.....	106
3.9.2. Розрахунок необхідного повітрообміну.....	107
3.9.3. Перевірка кратності повітрообміну.....	107
Висновки до розділу 3.....	109
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ.....	111
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....	113
ДОДАТОК А.....	124
ДОДАТОК Б.....	131

РЕФЕРАТ

Кваліфікаційна робота виконана на тему «Технологія проведення профілактично-ремонтних робіт в автомобілях марки Citroën» складається з пояснювальної записки комп'ютерного тексту та презентації.

У першому розділі виконано літературний огляд, у якому розглянуто історію становлення та розвитку автомобілів марки Citroën, особливості конструкції сучасних моделей, зокрема Citroën C4 II (B7) та Citroën C4 Picasso I (UD_), а також їх технічні характеристики. Проведено аналіз типових пошкоджень і несправностей основних вузлів і систем автомобілів, зокрема двигуна, трансмісії, підвіски, електронних систем та кліматичного обладнання. Окрему увагу приділено причинам виникнення несправностей і рекомендаціям щодо їх попередження та усунення.

У другому розділі розглянуто конструкторсько-технологічні аспекти виконання ремонтних робіт. Детально описано технологічний процес заміни котушки запалювання на автомобілі Citroën C4 II (B7), наведено перелік необхідних інструментів, послідовність виконання операцій та вимоги до якості їх проведення. Також розглянуто технологію заміни переднього нижнього важеля підвіски автомобіля Citroën C4 Picasso I (UD_), включаючи підготовчі операції, демонтаж і монтаж елементів, а також основні технічні рекомендації. Усі етапи робіт супроводжуються поясненнями та ілюстраціями, що дозволяє підвищити ефективність і безпеку проведення технічного обслуговування.

У третьому розділі розглянуто питання охорони праці під час виконання технічного обслуговування та ремонту автомобілів. Проаналізовано небезпечні та шкідливі виробничі фактори, вимоги безпеки перед початком і під час виконання робіт, засоби індивідуального захисту, пожежну та екологічну безпеку. Наведено інженерні розрахунки, зокрема визначення необхідного повітрообміну, оцінювання умов праці, а також розрахунок параметрів безпечної експлуатації обладнання.

Ключові слова: *автомобіль, Citroën, Citroën C4, Citroën C4 Picasso, технічне обслуговування, котушка запалювання, підвіска, ремонтні роботи,*

несправності,

охорона

праці.

ВСТУП

Сучасний розвиток автомобільного транспорту характеризується постійним удосконаленням конструкцій транспортних засобів, підвищенням їх надійності, економічності та екологічності. Разом із цим ефективність експлуатації автомобілів значною мірою залежить від якості та своєчасності проведення технічного обслуговування і ремонтних робіт. Особливого значення набувають питання забезпечення працездатності основних вузлів і систем автомобіля, що безпосередньо впливають на його надійність, безпеку та довговічність.

Автомобілі марки Citroën широко використовуються в різних умовах експлуатації завдяки сучасним конструктивним рішенням, високому рівню комфорту та технологічності. Зокрема, моделі Citroën C4 II (B7) та Citroën C4 Picasso I (UD_) відзначаються складною електронною архітектурою, ефективними силовими агрегатами та вдосконаленими системами керування. Водночас у процесі експлуатації даних автомобілів виникає ряд типових несправностей, що потребують своєчасної діагностики та якісного виконання ремонтних робіт.

Однією з важливих операцій технічного обслуговування є заміна котушки запалювання, яка відіграє ключову роль у забезпеченні стабільної роботи двигуна внутрішнього згоряння. Несправності даного елемента призводять до пропусків запалювання, зниження потужності двигуна, підвищення витрати палива та загального погіршення експлуатаційних характеристик автомобіля. Крім того, важливим елементом ходової частини є передній нижній важіль підвіски, від справності якого залежить керованість, стійкість та безпека руху транспортного засобу.

Актуальність теми бакалаврської роботи зумовлена необхідністю удосконалення технології проведення профілактично-ремонтних робіт в автомобілях марки Citroën, підвищенням ефективності технічного обслуговування, а також забезпеченням безпечних умов праці під час виконання ремонтних операцій. Особливу увагу необхідно приділяти не лише

технологічним аспектам виконання робіт, але й питанням охорони праці, пожежної та екологічної безпеки.

Метою роботи є дослідження та вдосконалення технології проведення профілактично-ремонтних робіт в автомобілях марки Citroën на прикладі заміни котушки запалювання та переднього нижнього важеля підвіски, а також забезпечення безпечних умов праці під час виконання цих операцій.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити такі завдання:

проаналізувати конструктивні особливості автомобілів Citroën C4 II (B7) та Citroën C4 Picasso I (UD_);

дослідити типові пошкодження та несправності основних систем автомобіля;
розглянути технологічну послідовність виконання заміни котушки запалювання;

дослідити технологію заміни переднього нижнього важеля підвіски;

визначити основні небезпечні та шкідливі виробничі фактори;

розробити заходи з охорони праці, пожежної та екологічної безпеки;

виконати інженерні розрахунки для забезпечення безпечних умов праці.

Об'єктом дослідження є процес технічного обслуговування та ремонту автомобілів марки Citroën.

Предметом дослідження є технологія заміни котушки запалювання та переднього нижнього важеля підвіски, а також пов'язані з цим виробничі фактори.

Практичне значення отриманих результатів полягає у можливості використання розроблених рекомендацій для підвищення ефективності технічного обслуговування автомобілів, зниження інтенсивності зношування їх вузлів і агрегатів, а також забезпечення безпечних умов праці на підприємствах автомобільного транспорту.

Структура роботи включає три розділи: у першому розділі наведено аналіз літературних джерел та характеристику автомобілів Citroën; у другому — розроблено технологічні процеси виконання ремонтних робіт; у третьому — розглянуто питання охорони праці, пожежної та екологічної безпеки.

У додатку **А** наведено Запрошення на участь у роботі: «XIV МІЖНАРОДНОЇ НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ ІНТЕРНЕТ-КОНФЕРЕНЦІЇ «ПРОБЛЕМИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ АВТОМОБІЛЬНОГО ТРАНСПОРТУ». Конференція відбудеться 14-16 квітня 2026 року у Вінницькому національному технічному університеті на кафедрі автомобілів та транспортного менеджменту.
<https://atmconf.vntu.edu.ua/>

У додатку **Б** наведено принскрин публікації, яка надіслана у збірник конференції, запрошення наведено у додатку **А**.

РОЗДІЛ 1 ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

1.1. АВТОМОБІЛІ МАРКИ CITROËN

1.1.1. Коротка історія

Сітроен (фр. Citroën [si.tʁø.'ɛn];) — французька автомобільна компанія. Була самостійним відділенням французького концерну Groupe PSA, після його реорганізації входить в транснаціональну корпорацію Stellantis [1,2].

Андре Сітроен (André Citroën) народився 5 лютого 1878 року в родині успішного підприємця. Його батько — Леві Сітроен (Levi Bernard Citroën) був співвласником підприємств, що займалися обробкою та продажем дорогоцінного каміння. Але не батько вчив Андре премудрості бізнесу. Коли майбутньому автомобілебудівникові було тільки шість років, батько покінчив життя самогубством. Втім, своїй родині він залишив чимало: величезну спадщину плюс зв'язки у фінансових і промислових колах Парижа [1].



Рис. 1.1.1. Андре Сітроен, фр. André Citroën [3].

У ті часи син звичайно продовжував справу батька. Але Андре торгівля не приваблювала. У 1889 році він вступив до Політехнічної школи і після її закінчення, маючи двадцять три роки, почав працювати в майстернях своїх друзів братів Естеном, де виробляли деталі для паровозів.

У 1905 році Сітроен став компаньйоном Естеном, вклавши в справу все отримане від батьків у спадок. Він налагодив на заводі випуск зубчастих коліс (шестерень) — набагато досконаліших від тих, що робили конкуренти. Сконструював їх нікому невідомий польський механік-самоучка. А Сітроен вчасно помітив, що нова технологія дуже перспективна, і купив патент на її використання.

Дуже швидко шестерні набули попиту на міжнародному ринку — у Лондоні, Брюсселі та Москві, що приносило власникам фірми величезні прибутки. Звідси бере початок і емблема компанії у вигляді перевернутих букв «V», які схематично позначають конічні шестерні. У Франції цю емблему називають «подвійний шеврон».



Рис. 1.1.2. емблема компанії у вигляді перевернутих букв «V» [4].

Андре Сітроен виконував на заводі обов'язки технічного й комерційного директора, і незабаром він позбувся конкурентів. Ім'я молодого підприємця стало легендою й допомогло йому в 1908 році зайняти місце технічного директора на автомобільному заводі Mors.

Citroën і тут розвив бурхливу діяльність: залучив до роботи свіжі розуми, модернізував конструкцію автомобілів, що випускаються і запропонував знизити ціни на них. Успіх прийшов негайно. Продажі різко збільшилися.

Під час Першої Світової війни Сітроен знову довів свої здібності. Він поставив свій підприємницький талант на службу воюючої Франції й своїх ділових амбіцій. Бачачи, як погано французька армія забезпечується боєприпасами, він вступає в переговори з військовим міністерством і пропонує в тримісячний строк налагодити масштабне виробництво снарядів. Армійському начальству проєкт здається нездійсненним. Однак Сітроен переконав державу укласти з ним контракт.



Рис. 1.1.3. Citroën C4F (1929) [4].

Гроші на будівництво нового заводу він зібрав досить швидко: 20% угоди авансувала держава, решту засобів вдалося взяти в кредит у друзів-промисловців і фінансистів.

І за лічені місяці, буквально на порожньому місці, на паризькій набережній Жавель, виникають заводи з масового виробництва зброї, що випускали більше

снарядів, ніж усі інші підприємства країни разом узяті. Сам Сітроен пояснював свої успіхи лишень одним словом: організація.

Ще в розпал бойових дій Андре Сітроен замовив інженерам креслення автомобіля, який згодом одержав його ім'я. І ось, після війни, коли замовили гармати, у нього було все, щоб організувати і розгорнути власне автомобільне виробництво: досвід, висококваліфікована команда, виробничі приміщення, де раніше випускали снаряди, і величезні фінансові кошти, зароблені на військових замовленнях.

Він один раз відвідав Америку, де на заводах Форда познайомився з американськими методами виробництва автомобілів, і в 1919 році, спільно з конструктором Жюлем Саломоном (Jules Salomon), творцем автомобіля Le Zebre, приступив до випуску автомобілів на колишньому збройовому заводі на набережній Жавель. Він прагнув до щоденного випуску 100 автомобілів.

На відміну від своїх європейських конкурентів, Сітроен побудував виробництво за американським принципом, почавши з випуску однієї-єдиної моделі. У той момент його основною метою було перетворення автомобіля з недоступного «дива» в масовий товар.

Малолітражки, пропоновані споживачам за низькою ціною, розходилися як гарячі пиріжки. Поступово модельний ряд розширився, і за перші десять років роботи компанія збільшила випуск машин майже в 50 разів. Першою моделлю був тип А (Citroën A) з двигуном об'ємом 1,3 літра і потужністю 7,4 кВт (10 к.с.), випущений у травні 1919 року.



Рис. 1.1.4. Citroën 2CV [6].

Приховано від усіх Андре Сітроен розбирав на своєму заводі такі відомі американські автомобілі, як Buick, Nash, Studebaker, і вивчав на них можливі методи серійного виробництва. Фактично його Citroën A став одночасно і першим серійним автомобілем в Європі.

За чотири роки виробництво досягло трьохсот автомобілів на день. Тоді ж Citroën виступив з новим, «народним» автомобілем 5 CV, який отримав назву Trefle («Трилисник»).

Сітроен також першим задумався про можливості далекоглядної реклами. Справа тому, що в 1925 році компанією Citroën було випущено понад 60 тисяч автівок, а в 1929-му — майже 100 тисяч.

Такі високі результати дозволили Citroën вийти на перше місце за обсягами виробництва у Франції, а потім і в Європі. Але зробити товар — це ще не все. Його ще потрібно продати. І, щоб залучити майбутніх споживачів, Сітроен розробив грандіозну систему реклами своїх машин і свого імені, що стало автомобільною маркою. Його фірма налагодила випуск іграшкових «Сітроєнів», які точно повторювали великі машини для дорослих.

Щоб фірмовий знак заводів Сітроєна постійно був перед очима водіїв, по всій Франції були встановлені покажчики і дорожні знаки, увінчані «подвійним шевроном».



Рис. 1.1.4. Citroën B11 Sport [7].

Заради залучення потенційних клієнтів влаштовувалися так звані «рекламні пробіги» з віддалених районів Франції. По шляху проходження автомобілів фахівці компанії розповідали через гучномовці про особливості тієї чи іншої моделі Citroën.

Слова підкріплювалися помітними афішами, плакатами, цікавими вікторинами та лотереями, які організовувалися під час стоянок. У результаті від 3% до 15% відвідувачів виставок «на колесах» їхали додому на власних авто.



Рис. 1.1.8. Citroën SM.

Демонстрацію товарів Сітроен взагалі вважає найкращою рекламою. «Виставки — найефективніший і найменш дорогий засіб реклами. Жоден із найхитромудріших рекламних прийомів не може зрівнятися з демонстрацією продукції. Враження від побаченого на власні очі набагато багатші від того, яке залишають кілька рядків у газеті», — вважав бізнесмен.

На рекламу Сітроен ніколи не шкодував грошей. Так, у 1929 році він побудував автомагазин, фасадом якого служила суцільна скляна вітрина заввишки в 21 метр і шириною в 10 метрів. Через цю прозору стіну, на яку пішло 19 тонн скла, можна було прямо з вулиці побачити безліч машин, розставлених на шести ярусах. Потім він заснував власну страхову компанію і заснував власні — жовті та блакитні — дорожні знаки.

Якось, почувши про одного англійського льотчика, котрий уміє виводити на небесному тлі букви за допомогою білого сліду, Сітроен загорівся ідеєю намалювати на небі своє власне ім'я.



Рис. 1.1.9. Citroën DS Cabrio [9].

Трюк був виконаний: у небі з'явилися чотиристаметрові літери прізвища підприємця, що розтягнулися майже на п'ять кілометрів. Через кілька хвилин напис, на виготовлення якого були витрачені величезні гроші, розчинився в повітрі. Але який ефект!

Кульмінацією рекламних пошуків бізнесмена, підкріплених його особистою пихою, став проєкт «Ейфелева вежа у вогні». Встановивши на вежі 125 тисяч лампочок, компанія Сітроєна подарувала сучасникам незабутнє видовище. Один за одним на вежі спалахували десять зображень: силует Ейфелевої вежі, зоряний дощ, політ комет, знаки Зодіаку, рік створення вежі, поточний рік і, нарешті, прізвище Сітроєн.

Андре Сітроєн одним з перших повірив у міжнародне призначення автомобіля і підкріплював свою віру участю в самих авантурних підприємствах, типу марафонської гонки по Сахарі або не менш важкого автопробігу по Азії.

На моделі В2 потужністю 14,8 кВт (20 к.с.) із напівгусеничною ходовою частиною вперше вдалося прокласти шлях через пустелю Сахара, а на моделі С4 — проїхати Середню Азію і, згодом, арктичну частину Канади.

А своїм замовникам Сітроєн посилав грамофонні платівки із записом реклами своїх автомобілів.

Економічна криза на початку 30-х років послужила причиною занепаду діяльності Сітроєна. У 1933 році Сітроєн постановив повністю перебудувати заводи на набережній Жавель. Витративши величезні кошти, він здійснив реконструкцію в рекордно короткий термін — лише за 5 місяців.



Рис. 1.1.10. Citroën AX [10].

На підприємстві загальною площею в 55 тис. кв.м було розташовано гігантську безперервну потокову лінію продуктивністю 1000 машин в день. Стільки в той час споживав весь французький автомобільний ринок.

Але гігантоманія, що заволоділа Сітроєном, зрештою обернулася проти нього. Ахіллесовою п'ятою бізнесмена завжди була фінансова сторона справи. Він завжди жив боргами, залучаючи величезні інвестиції під свої ризиковані

проекти. Його потреби в грошах постійно випереджали його фінансові можливості.

Заплатити за ризик довелося в 1934 році, наприкінці світової економічної кризи. Кредитори відмовили Сітроєну в нових позиках, а падіння попиту на автомобілі позбавило його можливості викрутитися власними коштами.

Після декількох спроб знайти джерела фінансування Сітроєн змушений був оголосити себе банкрутом. 60% акцій фірми отримав тоді концерн гумових виробів Michelin. Сітроєн не довжив до успіху нового революційного проекту з переднім приводом, концепції якого фірма залишилася вірною до цього дня. Він помер у березні 1935 року. Його раптову кончину французькі газети пояснювали трьома причинами: "Пан Сітроєн помер від невиліковної хвороби. Цілком можливо, що його відхід з життя прискорили фінансові труднощі, що спіткали його. Можливо, роль у цьому відіграла і смерть дочки".

Однак те, що бізнесмен зробив за 20 років, назавжди увічніть його ім'я. Воно, як і раніше, прикрашає автомобілі, що випускаються під однією з найвідоміших світових марок. «Якщо задум хороший, ціна не має ніякого значення», — говорив Андре Сітроєн.



Рис. 1.1.12. Citroën C-Metisse (концепт) [11].

Citroën SM став плодом співпраці з відомою італійською компанією Maserati. Оснащений 170-сильним двигуном V6, гідропневматичною підвіскою та дисковими гальмами всіх коліс, SM став гідним купе класу GT.

Багато досягнень і перемог було в історії компанії Citroën та її знаменитих моделей. Але з пісні слова не викинеш — після майже 50 років тріумфу на автомобільному Олімпі компанії Citroën довелося пережити і прикрий період спаду.

Люди старшого покоління, які цікавляться автомобілями, напевно пам'ятають ті часи, коли перше місце серед французьких автомобілебудівників займав саме Citroën. Peugeot і Renault не дано було обігнати цю марку, як не дано було піднятися над буденністю традиційних моделей. Citroën же для своїх автомобілів не скупився ні на передові технології, ні на оригінальний дизайн. Це були воістину гідні автомобілі.



Рис. 1.1.13. Citroën GT (концепт) [12].

У той час, до речі, жодному з французьких президентів не могла прийти в голову ідея — їздити на чому-небудь іншому, крім моделей Citroën DS або SM.

Але великих доходів екстравагантність не приносила. До середини 70-х років на тлі нафтової кризи, оригінальні, але паливовитратні моделі Citroën почали погано продаватися. Компанія була змушена «стати як усі», надовго втративши при цьому свій імідж сміливого новатора.

У 1974 році чисто прагматичні міркування послужили причиною для її об'єднання з Peugeot. Завдяки цьому союзу Citroën, звичайно, врятував собі життя, але практично повністю втратив свою індивідуальність.

Лише на початку 90-х років, коли в автомобільний світ повернулася мода на оригінальність, Citroën, як один з основоположників екстравагантного та оригінального стилю, сміливо кинувся в бій.



Рис. 1.1.14. Citroën C5 II, автомобіль року 2009 в Іспанії і в Ірландії [13].

Кардинально ж стан справ змінився в 1997 році, з приходом на посаду генерального директора концерну Жана-Мартіна Фольца (Jean-Martin Folz), який вирішив «оздоровити» фінансовий бік підприємства, скерувавши всі сили на

творчу конструкторську діяльність, щоб внести максимальну кількість відмінностей в автомобілі двох представлених концерном марок. Для Citroën подібне рішення стало воістину початком відродження.

За останні роки модельна гамма автомобілів Citroën повністю оновилася. Абсолютно всі моделі отримали новий стильний дизайн і вдосконалені технічні характеристики, що дозволило концерну Citroën домогтися постійного і динамічного зростання продажів: на 52% за останні п'ять років!

У 2000 році Citroën перевершив свій власний рекорд продажів за всю історію свого існування, продавши більше 1 мільйона автомобілів. І це не межа, оскільки динамічні показники приросту продажу збереглися і зараз, незважаючи на той факт, що загальносвітовий попит на автомобілі протягом останніх років постійно скорочується.



Рис. 1.1.16. Citroën DS5 [14].

Журнал Forbes назвав главу концерну PSA Жана-Мартіна Фольца бізнесменом 2001 року, відзначивши його вміння, правильно розставивши пріоритети, у найкоротші терміни відновити прибутковість підприємства і

вивести його прибутковість на високі показники. У 2002 році вже більше 1 312 000 покупців сіли за кермо нових автомобілів із «подвійним шевроном».

Лінійка «С», яка стартувала седаном середнього класу С5, буквально за кілька років розрослася до розмірів модельного ряду передових німецьких виробників. Мінівен С8, компактні хетчбеки С4, С2, С3, крихітний С1 і гігантський люкс-седан С6.[4]

2013 року обличчям марок Citroën і DS Automobiles стала аргентинська модель Кароліна Ардоайн.

Citroen C4 II - друге покоління компактного автомобіля Citroen C4 французької компанії Citroen, що входить до концерну PSA Peugeot Citroen. Початок випуску – червень 2010 року.

Четверта модель концерну PSA, і друга Citroën, побудована на загальній модульній платформі PF2 2001 року, спроектованій під умовні вимоги ринкового сегмента С.

Порівняно з Сітроен С4 першого покоління нова модель має ідентичні внутрішні розміри салону, колісну базу, та дуже близькі зовнішню ширину та висоту. У внутрішній структурі кузова збережені рівні відстань між точками кріплення передньої та задньої підвісок, однаковий передній підрамник, схожа енергопоглинаюча структура передньої частини. Довжина кузова змінилася трохи. У конструкції кузова збільшений відсоток міцних та високоміцних сталей. Жорсткість на кручення зросла на 25%. Дах не входить до силової схеми кузова, що дозволило на окремих комплектаціях застосовувати замість стандартної сталевий дахової панелі панель із загартованого скла.

Лінійка бензинових двигунів частково збереглася. Лінійка дизельних двигунів була повністю змінена на мотори HDi третього покоління. Розроблено новий салон, із застосуванням якісніших за фактурою матеріалів. У дизайні салону відбулося повернення до традиційного компонування з приладовим щитком перед водієм, і відмова від використання деяких традиційно ситроєнівських елементів, наприклад - нерухомої маточини керма.

Поліпшено базове оснащення, розширено список доступних опцій. Нова модель була розроблена лише у кузові 5-дверний хетчбек. Подальшого розширення гами кузовів для європейського ринку не передбачено. Від кузова 3-дверний хетчбек було вирішено відмовитися на користь Citroën DS4. 5-дверний універсал, який був відсутній і в попередній моделі, замінює наявність у лінійці моделей вантажопасажирського Citroen Berlingo.



Рис. 1.1.17. Citroen C4 II [15].

Citroën C4 Picasso — компактний мінівен, який виготовляє компанія Citroën з 2006 року і який прийшов на заміну Citroën Xsara Picasso. Випускається у двох варіантах – п'ятимісному та семимісному (Citroën Grand C4 Picasso).

Весною 2018 року Citroën оголосив про маркування всіх мінівенів з приставкою SpaceTourer. З того часу автомобіль продається як Citroën C4 SpaceTourer і Citroën Grand C4 SpaceTourer [16].

Автомобіль вперше був представлений на Паризькій автомобільній виставці у вересні 2006 року у семимісному варіанті, а в січні 2007 року — у п'ятимісному.

Мінівен має спільну базу та однакові двигуни із Citroën C4 та Peugeot 307 і продовжує співіснувати зі своїм попередником Citroën Xsara Picasso.

В 2010 році модель модернізували.

Друга модель C4 Picasso була офіційно представлена 5 січня 2007 року[1] і показана на Женевській автомобільній виставці 2007 року. Щоб підкреслити різницю між версіями, семимісний варіант назвали «Великий» C4 Picasso (Grand C4 Picasso). C4 Picasso збирають на іспанському заводі PSA у Віго.



Рис. 1.1.17. Citroën Grand C4 Picasso (2006–2010) [17].



Рис. 1.1.18. Citroën C4 Picasso, автомобіль року в Ірландії [18].

Найбільш захоплюючою особливістю обох варіантів є гігантське лобове скло, яке закінчується практично за спиною водія і дозволяє насолоджуватися широким панорамним оглядом. Для того щоб закривати частину цього вікна конструкцією передбачені спеціальні рухомі шторки, які дозволяють створити комфортну атмосферу і у сонячну погоду.

1.2. Типові пошкодження та несправності в автомобілях Citroën C4 II (B7)

Автомобілі Citroën C4 II (B7) (2010–2018 рр. випуску) належать до сегмента компактних легкових транспортних засобів та характеризуються досить складною електронною архітектурою, широким спектром бензинових і дизельних двигунів, а також застосуванням сучасних систем керування. Разом із тим, у процесі експлуатації даної моделі спостерігається ряд типових пошкоджень і несправностей, які впливають на надійність та експлуатаційні характеристики автомобіля [19-22].

1.2.1. Несправності двигуна

Одними з найбільш поширених є дефекти силового агрегату. Для бензинових двигунів, зокрема серії 1.6 THP та PureTech, характерні:

- передчасний знос ременя ГРМ (особливо в масляній ванні), що може призводити до забруднення мастила та серйозних пошкоджень двигуна;
- підвищена витрата моторної оливи, що пов'язана зі зносом поршневих кілець або забрудненням системи змащення;
- несправності системи упорскування (форсунки, паливний насос), які проявляються у вигляді ривків, втрати потужності та ускладненого запуску двигуна.

Також часто фіксуються відмови котушок запалювання, що спричиняє пропуски запалювання, нестабільну роботу двигуна та зниження його ефективності.

2.2.2. Проблеми трансмісії

У трансмісійних вузлах автомобіля відзначаються такі типові несправності:

- ривки та затримки перемикання передач в автоматичних коробках передач;
- складність перемикання передач у механічних трансмісіях;

передчасний знос зчеплення та двомасового маховика

Ці дефекти суттєво впливають на плавність руху та комфорт експлуатації транспортного засобу.

1.2.3. Несправності підвіски та ходової частини

Підвіска автомобіля, яка включає передню схему типу McPherson та задню балку, є відносно простою, проте піддається інтенсивному зношуванню в умовах нерівних доріг. Типові проблеми включають:

- стуки та скрипи при русі по нерівностях;
- нерівномірний знос шин;
- вихід з ладу амортизаторів, втулок та шарнірів підвіски.

Такі несправності призводять до погіршення керованості автомобіля та зниження безпеки руху.

1.2.4. Електронні та електричні несправності

Автомобілі Citroën C4 II (B7) характеризуються високим рівнем електронізації, що обумовлює значну кількість електричних відмов:

- несправності центрального замка та склопідйомників;
- збої у роботі систем ABS, ESP та круїз-контролю;
- поява випадкових попереджувальних сигналів на панелі приладів;
- порушення роботи електронного стоянкового гальма.

Причинами таких несправностей часто є дефекти електропроводки, роз'ємів або програмного забезпечення.

1.2.5. Несправності кліматичної системи

Система кондиціювання повітря також є вразливою до відмов, зокрема:

- недостатнє охолодження або обігрів салону;
- шум або відмова компресора кондиціонера;
- витік холодоагенту або пошкодження конденсатора.

Ці дефекти впливають на комфорт експлуатації автомобіля, особливо в умовах екстремальних температур.

1.2.6. Гальмівна система та зношування елементів

Для даної моделі характерне відносно швидке зношування гальмівних колодок і дисків, особливо передніх. При значному зносі можливе виникнення вібрацій під час гальмування, що вимагає своєчасної заміни елементів гальмівної системи.

1.2.7. Корозійні пошкодження та знос кузова

У процесі тривалої експлуатації можливе виникнення корозії в зонах:

- колісних арок;
- порогів;
- зон навколо лобового та заднього скла.

Крім того, спостерігається передчасний знос елементів інтер'єру (пластикових панелей, декоративних елементів), що знижує естетичні характеристики автомобіля.

Таким чином, аналіз типових пошкоджень автомобілів Citroën C4 II (B7) свідчить, що найбільш вразливими є двигун, електронні системи та елементи підвіски. Врахування характерних несправностей дозволяє своєчасно проводити

діагностику, планове технічне обслуговування та ремонт, що підвищує надійність і довговічність транспортного засобу.

1.2.8. Вихід з ладу та заміна котушки запалювання

1.2.8.1. Типові несправності котушки запалювання

Котушка запалювання є ключовим елементом системи іскроутворення бензинових двигунів, що забезпечує перетворення низької напруги в імпульс високої напруги для утворення іскри на свічках запалювання. У автомобілях Citroën C4 II (B7) часто застосовуються індивідуальні котушки (coil-on-plug), що встановлюються безпосередньо на свічку.

У процесі експлуатації спостерігаються такі характерні несправності:

Пропуски запалювання (misfire) — проявляються у вигляді ривків, нестабільної роботи двигуна, особливо на холостому ході;

Зниження потужності двигуна та погіршення динаміки;

Збільшення витрати палива;

Ускладнений запуск двигуна;

Спрацювання індикатора Check Engine (помилки типу P0300–P0304);

Перегрів або пробій ізоляції котушки, що пов'язано з тривалою роботою в умовах підвищених температур.

Основними причинами виходу з ладу катушок є:

- старіння ізоляційних матеріалів;
- волога або забруднення;
- несправні свічки запалювання (збільшений зазор → перевантаження котушки);
- коливання напруги в бортовій мережі.

1.2.8.2. Ознаки, що вказують на необхідність заміни

Практична діагностика показує, що заміна котушки є доцільною при:

- появи постійних пропусків запалювання в одному циліндрі;
- виявленні тріщин або слідів пробою на корпусі;
- підтвердженні несправності при перестановці котушок між циліндрами (метод “swap test”).

Заміна котушки запалювання в Citroën C4 II (B7) належить до нескладних операцій технічного обслуговування та може виконуватись без спеціалізованого обладнання.

1.2.8.2.1.Необхідні інструменти

торцевий ключ (зазвичай 8 або 10 мм);

тріскачка;

викрутка;

діелектричне мастило (за потреби).

1.2.8.2.2.Послідовність виконання робіт

Вимкнути запалювання та від'єднати акумулятор

Забезпечує електробезпеку під час роботи.

Зняти декоративну кришку двигуна

Вона кріпиться на защіпках або болтах.

Від'єднати електричний роз'єм котушки

Натиснути фіксатор та обережно від'єднати роз'єм.

Відкрутити кріплення котушки

Зазвичай один болт на кожную котушку.

Вийняти котушку запалювання

Потягнути вгору без перекосів.

Перевірити стан свічки запалювання

За необхідності — замінити.

Встановити нову котушку

Акуратно вставити до упору.

Закрутити кріплення та підключити роз'єм

Зібрати всі елементи у зворотній послідовності

Підключити акумулятор і перевірити роботу двигуна

Важливі рекомендації

Доцільно змінювати котушки комплектом (особливо при великому пробігу);

Завжди перевіряти стан свічок запалювання;

Використовувати оригінальні або якісні аналогові деталі;

Після заміни бажано провести комп'ютерну діагностику.

1.3. Типові пошкодження та несправності в автомобілях Citroën C4 Picasso I (UD_)

Автомобілі сімейства Citroën C4 Picasso I (UD_), що випускалися у 2006–2013 рр., належать до класу компактних мінівенів та характеризуються високим рівнем комфорту, складною електронною архітектурою та широким застосуванням інноваційних технічних рішень. Разом з тим, експлуатаційний досвід показує наявність ряду типових пошкоджень і несправностей, які доцільно враховувати при технічному обслуговуванні та ремонті [23-25].

1.3.1. Несправності двигуна та систем забезпечення його роботи

До найбільш поширених проблем відносяться витоки моторної оливи, зокрема в зоні турбонагнітача, а також зниження ефективності роботи турбіни. Це може призводити до падіння потужності двигуна та підвищеного зносу його елементів.

Крім того, характерними є збої у системі керування двигуном, які проявляються у вигляді загоряння індикатора несправності без очевидних причин.

Окремо слід відзначити проблеми з системою охолодження та перегрівом двигуна, які можуть бути спричинені програмними або конструктивними дефектами системи керування.

1.3.2. Несправності трансмісії

У автомобілях даної моделі спостерігаються проблеми з автоматизованими коробками передач (EGS), що проявляються у вигляді ривків, затримок перемикання або повної відмови вузла.

Такі дефекти часто пов'язані з електронним керуванням або зносом виконавчих механізмів.

1.3.3. Проблеми електронних систем

Складна електронна система автомобіля є одним із основних джерел несправностей. Найбільш характерними є:

- розряд акумулятора через паразитні витоки струму;
- збої роботи панелі приладів та електронних модулів;
- порушення цілісності електропроводки.

Також часто відзначаються несправності систем безключового доступу та допоміжних електронних функцій.

1.3.4. Несправності ходової частини та підвіски

У конструкції задньої підвіски (особливо з пневматичними елементами) можливі витоки повітря та відмови компресора, що призводить до втрати рівня кузова та зниження комфортності руху.

Також спостерігаються:

- підвищений знос елементів підвіски;

- відмови гідропідсилювача керма (ускладнене обертання керма).

Згідно з дослідженнями надійності, значна частка ремонтів пов'язана саме з вузлами підвіски та осей.

1.3.5. Несправності системи кондиціонування

Система кондиціонування часто втрачає ефективність через витіки холодоагенту або зношування компресора, особливо після пробігу 50–80 тис. км.

Це призводить до погіршення мікроклімату в салоні та підвищення навантаження на допоміжні агрегати двигуна.

1.3.6. Механічні та конструкційні дефекти

До типових механічних несправностей належать:

- сторонні шуми в моторному відсіку (знос опор двигуна);
- скрипи та люфти елементів кузова;
- погіршення якості внутрішнього оздоблення (зношування кнопок, декоративних елементів).

1.3.7. Вихід з ладу та заміна котушки запалювання нижнього важеля підвіски автомобіля Citroën C4 Picasso I (UD_)

Передній нижній важіль підвіски є одним із ключових елементів ходової частини автомобіля, який забезпечує кінематичну стабільність колеса, сприймає навантаження від дорожнього покриття та передає їх на кузов. У процесі експлуатації він піддається значним динамічним і вібраційним навантаженням, що призводить до зносу сайлентблоків і кульових шарнірів.

1.3.7.1. Ознаки несправності важеля підвіски

Необхідність заміни переднього нижнього важеля визначається за такими характерними ознаками:

- поява стуків у передній підвісці під час руху по нерівностях;
- зниження курсової стійкості автомобіля;
- нерівномірний знос шин;

- вібрації керма;
- люфт у зоні кульового шарніра або руйнування гумометалевих втулок.

Зазвичай найбільш вразливими елементами є саме сайлентблоки, які втрачають еластичність під дією циклічних навантажень і агресивного середовища (волога, реагенти).

Передній нижній важіль включає:

- металевий корпус (штампований або литий);
- передній і задній сайлентблоки;
- кульовий шарнір;

кріпильні елементи до підрамника та поворотного кулака.

Технологія заміни важеля підвіски

Підготовчі операції

Перед виконанням робіт необхідно:

- встановити автомобіль на підйомник або оглядову яму;
- зафіксувати автомобіль стоянковим гальмом;
- зняти переднє колесо;
- обробити різьбові з'єднання проникаючою рідиною.

1.3.7.2. Основні етапи демонтажу

Процес заміни переднього нижнього важеля включає такі операції:

Від'єднання кульового шарніра від поворотного кулака.

Відкручування болтів кріплення важеля до підрамника.

Демонтаж важеля з посадкового місця.

Огляд суміжних елементів (стійки стабілізатора, втулки, підрамник).

Особливу увагу слід приділити стану посадочних місць і відсутності деформацій.

Встановлення нового важеля

Монтаж нового важеля здійснюється у зворотній послідовності:

Встановлення важеля у підрамник.

Закріплення болтів без остаточного затягування.

Під'єднання кульового шарніра.

Остаточне затягування кріплень при робочому положенні підвіски.

Важливі технічні рекомендації

Остаточне затягування сайлентблоків необхідно виконувати при навантаженій підвісці, щоб уникнути їх передчасного руйнування.

Після заміни обов'язково проводиться регулювання кутів встановлення коліс (розвал-сходження).

Рекомендується одночасна заміна обох важелів для забезпечення симетричності роботи підвіски.

Висновки до розділу 1

1. У результаті проведеного аналізу історії становлення та розвитку автомобілів марки Citroën встановлено, що дана компанія є однією з провідних у світовому автомобілебудуванні, яка відіграла значну роль у формуванні сучасних підходів до конструювання та масового виробництва транспортних засобів. Заснована Андре Сітроеном, компанія від самого початку орієнтувалася на впровадження інноваційних технологій, зокрема використання потокового виробництва, запозиченого з американської промисловості, що дозволило суттєво підвищити обсяги випуску автомобілів і зробити їх доступними для широкого кола споживачів

2. Встановлено, що важливою особливістю розвитку Citroën є поєднання технічних інновацій із ефективними маркетинговими стратегіями. Компанія однією з перших застосувала комплексний підхід до просування продукції, включаючи масштабні рекламні кампанії, демонстраційні пробіги та формування впізнаваного бренду. Це забезпечило високий рівень конкурентоспроможності на європейському та світовому ринках.

3. Дослідження показало, що впродовж свого існування компанія переживала як періоди стрімкого розвитку, так і економічні труднощі, зокрема під час світових криз. Проте завдяки інтеграції у великі автомобільні концерни (PSA, а

згодом Stellantis) та впровадженню нових технологічних рішень, Citroën зберіг свої позиції на ринку та продовжив розвиток модельного ряду.

4. Окрему увагу приділено аналізу сучасних моделей, зокрема Citroën C4 II та C4 Picasso, які характеризуються підвищеним рівнем технологічності, використанням високоміцних матеріалів та вдосконаленими конструктивними рішеннями. Це дозволяє підвищити жорсткість кузова, безпеку та комфорт експлуатації транспортних засобів.

5. Таким чином, можна зробити висновок, що автомобілі марки Citroën є прикладом успішного поєднання інженерних інновацій, ефективного виробництва та маркетингових рішень. Їх розвиток відображає загальні тенденції автомобільної галузі, а також створює основу для подальшого аналізу типових несправностей і особливостей експлуатації конкретних моделей у наступних підрозділах роботи.

РОЗДІЛ 2 КОНСТРУКТОРСЬКО-ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

2.1. Як замінити котушку запалювання на Citroën C4 II (B7)

1.1.1. Інструменти для проведення ремонтних робіт

Необхідні інструменти:

Electronic spray → електронний (контактний) спрей

Drive socket #8 → торцева головка на 8 мм

Ratchet wrench → тріскачковий ключ (тріскачка)

Fender cover → захисний чохол на крило автомобіля.

Зовнішній вигляд необхідних інструментів можна побачити на рис. 2.1.1.

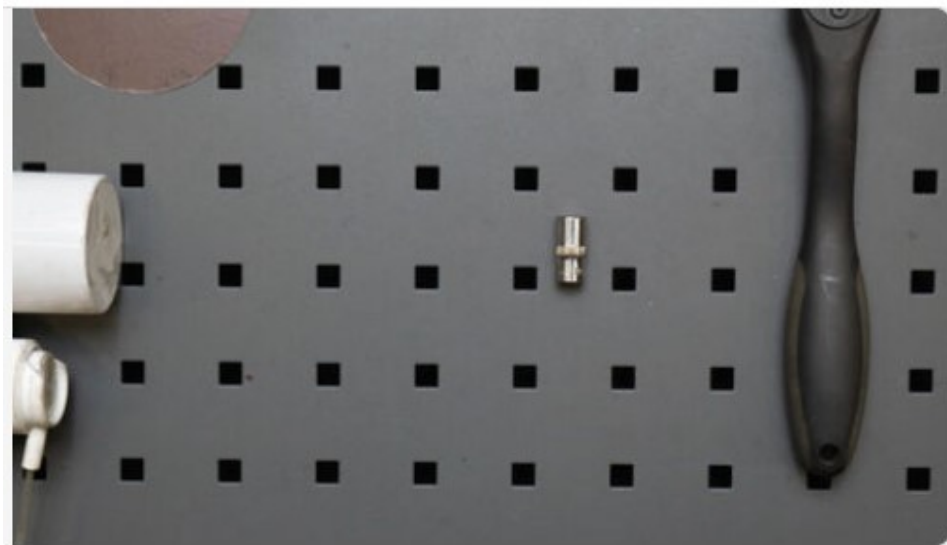


Рис. 2.1.1. Інструменти для проведення ремонтних робіт [26].

1.1.2. Технологічний процес заміни котушки запалювання на автомобілі Citroën C4 II

Заміна котушки запалювання на автомобілі Citroën C4 II (B7) є важливою операцією технічного обслуговування системи запалювання, що безпосередньо впливає на стабільність роботи двигуна внутрішнього згоряння. Технологічний

процес передбачає від'єднання електричного роз'єму, демонтаж несправної котушки зі свічкового колодязя, очищення посадкового місця від забруднень та встановлення нового елемента з подальшим підключенням контактів. Особливу увагу необхідно приділяти чистоті робочої зони, оскільки потрапляння сторонніх частинок може призвести до порушення іскроутворення та прискореного зношування елементів циліндро-поршневої групи. Дотримання правильної послідовності операцій і використання відповідних інструментів забезпечує надійність електричного контакту, зменшення втрат енергії та підвищення експлуатаційної довговічності системи запалювання.

На рисунку 2.1.2.1. зображено початковий етап виконання робіт із заміни катушок запалювання, що включає відкриття капота, встановлення захисного чохла на крило автомобіля та підготовку до демонтажу декоративної кришки двигуна. Показано процес відкручування кріплення кришки двигуна за допомогою торцевої головки розміром 8 мм та тріскачкового ключа. Даний етап є важливим для забезпечення доступу до катушок запалювання та запобігання пошкодженню лакофарбового покриття і пластикових елементів під час проведення ремонтних робіт.



Рис. 2.1.2.1. Початковий етап демонтажу котушок запалювання на автомобілі Citroën C4 II [26].

На рисунку 2.1.2.2. представлено процес зняття декоративної кришки двигуна після попереднього відкручування її кріплень. Демонтаж виконується вручну з дотриманням обережності для запобігання пошкодженню пластикових елементів і кріпильних вузлів. Цей етап забезпечує вільний доступ до котушок запалювання та інших елементів системи запалювання, що є необхідною умовою для подальшого проведення ремонтних і діагностичних робіт.



Рис. 2.1.2.2. Демонтаж декоративної кришки двигуна автомобіля Citroën C4 II [26].

На рисунку 2.1.2.3 зображено процес від'єднання електричного роз'єму від котушки запалювання шляхом натискання на фіксатор та обережного відведення штекера. Дана операція виконується вручну із застосуванням захисних рукавиць та не потребує спеціального інструменту. Важливо уникати надмірного зусилля та не допускати натягування проводів, оскільки це може призвести до пошкодження контактів або порушення електричного з'єднання. Якісне виконання цього етапу забезпечує безпечний демонтаж котушки запалювання та

знижує ризик виникнення несправностей у системі запалювання під час подальшої експлуатації.



Рис. 2.1.2.3. – Від'єднання електричного роз'єму котушки запалювання автомобіля Citroën C4 II (B7) [26].

На рисунку 2.1.2.4 показано процес демонтажу декоративної кришки двигуна після попереднього відкручування кріпильних елементів. Зняття кришки виконується вручну з дотриманням рівномірного зусилля без різких рухів, що дозволяє уникнути пошкодження пластикових фіксаторів і корпусних елементів. Даний етап є необхідним для забезпечення доступу до котушок запалювання та інших вузлів системи запалювання перед проведенням подальших ремонтних операцій.



Рис. 2.1.2.4. Зняття декоративної кришки двигуна автомобіля Citroën C4 II (B7) [26].

На рисунку 2.1.2.5 зображено процес від'єднання електричного роз'єму від котушки запалювання шляхом натискання на фіксатор і обережного виймання штекера. Операція виконується вручну із застосуванням захисних рукавиць та без використання додаткового інструменту. При цьому необхідно уникати надмірного зусилля та натягування провідників, оскільки це може призвести до пошкодження контактів або порушення електричного з'єднання. Правильне виконання даного етапу забезпечує надійність подальших ремонтних робіт і стабільність функціонування системи запалювання.



Рис. 2.1.2.5. Від'єднання електричного роз'єму котушки запалювання автомобіля Citroën C4 II (B7) [26].

На рисунку 2.1.2.6 зображено процес демонтажу котушки запалювання шляхом її обережного виймання зі свічкового колодязя після від'єднання електричного роз'єму. Операція виконується вручну із забезпеченням осьового переміщення без перекосів, що дозволяє уникнути пошкодження гумового ущільнювача та ізоляційної частини котушки. Важливо контролювати стан

посадкового місця та запобігати потраплянню забруднень у циліндр двигуна. Даний етап є ключовим для подальшої діагностики та заміни елемента системи запалювання.



Рис. 2.1.2.6. Виймання котушки запалювання зі свічкового колодязя автомобіля Citroën C4 II (B7) [26].

На рисунку 2.1.2.7 показано процес очищення внутрішньої поверхні свічкового колодязя від пилу, бруду та сторонніх частинок перед встановленням нової котушки запалювання. Операція виконується за допомогою стисненого повітря або спеціальних інструментів з дотриманням обережності, щоб запобігти потраплянню забруднень у циліндр двигуна. Якісне очищення забезпечує надійний контакт елементів системи запалювання, зменшує ризик електричних втрат і сприяє підвищенню довговічності роботи двигуна.



Рис. 2.1.2.7. Очищення свічкового колодязя від забруднень автомобіля Citroën C4 II (B7) [26].

На рисунку 2.1.2.8 зображено процес монтажу нової котушки запалювання у свічковий колодязь двигуна. Встановлення здійснюється шляхом осьового натискання до повної фіксації елемента, що супроводжується характерним клацанням, яке свідчить про правильну посадку. При виконанні операції важливо забезпечити відсутність перекосів і рівномірний розподіл зусилля для запобігання пошкодженню ущільнювальних елементів та ізоляції котушки. Якісне встановлення забезпечує надійний електричний контакт і стабільну роботу системи запалювання.



Рис. 2.1.2.8. Встановлення нової котушки запалювання у свічковий колодязь автомобіля Citroën C4 II (B7) [26].

На рисунку 2.1.2.9 зображено процес обробки контактів електричного роз'єму котушки запалювання спеціальним електронним спреєм. Нанесення захисного складу сприяє зменшенню контактного опору, запобігає утворенню оксидних плівок і корозійних пошкоджень, а також підвищує надійність електричного з'єднання. Даний етап є важливим для забезпечення стабільної роботи системи запалювання в умовах підвищеної вологості, температурних коливань і впливу агресивних середовищ.



Рис. 2.1.2.9. Обробка електричного роз'єму котушки запалювання захисним спреєм автомобіля Citroën C4 II (B7) [26].

На рисунку 2.1.2.10 зображено процес підключення електричного роз'єму до встановленої котушки запалювання. З'єднання здійснюється шляхом натискання штекера до повної фіксації, що супроводжується характерним клацанням, яке свідчить про надійне закріплення контакту. Важливо забезпечити правильне позиціонування роз'єму та уникати перекосів під час монтажу, оскільки це впливає на стабільність електричного сигналу та безперебійну роботу

системи запалювання. Завершення даного етапу означає повну готовність вузла до подальшої експлуатації.



Рис. 2.1.2.10. Підключення електричного роз'єму до котушки запалювання автомобіля Citroën C4 II (B7) (B7) [26].

На рисунку 2.1.2.11 показано процес встановлення декоративної кришки двигуна після завершення робіт із заміни котушки запалювання. Монтаж здійснюється шляхом суміщення кришки з напрямними елементами та її рівномірного притискання до повної фіксації. Важливо забезпечити правильну посадку кришки без перекосів і зміщень відносно кріпильних вузлів, а також уникати надмірного зусилля, що може призвести до пошкодження пластикових елементів. Даний етап завершує технологічний процес обслуговування та відновлює захист вузлів двигуна від зовнішніх впливів.



Рис. 2.1.2.11. Встановлення та фіксація декоративної кришки двигуна автомобіля Citroën C4 II (B7) [26].

На рисунку 2.1.2.12 показано процес встановлення декоративної кришки двигуна після завершення робіт із заміни котушки запалювання. Монтаж здійснюється шляхом суміщення кришки з напрямними елементами та її рівномірного притискання до повної фіксації. Важливо забезпечити правильну посадку кришки без перекосів і зміщень відносно кріпильних вузлів, а також уникати надмірного зусилля, що може призвести до пошкодження пластикових елементів. Даний етап завершує технологічний процес обслуговування та відновлює захист вузлів двигуна від зовнішніх впливів.



Рис. 2.1.2.12. Встановлення та фіксація декоративної кришки двигуна автомобіля Citroën C4 II (B7) [26].

2.2. Технологія заміни переднього нижнього важеля підвіски автомобіля Citroën C4 Picasso I (UD_)

Сучасні автомобілі характеризуються складною конструкцією підвіски, яка забезпечує комфорт руху, керованість та безпеку транспортного засобу. Одним із ключових елементів передньої підвіски є нижній важіль, що виконує функцію з'єднання колеса з кузовом автомобіля та забезпечує передачу навантажень, які виникають під час руху. У процесі експлуатації цей елемент піддається дії змінних динамічних навантажень, впливу корозійного середовища, а також зношуванню шарнірних з'єднань, що зумовлює необхідність його періодичної діагностики та заміни.

Особливості конструкції та умов роботи нижнього важеля визначають підвищені вимоги до точності виконання ремонтних операцій. Неправильне встановлення або недотримання технології монтажу може призвести до погіршення керованості автомобіля, прискореного зношування суміжних елементів підвіски та зниження рівня безпеки. Саме тому важливим є використання перевірених технологічних інструкцій, що регламентують

послідовність виконання робіт, перелік необхідного інструменту та контрольні параметри затягування різьбових з'єднань.

У даному підрозділі розглянуто технологічний процес заміни переднього нижнього важеля підвіски автомобіля на основі сервісної інструкції.

Аналіз наведеної методики дозволяє систематизувати основні етапи виконання робіт, визначити критичні операції та оцінити їх вплив на надійність і довговічність вузла підвіски. Особлива увага приділяється питанням безпеки виконання робіт, використанню спеціалізованого інструменту та дотриманню регламентованих моментів затягування.

2.2.1. Необхідні інструменти для проведення технологічної операції

На рисунку наведено перелік інструментів і допоміжних матеріалів, необхідних для виконання робіт із заміни переднього нижнього важеля підвіски автомобіля Citroën C4 Picasso I (UD_). До основного оснащення належать ручні слюсарні інструменти (тріскачка, комбіновані ключі, торцеві головки), спеціалізовані пристрої (знімач кульових опор, гідравлічний домкрат), а також допоміжні засоби (WD-40, очищувач гальм, мідне мастило). Використання повного комплексу інструментів забезпечує можливість безпечного демонтажу та монтажу елементів підвіски, зменшує ризик пошкодження деталей і підвищує ефективність виконання ремонтних робіт.

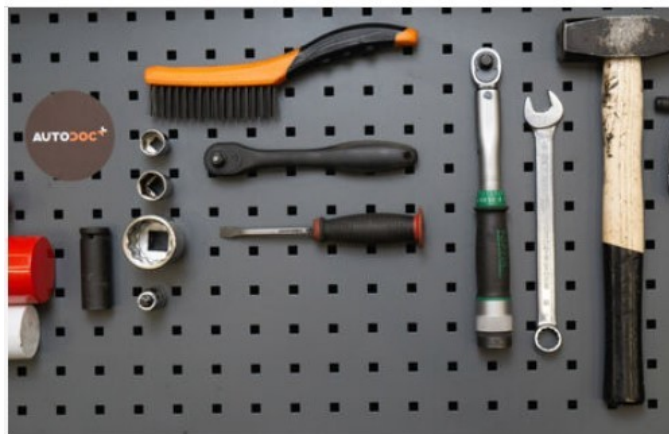


Рис. 2.2.1.1. Інструменти та матеріали, необхідні для заміни переднього нижнього важеля підвіски автомобіля Citroën C4 Picasso I (UD_) [27].

2.2.2. Технологічний процес щодо виконання робіт із заміни переднього нижнього важеля підвіски автомобіля Citroën C4 Picasso I (UD_)

Основні рекомендації щодо виконання робіт із заміни переднього нижнього важеля підвіски автомобіля Citroën C4 Picasso I (UD_). Зокрема, зазначено, що технологія заміни є однаковою для лівого та правого важелів підвіски, що свідчить про симетричність конструкції вузла. Також підкреслюється необхідність виконання всіх ремонтних операцій при вимкненому двигуні, що є важливою умовою забезпечення безпеки праці та запобігання травматизму під час проведення технічного обслуговування.



Рис. 2.2.2.1. Встановлення та фіксація декоративної кришки двигуна автомобіля Citroën C4 II (B7) [27].

На рисунку 2.2.2.2 показано початковий етап виконання робіт із заміни переднього нижнього важеля підвіски автомобіля Citroën C4 Picasso I (UD_), який полягає в послабленні болтів кріплення колеса. Дана операція виконується до підйому автомобіля з метою запобігання обертанню колеса та забезпечення стабільності під час відкручування кріпильних елементів. Для цього використовується торцева ударна головка відповідного розміру, що дозволяє

ефективно передати крутний момент і зменшити ризик пошкодження граней болтів.



Рис. 2.2.2.2. Послаблення болтів кріплення колеса перед підйомом автомобіля Citroën C4 Picasso I (UD_) [27].

На рисунку 2.2.2.3. зображено процес відкручування болтів кріплення колеса за допомогою пневматичного або електричного гайковерта під час виконання робіт із заміни переднього нижнього важеля підвіски автомобіля Citroën C4 Picasso I (UD_). Використання механізованого інструменту дозволяє значно прискорити процес демонтажу, забезпечує рівномірне прикладання крутного моменту та зменшує фізичне навантаження на виконавця. Такий підхід є доцільним при виконанні ремонтних робіт в умовах станцій технічного обслуговування.



Рис. 2.2.2.3. Відкручування болтів кріплення колеса з використанням гайковерта на автомобілі Citroën C4 Picasso I (UD_) [27].

На рисунку 2.2.2.4 показано етап демонтажу колеса автомобіля Citroën C4 Picasso I (UD_) після попереднього відкручування кріпильних болтів. Зняття колеса забезпечує доступ до елементів підвіски, зокрема до нижнього важеля, кульової опори та поворотного кулака. Під час виконання цієї операції необхідно дотримуватись вимог безпеки, зокрема утримувати колесо під час його зняття, щоб запобігти його падінню та можливому травмуванню виконавця.



Рис. 2.2.2.4. Демонтаж колеса автомобіля Citroën C4 Picasso I (UD_) для забезпечення доступу до вузлів підвіски [27].

На рисунку 2.2.2.5. показано процес очищення шплінта гайки приводного валу (ШРУСа) перед його демонтажем на автомобілі Citroën C4 Picasso I (UD_). Очищення виконується за допомогою металевої щітки з метою видалення бруду, корозійних нашарувань та продуктів зношування, що забезпечує полегшення подальшого демонтажу та зменшує ризик пошкодження різьбових елементів. Даний етап є важливим підготовчим процесом, який підвищує ефективність ремонтних робіт і сприяє збереженню працездатності вузлів.



Рис. 2.2.2.5. Очищення шплінта гайки приводного валу перед демонтажем на автомобілі Citroën C4 Picasso I (UD_) [27].

На рисунку 2.2.2.6 зображено процес демонтажу шплінта гайки приводного валу (ШРУСа) на автомобілі Citroën C4 Picasso I (UD_). Операція виконується за допомогою борідка (кернера) після попереднього очищення зони кріплення. Видалення шплінта є необхідним етапом перед відкручуванням гайки, оскільки він виконує функцію фіксації та запобігає самовідгвинчуванню різьбового з'єднання під час експлуатації. Правильне виконання цієї операції дозволяє уникнути пошкодження різьби та забезпечує безпечний демонтаж вузла.



Рис. 2.2.2.6. Демонтаж шплінта гайки приводного валу (ШРУСа) на автомобілі Citroën C4 Picasso I (UD_) [27].

На рисунку 2.2.2.7 показано процес очищення різьбового з'єднання приводного валу автомобіля Citroën C4 Picasso I (UD_) із застосуванням проникаючої мастильної рідини типу WD-40. Дана операція виконується після попереднього механічного очищення та спрямована на розм'якшення корозійних відкладень, зменшення сили тертя в різьбі та полегшення подальшого відкручування гайки. Використання проникаючих мастил дозволяє знизити ризик пошкодження різьбового з'єднання та підвищує ефективність демонтажних робіт.



Рис. 2.2.2.7. Обробка різьбового з'єднання приводного валу проникаючою мастильною рідиною перед демонтажем на автомобілі Citroën C4 Picasso I (UD_) [27].

На рисунку 2.2.2.8 показано процес послаблення гайки кріплення приводного валу (ШРУСа) автомобіля Citroën C4 Picasso I (UD_) за допомогою торцевої головки відповідного розміру та воротка. Дана операція виконується після попереднього очищення та обробки різьбового з'єднання проникаючою мастильною рідиною. Послаблення гайки є необхідним етапом перед демонтажем приводного валу та подальшим розбиранням вузлів підвіски. При виконанні цієї операції важливо забезпечити надійну фіксацію маточини для запобігання її провертання.



Рис. 2.2.2.8. Послаблення гайки кріплення приводного валу (ШРУСа) на автомобілі Citroën C4 Picasso I (UD_) [27].

На рисунку 2.2.2.9 зображено процес очищення з'єднань нижнього важеля підвіски автомобіля Citroën C4 Picasso I (UD_) за допомогою металевої щітки та проникаючої мастильної рідини. Очищення контактних поверхонь і різьбових з'єднань дозволяє видалити бруд, іржу та продукти зношування, що значно полегшує подальший демонтаж елементів підвіски. Виконання цієї операції

сприяє зменшенню ризику пошкодження кріпильних деталей і підвищує ефективність ремонтних робіт.



Рис. 2.2.2.9. Очищення з'єднань нижнього важеля підвіски перед демонтажем на автомобілі Citroën C4 Picasso I (UD_) [27].

На рисунку 2.2.2.10 показано процес відкручування кріплення кульової опори до нижнього важеля підвіски автомобіля Citroën C4 Picasso I (UD_) за допомогою торцевої головки та воротка. Дана операція є одним із ключових етапів демонтажу, оскільки забезпечує від'єднання важеля від поворотного кулака. Перед виконанням відкручування необхідно провести очищення різьбових з'єднань для зменшення опору та запобігання пошкодженню кріпильних елементів. Правильне виконання цієї операції забезпечує безпечне роз'єднання вузлів підвіски.



Рис. 2.2.2.10. Відкручування кріплення кульової опори до нижнього важеля підвіски автомобіля Citroën C4 Picasso I (UD_) [27].

На рисунку 2.2.2.11 зображено процес від'єднання кульової опори від нижнього важеля підвіски автомобіля Citroën C4 Picasso I (UD_) із застосуванням спеціального знімача. Використання знімача кульових опор дозволяє здійснити роз'єднання шарнірного з'єднання без ударних навантажень, що запобігає пошкодженню деталей та забезпечує збереження їх геометрії. Дана операція є одним із ключових етапів демонтажу, оскільки забезпечує відокремлення важеля від поворотного кулака та подальшу можливість його зняття.

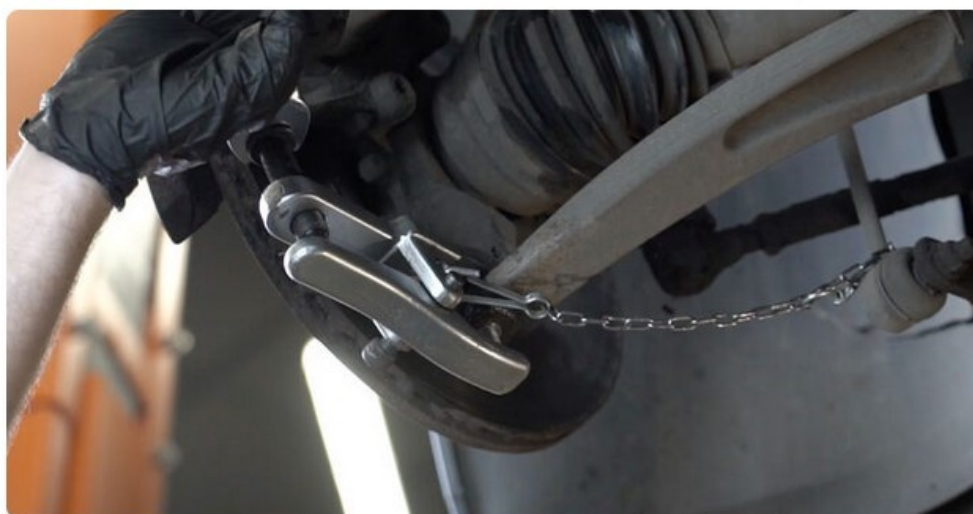


Рис. 2.2.2.11. Від'єднання кульової опори від нижнього важеля підвіски за допомогою знімача на автомобілі Citroën C4 Picasso I (UD_) [27].

На рисунку 2.2.2.12 зображено процес від'єднання кульової опори від нижнього важеля підвіски автомобіля Citroën C4 Picasso I (UD_) із застосуванням спеціального знімача. Використання знімача кульових опор дозволяє здійснити роз'єднання шарнірного з'єднання без ударних навантажень, що запобігає пошкодженню деталей та забезпечує збереження їх геометрії. Дана операція є одним із ключових етапів демонтажу, оскільки забезпечує відокремлення важеля від поворотного кулака та подальшу можливість його зняття.



Рис. 2.2.2.12. Від'єднання кульової опори від нижнього важеля підвіски за допомогою знімача на автомобілі Citroën C4 Picasso I (UD_) [27].

На рисунку 2.2.2.13 показано процес остаточного від'єднання кульової опори від нижнього важеля підвіски автомобіля Citroën C4 Picasso I (UD_) із застосуванням монтажного важеля (ломика). Даний метод використовується як допоміжний після попереднього послаблення з'єднання за допомогою спеціального знімача. При виконанні цієї операції прикладається контрольоване зусилля для роз'єднання конічного з'єднання без пошкодження посадкових поверхонь. Важливо дотримуватись обережності, щоб уникнути деформації елементів підвіски та забезпечити безпечне виконання робіт.



Рис. 2.2.2.13. Остаточне від'єднання кульової опори від нижнього важеля підвіски за допомогою монтажного важеля на автомобілі Citroën C4 Picasso I (UD_) [27].

На рисунку 2.2.2.14 показано процес зняття опори з-під поворотного кулака автомобіля Citroën C4 Picasso I (UD_) після від'єднання кульової опори від нижнього важеля підвіски. Дана операція виконується після завершення основних демонтажних робіт і передбачає обережне опускання підтримуючого пристрою (гідравлічного домкрата). Важливо здійснювати опускання плавно, без ривків, щоб уникнути пошкодження елементів підвіски, приводного валу та суміжних вузлів. Дотримання цієї вимоги забезпечує безпечне завершення етапу демонтажу.



Рис. 2.2.2.14. Зняття опори з-під поворотного кулака після від'єднання елементів підвіски автомобіля Citroën C4 Picasso I (UD_) [27].

На рисунку 2.2.2.15 показано процес від'єднання приводного валу (ШРУСа) від поворотного кулака автомобіля Citroën C4 Picasso I (UD_). Дана операція виконується після послаблення гайки кріплення та забезпечує можливість подальшого демонтажу елементів підвіски, зокрема нижнього важеля. При виконанні цієї операції важливо контролювати положення приводного валу та не допускати його вільного провисання, оскільки це може призвести до пошкодження шарніра рівних кутових швидкостей або його ущільнень. Правильне виконання операції забезпечує збереження працездатності трансмісійного вузла.

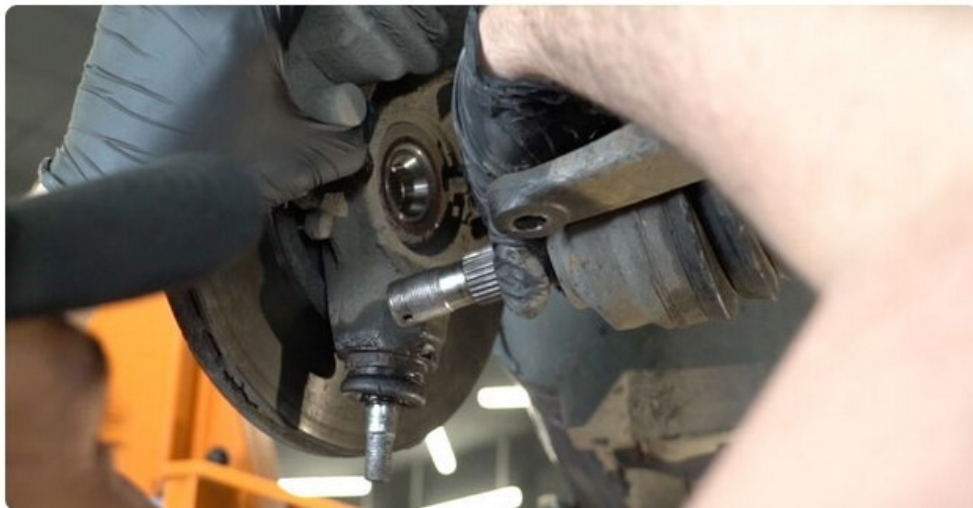


Рис. 2.2.2.15. Від'єднання приводного валу (ШРУСа) від поворотного кулака автомобіля Citroën C4 Picasso I (UD_) [27].

На рисунку 2.2.2.16 зображено процес відкручування переднього кріплення нижнього важеля підвіски автомобіля Citroën C4 Picasso I (UD_) із використанням механізованого інструменту та відповідної оснастки (Torx T50 і торцева головка). Дана операція є одним із завершальних етапів демонтажу важеля, оскільки забезпечує його від'єднання від підрамника. Застосування механізованого інструменту дозволяє зменшити трудомісткість робіт і забезпечує ефективне

відкручування різьбових з'єднань, які можуть бути піддані значним навантаженням і корозії під час експлуатації.



Рис. 2.2.2.16. Відкручування переднього кріплення нижнього важеля підвіски від підрамника автомобіля Citroën C4 Picasso I (UD_) [27].

На рисунку 2.2.2.17 показано процес вибивання переднього кріпильного елемента нижнього важеля підвіски автомобіля Citroën C4 Picasso I (UD_) за допомогою борідка та молотка. Дана операція виконується після попереднього відкручування різьбового з'єднання і необхідна для повного вивільнення важеля з посадкового місця. У процесі демонтажу можуть виникати труднощі, пов'язані з корозією або щільною посадкою елементів, тому застосування ударного інструменту дозволяє забезпечити їх ефективне відокремлення. При цьому важливо контролювати силу удару, щоб уникнути пошкодження суміжних деталей підвіски.



Рис. 2.2.2.17. Вибивання переднього кріплення нижнього важеля підвіски автомобіля Citroën C4 Picasso I (UD_) [27].

На рисунку 2.2.2.18 показано процес відкручування заднього кріплення нижнього важеля підвіски автомобіля Citroën C4 Picasso I (UD_) до підрамника із застосуванням механізованого інструменту та відповідної оснастки (Torx T50 і торцева головка). Дана операція є завершальним етапом від'єднання важеля від кузова, після чого він може бути повністю демонтований. Використання механізованого інструменту дозволяє ефективно долати опір різьбових з'єднань, які зазнають впливу корозії та значних експлуатаційних навантажень. Правильне виконання цієї операції забезпечує безпечний і швидкий демонтаж вузла підвіски.



Рис. 2.2.2.18. Відкручування заднього кріплення нижнього важеля підвіски від підрамника автомобіля Citroën C4 Picasso I (UD_) [27].

На рисунку 2.2.2.19 показано процес вилучення заднього кріпильного елемента нижнього важеля підвіски автомобіля Citroën C4 Picasso I (UD_) після його попереднього відкручування. Видалення болта є завершальним етапом від'єднання важеля від підрамника, що забезпечує можливість повного демонтажу даного елемента підвіски. У процесі виконання цієї операції необхідно контролювати положення важеля та суміжних вузлів для запобігання їх раптовому зміщенню або падінню.



Рис. 2.2.2.19. Відкручування заднього кріплення нижнього важеля підвіски від підрамника автомобіля Citroën C4 Picasso I (UD_) [27].

На рисунку 2.2.2.20 показано процес повного демонтажу нижнього важеля підвіски автомобіля Citroën C4 Picasso I (UD_) після від'єднання всіх кріпильних елементів і шарнірних з'єднань. Зняття важеля виконується із застосуванням монтажного інструменту, що дозволяє акуратно вивільнити його з посадкових місць. Дана операція є завершальним етапом демонтажу, після якого відкривається можливість проведення діагностики, ремонту або заміни елемента.

Важливо контролювати положення суміжних вузлів підвіски, щоб уникнути їх пошкодження під час вилучення важеля.



Рис. 2.2.2.20. Демонтаж нижнього важеля підвіски автомобіля Citroën C4 Picasso I (UD_) [27].

На рисунку 2.2.2.21 показано процес очищення посадкових місць і різьбових з'єднань кріплення нижнього важеля підвіски автомобіля Citroën C4 Picasso I (UD_) після його демонтажу. Очищення виконується із застосуванням металевої щітки та проникаючої мастильної рідини, що дозволяє видалити корозійні нашарування, бруд і залишки старих мастильних матеріалів. Даний етап є важливим перед встановленням нового важеля, оскільки забезпечує правильну посадку елемента, надійність кріплення та підвищує довговічність вузла підвіски.



Рис. 2.2.2.21. Очищення посадкових місць і різьбових з'єднань перед встановленням нового нижнього важеля підвіски автомобіля Citroën C4 Picasso I (UD_) [27].

На рисунку 2.2.2.22 показано процес встановлення нового нижнього важеля підвіски автомобіля Citroën C4 Picasso I (UD_) у посадкові місця після завершення підготовчих операцій. Монтаж виконується з урахуванням правильного позиціонування елемента відносно підрамника та поворотного кулака. Особливу увагу необхідно приділяти використанню нових кріпильних елементів (болтів і гайок), а також недопущенню пошкодження пильника кульової опори, що забезпечує герметичність і довговічність шарнірного з'єднання. Правильне встановлення важеля є ключовим фактором забезпечення надійної роботи підвіски



Рис. 2.2.2.22. Встановлення нового нижнього важеля підвіски автомобіля Citroën C4 Picasso I (UD_) [27].

На рисунку 2.2.2.23 показано процес встановлення кріпильних елементів нижнього важеля підвіски автомобіля Citroën C4 Picasso I (UD_) після його позиціонування у посадкових місцях. Монтаж болтів і гайок здійснюється з

дотриманням співвісності отворів та правильного розташування елемента відносно підрамника. На даному етапі виконується попереднє закручування кріплень без остаточного затягування, що дозволяє забезпечити правильне центрування важеля перед прикладанням необхідного крутного моменту.



Рис. 2.2.2.23. Встановлення кріпильних елементів нижнього важеля підвіски автомобіля Citroën C4 Picasso I (UD_) [27].

На рисунку 2.2.2.24 показано процес закручування переднього кріплення нижнього важеля підвіски автомобіля Citroën C4 Picasso I (UD_) із застосуванням механізованого інструменту та відповідної оснастки (Torx T50 і торцева головка). На даному етапі виконується попереднє закріплення важеля у підрамнику, що забезпечує його фіксацію перед остаточним затягуванням із заданим крутним моментом. Використання механізованого інструменту дозволяє підвищити продуктивність виконання робіт і забезпечити рівномірне загвинчування різьбових з'єднань.



Рис. 2.2.2.24. Закручування переднього кріплення нижнього важеля підвіски автомобіля Citroën C4 Picasso I (UD_) [27].

На рисунку 2.2.2.25 показано процес закручування заднього кріплення нижнього важеля підвіски автомобіля Citroën C4 Picasso I (UD_) до підрамника із застосуванням механізованого інструменту та відповідної оснастки (Torx T50 і торцева головка). Дана операція виконується після встановлення важеля в посадкові місця і забезпечує його попередню фіксацію перед остаточним затягуванням із заданим крутним моментом. Правильне виконання цього етапу гарантує надійне кріплення елемента та стабільність роботи підвіски під час експлуатації.



Рис. 2.2.2.25. Закручування заднього кріплення нижнього важеля підвіски автомобіля Citroën C4 Picasso I (UD_) [27].

На рисунку 2.2.2.26 показано процес остаточного затягування переднього кріплення нижнього важеля підвіски автомобіля Citroën C4 Picasso I (UD_) із застосуванням динамометричного ключа. Затягування виконується з дотриманням регламентованого крутного моменту 111 Н·м, що забезпечує необхідну силу притискання з'єднання та запобігає його самовідгвинчуванню під час експлуатації. Використання динамометричного ключа є обов'язковою умовою якісного виконання монтажних робіт, оскільки дозволяє досягти точності та надійності кріплення елементів підвіски.



Рис. 2.2.2.26. Затягування переднього кріплення нижнього важеля підвіски з регламентованим крутним моментом на автомобілі Citroën C4 Picasso I (UD_) [27].

На рисунку 2.2.2.27 показано процес остаточного затягування заднього кріплення нижнього важеля підвіски автомобіля Citroën C4 Picasso I (UD_) із застосуванням динамометричного ключа. Затягування виконується з дотриманням регламентованого крутного моменту 111 Н·м, що забезпечує необхідну жорсткість і надійність кріплення важеля до підрамника. Дотримання заданих параметрів затягування є критично важливим для забезпечення

довговічності вузла, запобігання ослабленню з'єднань та стабільної роботи підвіски в умовах експлуатаційних навантажень.



Рис. 2.2.2.27. Затягування заднього кріплення нижнього важеля підвіски з регламентованим крутним моментом на автомобілі Citroën C4 Picasso I (UD_) [27].

На рисунку 2.2.2.28 показано процес очищення шліцьової частини приводного валу (ШРУСа) автомобіля Citroën C4 Picasso I (UD_) за допомогою металевої щітки та проникаючої мастильної рідини. Дана операція виконується перед встановленням валу у поворотний кулак і спрямована на видалення забруднень, корозії та залишків старого мастила. Очищення шліців забезпечує надійне з'єднання елементів, полегшує монтаж і сприяє рівномірному розподілу навантажень у з'єднанні.



Рис. 2.2.2.28. Очищення шліцьової частини приводного валу (ШРУСа) перед встановленням на автомобілі Citroën C4 Picasso I (UD_) [27].

На рисунку 2.2.2.29 показано процес встановлення приводного валу (ШРУСа) у поворотний кулак автомобіля Citroën C4 Picasso I (UD_) після попереднього очищення шліцьового з'єднання. Монтаж виконується шляхом акуратного суміщення шліців та введення валу в посадкове місце без перекосів. Даний етап є важливим для забезпечення правильного передавання крутного моменту та довговічності з'єднання. При встановленні необхідно уникати пошкодження ущільнень та забезпечити щільне прилягання елементів.



Рис. 2.2.2.29. Встановлення приводного валу (ШРУСа) у поворотний кулак автомобіля Citroën C4 Picasso I (UD_) [27].

На рисунку 2.2.2.30 показано процес відкручування нижнього кріплення амортизаційної стійки до поворотного кулака автомобіля Citroën C4 Picasso I (UD_) із застосуванням комбінованого ключа та механізованого інструменту. Дана операція виконується з метою роз'єднання елементів підвіски для забезпечення доступу до монтажних зон або коригування положення вузлів під час складання. Використання відповідного інструменту дозволяє ефективно подолати опір різьбових з'єднань, що зазнають впливу корозії та експлуатаційних навантажень. Важливо забезпечити фіксацію суміжних елементів для запобігання їх неконтрольованому зміщенню.



Рис. 2.2.2.30. Відкручування нижнього кріплення амортизаційної стійки до поворотного кулака автомобіля Citroën C4 Picasso I (UD_) [27].

На рисунку 2.2.2.31 показано процес демонтажу кріпильних болтів після попереднього підпору поворотного кулака автомобіля Citroën C4 Picasso I (UD_) за допомогою гідравлічного домкрата. Підпір необхідний для зняття навантаження з кріпильних елементів і запобігання неконтрольованому зміщенню вузла під час демонтажу. Видалення болтів забезпечує можливість подальшого роз'єднання елементів підвіски та проведення ремонтних або монтажних робіт. Дотримання цієї послідовності є важливим для безпечного виконання операцій.



Рис. 2.2.2.31. Демонтаж кріпильних болтів після підпору поворотного кулака автомобіля Citroën C4 Picasso I (UD_) [27].

На рисунку 2.2.2.32 показано процес від'єднання поворотного кулака від амортизаційної стійки автомобіля Citroën C4 Picasso I (UD_) після попереднього демонтажу кріпильних болтів. Дана операція забезпечує роз'єднання основних елементів підвіски, що необхідно для виконання ремонтних або монтажних робіт. Від'єднання здійснюється після зняття навантаження з вузла, що дозволяє уникнути перекосів і пошкодження контактних поверхонь. Правильне виконання цього етапу сприяє збереженню геометрії деталей та забезпечує надійність подальшого складання.



Рис. 2.2.2.32. Від'єднання поворотного кулака від амортизаційної стійки автомобіля Citroën C4 Picasso I (UD_) [27].

На рисунку 2.2.2.33 показано процес приєднання кульової опори до нижнього важеля підвіски автомобіля Citroën C4 Picasso I (UD_) після встановлення основних елементів вузла. Монтаж здійснюється шляхом суміщення шарнірного з'єднання та введення пальця кульової опори у відповідне посадкове місце важеля. Даний етап є важливим для відновлення кінематичного зв'язку між елементами підвіски та забезпечення їх правильної роботи. При виконанні операції необхідно контролювати положення деталей і уникати пошкодження захисного пильника кульової опори.



Рис. 2.2.2.33. Приєднання кульової опори до нижнього важеля підвіски автомобіля Citroën C4 Picasso I (UD_) [27].

На рисунку 2.2.2.34 показано процес зняття опори з-під поворотного кулака автомобіля Citroën C4 Picasso I (UD_) після завершення монтажу кульової опори та основних елементів підвіски. Дана операція виконується шляхом плавного опускання гідравлічного домкрата, що дозволяє рівномірно передати навантаження на вузол підвіски. Важливо уникати різких рухів під час опускання, оскільки це може призвести до пошкодження з'єднань або деформації елементів. Правильне виконання цього етапу забезпечує завершення монтажних робіт без порушення геометрії вузла.



Рис. 2.2.2.34. Зняття опори з-під поворотного кулака після монтажу елементів підвіски автомобіля Citroën C4 Picasso I (UD_) [27].

На рисунку 2.2.2.35 показано процес фіксації амортизаційної стійки у поворотному кулаку автомобіля Citroën C4 Picasso I (UD_) після виконання монтажних операцій. Дана операція передбачає правильне позиціонування елементів та їх суміщення для подальшого встановлення кріпильних болтів. Надійне з'єднання амортизаційної стійки з поворотним кулаком забезпечує

стабільність роботи підвіски, правильну геометрію коліс і безпечну експлуатацію транспортного засобу.



Рис. 2.2.2.35. Фіксація амортизаційної стійки у поворотному кулаку автомобіля Citroën C4 Picasso I (UD_) [27].

На рисунку 2.2.2.36 показано процес встановлення кріпильних болтів амортизаційної стійки у поворотному кулаку автомобіля Citroën C4 Picasso I (UD_) після їх попереднього суміщення. Дана операція забезпечує фіксацію стійки у заданому положенні та підготовку до остаточного затягування з регламентованим крутним моментом. Правильне встановлення кріпильних елементів є важливим для забезпечення жорсткості вузла, стабільності геометрії підвіски та рівномірного розподілу навантажень під час експлуатації транспортного засобу.



Рис. 2.2.2.36. Встановлення кріпильних болтів амортизаційної стійки у поворотному кулаку автомобіля Citroën C4 Picasso I (UD_) [27].

На рисунку 2.2.2.37 показано процес закручування кріпильних елементів, що з'єднують амортизаційну стійку з поворотним кулаком автомобіля Citroën C4 Picasso I (UD_) із застосуванням комбінованого ключа та механізованого інструменту. Дана операція виконується після встановлення болтів і забезпечує попередню фіксацію з'єднання перед остаточним затягуванням із регламентованим крутним моментом. Використання відповідного інструменту дозволяє забезпечити рівномірне закручування та підвищує ефективність виконання монтажних робіт.



Рис. 2.2.2.37. Закручування кріплення амортизаційної стійки до поворотного кулака автомобіля Citroën C4 Picasso I (UD_) [27].



Рис. 2.2.2.38. Закручування кріплення амортизаційної стійки до поворотного кулака автомобіля Citroën C4 Picasso I (UD_) [27].

На рисунку 2.2.2.39 показано процес остаточного затягування нижніх кріпильних елементів амортизаційної стійки до поворотного кулака автомобіля Citroën C4 Picasso I (UD_) із застосуванням динамометричного ключа. Затягування виконується з дотриманням регламентованого крутного моменту 90 Н·м, що забезпечує надійність з'єднання та запобігає його ослабленню під час експлуатації. Використання динамометричного інструменту дозволяє досягти необхідної точності затягування та гарантує стабільну роботу елементів підвіски.



Рис. 2.2.2.39. Затягування нижнього кріплення амортизаційної стійки до поворотного кулака з регламентованим крутним моментом на автомобілі Citroën C4 Picasso I (UD_) [27].

На рисунку показано процес остаточного затягування гайки приводного валу (ШРУСа) автомобіля Citroën C4 Picasso I (UD_) із застосуванням динамометричного ключа. Затягування виконується з дотриманням регламентованого крутного моменту 280 Н·м, що забезпечує надійну фіксацію приводного валу в маточині колеса та правильну передачу крутного моменту від

трансмисії. Недотримання заданого моменту може призвести до ослаблення з'єднання або передчасного зношування підшипника маточини, тому використання динамометричного інструменту є обов'язковим.



Рис. 2.2.2.40. Затягування гайки приводного валу (ШРУСа) з регламентованим крутним моментом на автомобілі Citroën C4 Picasso I (UD_) [27].

На рисунку 2.2.2.41 показано процес встановлення шплінта гайки приводного валу (ШРУСа) автомобіля Citroën C4 Picasso I (UD_) після її остаточного затягування. Шплінт встановлюється у відповідний отвір та фіксує гайку від самовідгвинчування під час експлуатації транспортного засобу. Дана операція є важливим елементом забезпечення безпеки, оскільки запобігає ослабленню різьбового з'єднання та втраті надійності вузла трансмісії.



Рис. 2.2.2.41. Встановлення шпінта гайки приводного валу (ШРУСа) автомобіля Citroën C4 Picasso I (UD_) [27].

На рисунку 2.2.2.42 показано процес закручування кріпильних елементів кульової опори до нижнього важеля підвіски автомобіля Citroën C4 Picasso I (UD_) із застосуванням торцевої головки та механізованого інструменту. Дана операція виконується після встановлення кульової опори у посадкове місце та забезпечує її надійну фіксацію. Правильне затягування кріплень є важливим для забезпечення міцності з'єднання, стабільності роботи підвіски та безпечної експлуатації транспортного засобу.



Рис. 2.2.2.42. Закручування кріплення кульової опори до нижнього важеля підвіски автомобіля Citroën C4 Picasso I (UD_) [27].

На рисунку. 2.2.2.43 показано процес остаточного затягування кріплення кульової опори до нижнього важеля підвіски автомобіля Citroën C4 Picasso I (UD_) із застосуванням динамометричного ключа. Затягування виконується з дотриманням регламентованого крутного моменту 50 Н·м, що забезпечує надійну фіксацію шарнірного з'єднання та запобігає його ослабленню під час експлуатації. Використання динамометричного інструменту дозволяє досягти необхідної точності затягування і гарантує стабільну роботу підвіски.



Рис. 2.2.2.43. Затягування кріплення кульової опори до нижнього важеля підвіски з регламентованим крутним моментом на автомобілі Citroën C4 Picasso I (UD_) [27].

На рисунку 2.2.2.44 показано процес обробки різьбових з'єднань та контактних поверхонь нижнього важеля підвіски автомобіля Citroën C4 Picasso I (UD_) із застосуванням мідного мастила. Дана операція виконується після завершення монтажу та спрямована на захист з'єднань від корозії, зменшення тертя та запобігання закисанню кріпильних елементів під час подальшої експлуатації. Використання мідного мастила сприяє підвищенню довговічності вузлів та полегшує їх майбутній демонтаж.



Рис. 2.2.2.44. Обробка різьбових з'єднань нижнього важеля підвіски мідним мастилом на автомобілі Citroën C4 Picasso I (UD_) [27].

На рисунку показано процес очищення посадкового місця колісного диска на маточині автомобіля Citroën C4 Picasso I (UD_) за допомогою металевої щітки. Дана операція виконується перед встановленням колеса та спрямована на видалення бруду, корозійних нашарувань і залишків старих матеріалів, що можуть перешкоджати щільному прилягання диска. Якісне очищення забезпечує правильну посадку колеса, рівномірний розподіл навантаження та зменшує ризик виникнення биття або ослаблення кріплення під час експлуатації.



Рис. 2.2.2.45. Очищення посадкового місця колісного диска перед встановленням на автомобілі Citroën C4 Picasso I (UD_) [27].

На рисунку 2.2.2.46 показано процес обробки поверхні контакту гальмівного диска з колісним диском автомобіля Citroën C4 Picasso I (UD_) із застосуванням мідного мастила. Дана операція виконується після очищення посадкових поверхонь і спрямована на запобігання корозії, зменшення прикипання деталей та забезпечення рівномірного прилягання колісного диска. Використання мідного мастила сприяє підвищенню довговічності з'єднання та полегшує подальший демонтаж колеса під час технічного обслуговування.



Рис. 2.2.2.46. Обробка контактної поверхні гальмівного диска мідним мастилом перед встановленням колеса на автомобілі Citroën C4 Picasso I (UD_) [27].

На рисунку 2.2.2.47 показано процес очищення робочої поверхні гальмівного диска автомобіля Citroën C4 Picasso I (UD_) із застосуванням спеціального очищувача гальм. Дана операція виконується після нанесення мастильних матеріалів на суміжні поверхні з метою видалення їх залишків, а також бруду і жирових відкладень. Очищення гальмівного диска є важливим етапом, оскільки забезпечує належне тертя між гальмівними колодками та диском, що безпосередньо впливає на ефективність гальмування та безпеку руху.



Рис. 2.2.2.47. Очищення робочої поверхні гальмівного диска спеціальним очищувачем на автомобілі Citroën C4 Picasso I (UD_) [27].

На рисунку 2.2.2.48 показано процес встановлення колеса на маточину автомобіля Citroën C4 Picasso I (UD_) після завершення ремонтних робіт із підвіскою. Колесо встановлюється шляхом суміщення отворів диска з різьбовими елементами маточини з подальшим наживленням кріпильних болтів. Під час виконання цієї операції необхідно утримувати колесо для запобігання його падінню та забезпечення безпечних умов праці. Правильне встановлення колеса є

необхідною умовою подальшого надійного кріплення та безпечної експлуатації транспортного засобу.



Рис. 2.2.2.48. Встановлення колеса на автомобіль Citroën C4 Picasso I (UD_) після завершення ремонтних робіт [27].

На рисунку 2.2.2.49 показано процес закручування колісних болтів автомобіля Citroën C4 Picasso I (UD_) із застосуванням механізованого інструменту та ударної торцевої головки. Дана операція виконується після встановлення колеса і перед остаточним затягуванням із регламентованим крутним моментом. Попереднє закручування забезпечує правильне центрування колеса відносно маточини та рівномірний розподіл навантаження між кріпильними елементами.



Рис. 2.2.2.49. Закручування колісних болтів після встановлення колеса на автомобілі Citroën C4 Picasso I (UD_) [27].

На рисунку показано 2.2.2.50 процес остаточного затягування колісних болтів автомобіля Citroën C4 Picasso I (UD_) після опускання транспортного засобу на опорну поверхню. Затягування виконується із застосуванням динамометричного ключа з дотриманням регламентованого крутного моменту 100 Н·м у хрестоподібній послідовності. Такий підхід забезпечує рівномірний розподіл навантаження між болтами, правильне центрування колеса та запобігає виникненню перекосів, що є важливим для безпечної експлуатації автомобіля.



Рис. 2.2.2.50. Остаточне затягування колісних болтів із регламентованим крутним моментом на автомобілі Citroën C4 Picasso I (UD_) [27].

На рисунку 2.2.2.51 показано процес зняття підйомних засобів та противідкатних упорів після завершення ремонтних робіт на автомобілі Citroën C4 Picasso I (UD_). Дана операція виконується після повного складання вузлів, встановлення колеса та остаточного затягування кріпильних елементів. Видалення домкратів і упорів свідчить про завершення технологічного процесу та готовність транспортного засобу до подальшої експлуатації. При цьому необхідно переконатися у стійкому положенні автомобіля на опорній поверхні.



Рис. 2.2.2.51. Зняття підйомних засобів та противідкатних упорів після завершення ремонтних робіт на автомобілі Citroën C4 Picasso I (UD_) [27].

Для більш точного ознайомлення з ремонтними роботами можна ознайомитись з відповідними джерелами [28-49].

На кафедрі професійної освіти, ресторанного і туристичного бізнесу, факультет технологій та інформаційних систем проводиться систематизація робіт присвячених ремонтним роботам в галузі автомобільного транспорту, а також дослідженням зносостійкості та комплексу фізико-механічних властивостей [50-71].

Висновки до розділу 2.

1. У результаті виконаного аналізу встановлено, що технологічні процеси заміни котушки запалювання на автомобілі Citroën C4 II (B7) та переднього нижнього важеля підвіски автомобіля Citroën C4 Picasso I (UD_) є важливими складовими системи технічного обслуговування, які безпосередньо впливають на надійність, безпеку та експлуатаційні характеристики транспортного засобу.

2. Визначено, що заміна котушки запалювання належить до відносно простих технологічних операцій, однак вимагає дотримання чіткої послідовності дій, чистоти робочої зони та використання відповідного інструменту. Якісне виконання цієї операції забезпечує стабільність іскроутворення, зменшення втрат енергії та підвищення ефективності роботи двигуна внутрішнього згоряння.

3. Досліджено, що технологія заміни переднього нижнього важеля підвіски є більш складною та трудомісткою, оскільки пов'язана з демонтажем значної кількості елементів підвіски та трансмісії. Встановлено, що ключовими факторами успішного виконання даної операції є використання спеціалізованого інструменту, дотримання правил техніки безпеки, а також точне витримування регламентованих моментів затягування різьбових з'єднань.

4. Особливу увагу приділено підготовчим та завершальним операціям, зокрема очищенню контактних поверхонь, обробці різьбових з'єднань мастильними матеріалами та застосуванню динамометричного інструменту. Це дозволяє підвищити довговічність вузлів, зменшити ризик корозійних пошкоджень і забезпечити надійність з'єднань у процесі експлуатації.

5. Таким чином, проведений аналіз показує, що дотримання технологічних регламентів під час виконання ремонтних робіт є визначальним чинником забезпечення працездатності автомобіля. Раціональна організація процесу технічного обслуговування, використання якісних матеріалів та інструментів сприяють підвищенню експлуатаційної надійності, безпеки руху та зниженню витрат на ремонт і обслуговування транспортних засобів.

Розділ 3. ОХОРОНА ПРАЦІ ПРИ ВИКОНАННІ ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ АВТОМОБІЛІВ

3.1. Загальні положення охорони праці

Проведення профілактично-ремонтних робіт в автомобілях здійснюється в умовах спеціалізованих ремонтних зон, станцій технічного обслуговування або навчально-виробничих майстерень. Умови праці при виконанні таких робіт характеризуються наявністю ряду потенційно небезпечних і шкідливих виробничих факторів, що обумовлено використанням механічного та електричного інструменту, підйомно-транспортного обладнання та контактом із забрудненими деталями та технічними рідинами [72-87].

Загальні вимоги безпеки при виконанні ремонтних робіт на автомобільному транспорті регламентуються чинними нормативно-правовими актами України, зокрема Верховна Рада України через відповідні документи з охорони праці, а також галузевими правилами та стандартами. Основним документом є НПАОП 0.00-1.62-12, який встановлює обов'язкові вимоги безпеки під час технічного обслуговування та ремонту транспортних засобів [88].

Перед початком виконання ремонтних робіт працівник повинен пройти відповідний інструктаж з охорони праці, перевірити справність інструменту та обладнання, а також впевнитися у безпечному стані робочого місця. Особлива увага приділяється надійній фіксації автомобіля (використання домкратів, підставок, противідкатних упорів), що запобігає його самовільному переміщенню під час виконання робіт. Крім того, перед початком робіт необхідно вимкнути двигун і, за потреби, від'єднати акумуляторну батарею для уникнення ураження електричним струмом [89].

Під час виконання ремонтних операцій необхідно суворо дотримуватись технологічних інструкцій та правил безпечної роботи з інструментом.

Забороняється використовувати несправний або невідповідний інструмент, а також виконувати роботи без застосування засобів індивідуального захисту (рукавиці, спецодяг, захисне взуття). Роботи, пов'язані з підняттям автомобіля або демонтажем вузлів підвіски, повинні виконуватись із використанням справних підйомних пристроїв і тільки після надійної фіксації транспортного засобу. Недотримання цих вимог може призвести до травматизму та пошкодження обладнання.

Особливу небезпеку становлять роботи з використанням хімічних речовин (мастил, очищувачів, проникаючих рідин), які можуть мати токсичну або пожежонебезпечну дію. У зв'язку з цим необхідно забезпечити належну вентиляцію робочої зони та уникати контакту речовин зі шкірою та органами дихання. Відповідно до вимог пожежної безпеки, виробничі приміщення повинні бути оснащені первинними засобами пожежогасіння (вогнегасниками), що дозволяє оперативно ліквідувати можливі загоряння [90].

Після завершення ремонтних робіт необхідно перевірити надійність усіх з'єднань, правильність встановлення вузлів і агрегатів, а також прибрати робоче місце. Використані матеріали та відходи повинні утилізуватися відповідно до екологічних норм. Робоче місце має бути приведене у безпечний стан, а інструмент — очищений та розміщений у відведених місцях.

Таким чином, дотримання загальних вимог безпеки при виконанні ремонтних робіт є обов'язковою умовою забезпечення безпечних умов праці, запобігання виробничому травматизму та підвищення ефективності технічного обслуговування і ремонту автомобілів.

3.2. Аналіз небезпечних і шкідливих факторів

Під час виконання ремонтних робіт на автомобілях, зокрема при заміні котушки запалювання та елементів підвіски, працівник піддається впливу комплексу небезпечних і шкідливих виробничих факторів. Їх своєчасне виявлення та врахування є необхідною умовою забезпечення безпечних умов

праці відповідно до вимог Закон України «Про охорону праці» та НПАОП 0.00-1.28-10.

3.2.1. Механічні фактори

До механічних небезпек належать ризики травмування, пов'язані з використанням інструменту, підйомом автомобіля та взаємодією з рухомими або навантаженими елементами конструкції. Найбільш характерними є:

- можливість падіння автомобіля при неправильному використанні домкрата або відсутності страхувальних підставок;
- травмування рук під час демонтажу вузлів (важеля підвіски, кульових опор, кріплень);
- ризик ударів або защемлення при використанні знімачів, молотків, важелів;

самовільне зміщення деталей підвіски або трансмісії під дією залишкових напружень.

Особливу небезпеку становлять роботи, пов'язані з підвіскою, де елементи перебувають під дією пружних сил, що може призвести до різкого вивільнення енергії.

3.2.2. Електричні фактори

Електричні небезпеки виникають під час роботи з бортовою мережею автомобіля та акумуляторною батареєю. До них належать:

- ураження електричним струмом при контакті з оголеними провідниками;
- коротке замикання під час демонтажу або підключення електричних роз'ємів;
- іскроутворення при від'єднанні акумулятора, що може призвести до займання;
- пошкодження електронних компонентів через порушення правил роботи з електросистемою.

Особливо це актуально при заміні котушки запалювання, де присутні високовольтні імпульси.

3.2.3. Хімічні фактори

Хімічні небезпеки пов'язані з використанням технічних рідин і допоміжних матеріалів, зокрема:

- моторні та трансмісійні мастила;
- проникаючі рідини (типу WD-40);
- очищувачі гальмівних систем;
- електроконтактні спреї.

Ці речовини можуть чинити шкідливий вплив на організм людини:

- подразнення шкіри та слизових оболонок;
- токсичний вплив при вдиханні парів;
- пожежна небезпека через легкозаймистість.

Згідно з вимогами ДСТУ EN ISO 12100:2014, необхідно мінімізувати контакт працівника з небезпечними речовинами та забезпечити вентиляцію робочої зони.

3.2.4. Фізичні фактори

До фізичних факторів, що впливають на працівника під час ремонтних робіт, належать:

- шум від використання механізованого інструменту (гайковертів, компресорів);
- вібрація, яка передається на руки під час роботи з інструментом;
- температурні впливи (нагріті елементи двигуна, робота в холодних умовах);
- недостатнє освітлення, що ускладнює виконання точних операцій.

Тривалий вплив цих факторів може призводити до професійних захворювань, зниження працездатності та підвищення ризику травматизму.

Таким чином, аналіз небезпечних і шкідливих факторів показує, що ремонтні роботи на автомобілях супроводжуються комплексним впливом механічних, електричних, хімічних та фізичних ризиків. Їх урахування та впровадження відповідних заходів безпеки є необхідною умовою забезпечення безпечної організації праці, зниження рівня травматизму та підвищення ефективності виконання ремонтних операцій.

3.3. Вимоги безпеки перед початком робіт

Безпечне виконання ремонтних робіт на автомобілі значною мірою залежить від правильної підготовки до їх проведення. До початку технологічних операцій (заміна котушки запалювання, елементів підвіски тощо) необхідно виконати комплекс організаційних і технічних заходів, передбачених вимогами Закон України «Про охорону праці» та НПАОП 0.00-1.28-10.

3.3.1. Підготовка робочого місця

Перед початком робіт необхідно забезпечити належний стан робочої зони. Робоче місце повинно бути чистим, добре освітленим та вільним від сторонніх предметів, що можуть перешкоджати виконанню операцій або спричинити травмування. Підлога повинна бути сухою та неслизькою, без наявності розлитих мастильних матеріалів.

Особливу увагу слід приділити організації простору навколо автомобіля, забезпечивши достатній доступ до вузлів, що ремонтуються. У разі використання підйомного обладнання або домкрата необхідно перевірити рівність та міцність опорної поверхні. При виконанні робіт у закритих приміщеннях повинна бути забезпечена ефективна вентиляція для видалення шкідливих парів.

3.3.2. Перевірка інструменту та обладнання

Перед початком ремонтних робіт необхідно перевірити справність і комплектність інструменту та обладнання. Забороняється використовувати інструменти з пошкодженими ручками, зношеними робочими поверхнями або ознаками деформації.

Механізований інструмент (гайковірти, компресори тощо) повинен бути перевірений на надійність кріплень, справність електропроводки та відсутність витоків повітря чи мастильних матеріалів. Особливу увагу слід приділяти динамометричним ключам, які повинні бути відкалібровані для забезпечення точного затягування різьбових з'єднань.

Використання справного інструменту є важливою умовою не лише якості виконання робіт, але й безпеки працівника.

3.3.3. Фіксація автомобіля (домкрат, упори)

Перед виконанням будь-яких ремонтних робіт автомобіль повинен бути надійно зафіксований. Для цього необхідно:

- встановити транспортний засіб на рівну горизонтальну поверхню;
- увімкнути стоянкове гальмо;
- підкласти противідкатні упори під колеса;
- при підйомі автомобіля використовувати справний домкрат;
- додатково застосовувати страхувальні підставки (опори), які забезпечують стійкість автомобіля після підйому.

Забороняється виконувати роботи під автомобілем, який утримується лише домкратом без додаткових опор. Недотримання цієї вимоги створює високий ризик падіння транспортного засобу та отримання важких травм.

3.3.4. Відключення акумулятора

Перед початком робіт, пов'язаних з електросистемою автомобіля (зокрема заміною котушки запалювання), необхідно від'єднати акумуляторну батарею. Як

правило, спочатку від'єднується клема «мінус», що дозволяє уникнути короткого замикання та іскроутворення.

Відключення акумулятора забезпечує:

- захист від ураження електричним струмом;
- запобігання випадковому запуску двигуна;
- захист електронних систем від пошкодження.

Після відключення акумулятора слід переконатися у відсутності напруги в електричних ланцюгах, що обслуговуються.

Таким чином, виконання вимог безпеки перед початком ремонтних робіт є обов'язковою умовою запобігання виробничому травматизму. Раціональна підготовка робочого місця, перевірка інструменту, надійна фіксація автомобіля та відключення акумулятора забезпечують створення безпечних умов праці та підвищують ефективність виконання технологічних операцій.

3.4. Вимоги безпеки під час виконання робіт

Під час виконання ремонтних робіт на автомобілі необхідно суворо дотримуватись вимог охорони праці, технологічних інструкцій та правил безпечного використання обладнання. Недотримання встановлених вимог може призвести до травматизму, пошкодження технічних засобів і зниження якості виконаних робіт. Основні вимоги регламентуються Закон України «Про охорону праці» та НПАОП 0.00-1.28-10.

3.4.1. Безпечна заміна котушки запалювання

Під час заміни котушки запалювання необхідно забезпечити електробезпеку та уникнути пошкодження елементів системи запалювання. Основні вимоги:

- роботи виконувати лише при вимкненому двигуні та відключеному акумуляторі;
- уникати контакту з оголеними електричними провідниками;

- від'єднання електричних роз'ємів здійснювати без застосування надмірного зусилля;
- не допускати потрапляння пилу та сторонніх частинок у свічкові колодязі;
- використовувати діелектричні рукавиці при роботі з електричними компонентами;
- не торкатись елементів системи запалювання одразу після роботи двигуна через можливе підвищення температури.

Дотримання цих вимог забезпечує безпечну експлуатацію електричних систем і запобігає коротким замиканням.

3.4.2. Безпечна робота з підвіскою (важіль, ШРУС, домкрат)

Роботи з елементами підвіски належать до підвищеної небезпеки через наявність навантажених і пружних вузлів. Основні вимоги:

- виконувати роботи тільки після надійної фіксації автомобіля на підставках;
- не перебувати під автомобілем, який утримується лише домкратом;
- перед демонтажем вузлів підвіски знімати навантаження за допомогою додаткових опор;
- використовувати спеціальні знімачі для кульових опор та шарнірів, не застосовувати ударні методи без необхідності;
- контролювати положення приводного валу (ШРУСа) та не допускати його провисання;
- виконувати демонтаж та монтаж деталей плавно, без різких рухів, щоб уникнути травмування.

Особливо небезпечними є операції, пов'язані з від'єднанням шарнірних з'єднань, які можуть супроводжуватись раптовим вивільненням енергії.

3.4.3. Використання інструменту та динамометричних ключів

Під час виконання ремонтних робіт необхідно використовувати лише справний та призначений для конкретних операцій інструмент. Основні вимоги:

- застосовувати інструмент відповідного розміру та типу;
- не використовувати зношений або пошкоджений інструмент;
- при роботі з механізованим інструментом дотримуватись інструкцій виробника;
- використовувати динамометричні ключі для затягування різьбових з'єднань із заданим моментом;
- уникати перевищення або недостатнього затягування кріплень, що може призвести до їх руйнування або самовідгвинчування;
- під час роботи з інструментом утримувати його міцно та займати стійке положення.

Застосування динамометричних ключів є обов'язковим для забезпечення надійності вузлів і безпеки подальшої експлуатації автомобіля.

3.4.3. Заборона небезпечних дій

Під час виконання ремонтних робіт категорично забороняється:

- працювати з несправним інструментом або обладнанням;
- виконувати роботи без використання засобів індивідуального захисту;
- знаходитися під автомобілем без страхувальних опор;
- використовувати відкритий вогонь поблизу легкозаймистих матеріалів;
- торкатись рухомих або нагрітих елементів без відповідного захисту;
- виконувати ремонтні роботи у стані втоми або під впливом алкоголю чи інших речовин;
- залишати інструмент або деталі у моторному відсіку після завершення робіт.

Недотримання цих заборон може призвести до серйозних травм, аварійних ситуацій або пошкодження транспортного засобу.

Таким чином, дотримання вимог безпеки під час виконання ремонтних робіт є ключовим фактором забезпечення безпечних умов праці. Раціональне використання інструменту, контроль технічного стану обладнання та суворе дотримання технологічних регламентів дозволяють мінімізувати ризики травматизму та підвищити якість виконання ремонтних операцій.

3.5. Вимоги безпеки після завершення робіт

Після завершення ремонтних робіт на автомобілі необхідно виконати комплекс заходів, спрямованих на забезпечення безпечної експлуатації транспортного засобу та приведення робочого місця у належний стан. Дотримання цих вимог регламентується Закон України «Про охорону праці» та НПАОП 0.00-1.28-10.

3.5.1. Перевірка кріплень і вузлів

Після виконання ремонтних операцій необхідно провести ретельний контроль правильності складання вузлів і агрегатів. Особливу увагу слід приділити:

- перевірці надійності затягування різьбових з'єднань (болтів, гайок, шплінтів);
- контролю застосування регламентованих моментів затягування за допомогою динамометричного ключа;
- правильності встановлення котушки запалювання, електричних роз'ємів та відсутності пошкоджень проводки;
- перевірці кріплення елементів підвіски (важеля, кульових опор, амортизаційної стійки);
- контролю герметичності та відсутності сторонніх предметів у зоні ремонту.

Недостатньо надійне кріплення або помилки при складанні можуть призвести до відмови вузлів під час руху та створення аварійної ситуації.

3.5.2. Прибирання робочого місця

Після завершення робіт необхідно привести робоче місце у безпечний і впорядкований стан:

- прибрати інструмент та розмістити його у відведених місцях;
- видалити залишки мастильних матеріалів, очищувачів і забруднень з робочої поверхні;
- зібрати та утилізувати відпрацьовані матеріали (ганчір'я, упаковки, використані деталі);
- очистити підлогу від можливих розливів рідин для запобігання ковзанню;
- перевірити відсутність сторонніх предметів у моторному відсіку та під автомобілем.

Дотримання чистоти робочого місця сприяє запобіганню травматизму та підвищує культуру виробництва.

3.5.3. Контроль справності автомобіля

Після складання та перевірки вузлів необхідно виконати контроль працездатності автомобіля:

- підключити акумулятор і перевірити роботу електросистем;
- запустити двигун і оцінити його роботу (відсутність пропусків запалювання, сторонніх шумів);
- перевірити відсутність попереджувальних сигналів на панелі приладів;
- виконати пробне гальмування та перевірку роботи підвіски;
- за можливості провести короткий тестовий заїзд для оцінки поведінки автомобіля в русі.

У разі виявлення відхилень необхідно негайно усунути недоліки до введення автомобіля в експлуатацію.

Таким чином, виконання вимог безпеки після завершення ремонтних робіт є завершальним і обов'язковим етапом технологічного процесу. Контроль якості складання, належне прибирання робочого місця та перевірка справності автомобіля забезпечують безпечну експлуатацію транспортного засобу, знижують ризик аварійних ситуацій і підвищують загальний рівень надійності виконаних ремонтних робіт.

3.6. Засоби індивідуального захисту (ЗІЗ)

Під час виконання ремонтних робіт на автомобілях працівник повинен обов'язково використовувати засоби індивідуального захисту (ЗІЗ), які забезпечують зниження ризику травматизму та впливу небезпечних і шкідливих факторів. Використання ЗІЗ регламентується вимогами Закон України «Про охорону праці», НПАОП 0.00-1.28-10 та ДСТУ EN ISO 12100:2014.

3.6.1. Захисні рукавиці

Захисні рукавиці є одним із основних засобів індивідуального захисту при виконанні ремонтних робіт. Вони призначені для:

- захисту рук від механічних пошкоджень (порізів, подряпин, ударів);
- запобігання контакту шкіри з мастильними матеріалами, технічними рідинами та хімічними речовинами;
- зменшення впливу вібрацій під час роботи з інструментом.

Для виконання робіт із підвіскою та механічними вузлами рекомендується використовувати рукавиці з підвищеною міцністю, а при роботі з електричними компонентами — діелектричні або ізоляційні рукавиці. Рукавиці повинні бути сухими, чистими та відповідати розміру руки працівника.

3.6.2. Захисне взуття

Захисне взуття є обов'язковим елементом екіпірування при проведенні ремонтних робіт і повинно відповідати вимогам ДСТУ EN ISO 20345:2022.

Основні функції захисного взуття:

- захист стопи від механічних пошкоджень (падіння інструменту, деталей);
- запобігання ковзанню на забруднених або вологих поверхнях;
- захист від проколів підошви гострими предметами;
- зменшення впливу мастильних матеріалів і агресивних середовищ.

Взуття повинно мати міцний носок (металевий або композитний), протиковзку підошву та бути стійким до впливу мастил і пального. Використання звичайного побутового взуття під час ремонтних робіт забороняється.

3.6.3. Захисні окуляри та спецодяг

Захисні окуляри призначені для запобігання потраплянню в очі пилу, металевих частинок, бризок мастильних матеріалів та очищувачів. Їх використання є особливо важливим під час:

- очищення деталей металевою щіткою;
- роботи з проникаючими рідинами та спреями;
- демонтажу вузлів із застосуванням механічного інструменту.

Спеціальний одяг (спецодяг) забезпечує захист тіла працівника від забруднень, механічних пошкоджень і впливу хімічних речовин. Він повинен бути:

- виготовлений із міцних та зносостійких матеріалів;
- зручним і не обмежувати рухів;
- без вільних елементів, що можуть зачепитися за рухомі частини.

У холодний період року додатково застосовується утеплений спецодяг, а в умовах підвищеної температури — легкий вентиляційний одяг.

Таким чином, використання засобів індивідуального захисту є обов'язковою умовою безпечного виконання ремонтних робіт. Правильний

підбір і застосування рукавиць, захисного взуття, окулярів та спецодягу дозволяє мінімізувати вплив небезпечних факторів, знизити ризик травматизму та забезпечити належні умови праці.

3.7. Пожежна безпека

Пожежна безпека під час виконання ремонтних робіт на автомобілях є важливою складовою охорони праці, оскільки роботи пов'язані з використанням легкозаймистих речовин, електрообладнання та нагрітих поверхонь. Основні вимоги регламентуються Кодекс цивільного захисту України, Закон України «Про охорону праці» та галузевими нормативами пожежної безпеки.

3.7.1. Робота з горючими матеріалами

Під час ремонтних робіт використовуються різні горючі та легкозаймисті матеріали, зокрема:

- моторні та трансмісійні мастила;
- паливо та його залишки;
- очищувачі, розчинники, аерозольні спреї (WD-40, контактні спреї);
- ганчір'я, просочене мастильними речовинами.

Для забезпечення пожежної безпеки необхідно дотримуватись таких вимог:

- зберігати горючі матеріали у герметично закритій тарі;
- не допускати їх накопичення на робочому місці;
- уникати контакту з відкритим полум'ям та нагрітими поверхнями;
- забезпечити ефективну вентиляцію приміщення;
- негайно прибирати розлиті рідини;
- забороняється паління у зоні виконання робіт.

Особливо небезпечними є роботи поблизу паливної системи або при використанні аерозольних засобів, які можуть утворювати вибухонебезпечні суміші з повітрям.

3.7.2. Класи пожеж

Для правильного вибору засобів пожежогасіння необхідно враховувати класи пожеж, що можуть виникати під час ремонтних робіт:

- Клас А – горіння твердих речовин (дерево, папір, текстиль, ганчір'я);
- Клас В – горіння рідких речовин (бензин, мастила, розчинники);
- Клас С – горіння газів (пропан, бутан);
- Клас Е – пожежі електрообладнання під напругою.

У ремонтних зонах найчастіше виникають пожежі класів В та Е, що пов'язано з наявністю паливно-мастильних матеріалів і електричних систем автомобіля.

3.7.3. Використання вогнегасників

Для ліквідації пожеж у початковій стадії необхідно використовувати первинні засоби пожежогасіння — вогнегасники. Найбільш ефективними для умов автосервісу є:

порошкові вогнегасники (універсальні для класів А, В, С, Е);
вуглекислотні вогнегасники (для електрообладнання та рідин).

Основні правила використання вогнегасників:

- розміщувати їх у доступних і добре видимих місцях;
- регулярно перевіряти справність і терміни придатності;
- при виникненні пожежі направляти струмінь на основу полум'я;
- дотримуватись безпечної відстані під час гасіння;
- не використовувати воду для гасіння електрообладнання під напругою або горючих рідин.

Працівники повинні бути навчені правилам користування вогнегасниками та діям у разі виникнення пожежі.

Таким чином, дотримання вимог пожежної безпеки під час ремонтних робіт є необхідною умовою запобігання аварійним ситуаціям. Правильне поводження з горючими матеріалами, знання класів пожеж і вміння користуватись вогнегасниками дозволяють своєчасно ліквідувати загоряння та забезпечити безпеку працівників і матеріальних цінностей.

3.8. Екологічна безпека

Екологічна безпека під час виконання ремонтних робіт на автомобілях є важливою складовою сучасних вимог до технічного обслуговування транспорту. Використання мастильних матеріалів, технічних рідин і допоміжних хімічних засобів може призводити до забруднення навколишнього середовища, тому необхідно дотримуватись відповідних природоохоронних норм. Основні вимоги регламентуються Закон України «Про охорону навколишнього природного середовища», Закон України «Про відходи» та ДСТУ ISO 14001:2015.

3.8.1. Утилізація відпрацьованих матеріалів

Під час ремонтних робіт утворюється значна кількість відходів, які можуть бути небезпечними для довкілля. До них належать:

- відпрацьовані моторні та трансмісійні мастила;
- залишки паливно-мастильних матеріалів;
- використані очищувачі, розчинники, аерозольні балони;
- забруднене ганчір'я, фільтри, ущільнення;
- зношені деталі (котушки запалювання, елементи підвіски).

З метою мінімізації негативного впливу на довкілля необхідно:

- збирати відпрацьовані рідини у спеціальні герметичні ємності;
- не допускати їх зливу в каналізацію, ґрунт або водні об'єкти;

- здійснювати передачу відходів спеціалізованим організаціям для подальшої утилізації або переробки;
- сортувати відходи відповідно до їх виду та ступеня небезпеки;
- зберігати відходи у спеціально відведених місцях із відповідним маркуванням.

Правильна утилізація відходів дозволяє зменшити негативний вплив на екосистеми та забезпечити раціональне використання ресурсів.

3.8.2. Запобігання забрудненню навколишнього середовища

Для запобігання забрудненню навколишнього середовища під час виконання ремонтних робіт необхідно дотримуватись таких заходів:

- уникати розливу мастильних матеріалів і технічних рідин під час їх використання;
- застосовувати піддони, абсорбенти або спеціальні килимки для збору рідин;
- своєчасно прибирати забруднення та утилізувати використані матеріали;
- забезпечити герметичність ємностей для зберігання рідин;
- не допускати викиду шкідливих парів у замкнених приміщеннях без вентиляції;
- використовувати екологічно безпечні або менш токсичні матеріали, за можливості;
- контролювати стан обладнання для запобігання витокам.

Особливу увагу слід приділяти запобіганню потрапляння нафтопродуктів у ґрунт і водні ресурси, оскільки це може призвести до тривалого негативного впливу на екологічні системи.

Таким чином, дотримання вимог екологічної безпеки під час ремонтних робіт є необхідною умовою збереження навколишнього природного середовища. Раціональне поводження з відходами, правильна утилізація матеріалів та впровадження заходів щодо запобігання забрудненню дозволяють мінімізувати

екологічні ризики та забезпечити відповідність сучасним екологічним стандартам.

3.9. Розрахунковий підрозділ з охорони праці. Визначення параметрів вентиляції робочої зони.

Для забезпечення безпечних умов праці під час виконання ремонтних робіт (заміна котушки запалювання, елементів підвіски) необхідно визначити параметри вентиляції, що забезпечують допустимі концентрації шкідливих речовин (пари мастил, аерозолі, продукти згоряння). Одним із основних розрахунків у підрозділі з охорони праці є визначення необхідного повітрообміну.

3.9.1. Визначення об'єму приміщення

Об'єм робочого приміщення визначається за формулою:

$$V = A \cdot B \cdot H \quad (3.9.1)$$

де:

A — довжина приміщення, м;

B — ширина приміщення, м;

H — висота приміщення, м.

Наприклад, для ремонтної зони:

$A = 6$ м, $B = 4$ м, $H = 3$ м

$$V = 6 \cdot 4 \cdot 3 = 72 \text{ м}^3$$

Об'єм приміщення є базовим параметром для подальших розрахунків вентиляції [91].

9.2. Розрахунок необхідного повітрообміну

Необхідна витрата повітря визначається за формулою кратності повітрообміну:

$$L = n \cdot V \quad (3.9.2.1)$$

де:

L — витрата повітря, м³/год;

n — кратність повітрообміну (1/год);

V — об'єм приміщення, м³.

Для ремонтних майстерень рекомендована кратність становить 4–8 разів на годину [92].

Приймаємо $n = 6$:

$$L = 6 \cdot 72 = 432 \text{ м}^3/\text{год}$$

Отже, для забезпечення безпечних умов праці необхідна продуктивність вентиляції становить не менше 432 м³/год.

9.3. Перевірка кратності повітрообміну

Кратність повітрообміну визначається також за формулою:

$$n = L / V \quad (3.9.3.1)$$

Цей показник характеризує, скільки разів за годину повітря повністю оновлюється в приміщенні [93].

4. Розрахунок повітрообміну за кількістю працівників

Для додаткової перевірки можна використати норму подачі повітря на одну людину:

$$L = L_1 \cdot N \quad (3.9.4.1)$$

де:

$L_1 = 45 \text{ м}^3/\text{год}$ (для легкої фізичної роботи),

N — кількість працівників.

Для 2 працівників:

$$L = 45 \cdot 2 = 90 \text{ м}^3/\text{год}$$

Оскільки розрахунок за шкідливими виділеннями ($432 \text{ м}^3/\text{год}$) значно більший, він є визначальним [94].

У результаті проведених розрахунків встановлено, що для забезпечення безпечних умов праці в зоні виконання ремонтних робіт необхідно забезпечити вентиляцію з продуктивністю не менше $432 \text{ м}^3/\text{год}$, що відповідає кратності повітрообміну 6 разів на годину.

Такий рівень вентиляції дозволяє:

- знизити концентрацію шкідливих речовин (пари мастил, аерозолі);
- забезпечити нормальні санітарно-гігієнічні умови;
- підвищити безпеку працівників відповідно до вимог охорони праці.

Отже, розрахунок повітрообміну є важливим елементом забезпечення безпечних умов праці при виконанні ремонтних робіт на автомобілях.

Висновки до розділу 3.

1. У результаті виконаного аналізу встановлено, що проведення технічного обслуговування та ремонтних робіт автомобілів супроводжується впливом комплексу небезпечних і шкідливих виробничих факторів, зокрема механічних, електричних, хімічних і фізичних. Це обумовлює необхідність системного підходу до організації безпечних умов праці та суворого дотримання вимог нормативно-правових актів у сфері охорони праці

2. Встановлено, що одним із ключових чинників безпеки є правильна організація робочого процесу, яка включає підготовку робочого місця, перевірку справності інструменту, надійну фіксацію автомобіля та відключення електроживлення перед початком робіт. Дотримання цих вимог дозволяє значно знизити ризик травматизму та аварійних ситуацій.

3. Дослідження показало, що особливу небезпеку становлять роботи з елементами підвіски та електросистемами автомобіля, які потребують застосування спеціалізованого інструменту, дотримання технологічної дисципліни та використання засобів індивідуального захисту. Раціональне використання інструментів, зокрема динамометричних ключів, забезпечує надійність з'єднань і безпечну експлуатацію транспортного засобу.

4. Важливим елементом забезпечення безпеки є дотримання вимог пожежної та екологічної безпеки. Правильне поводження з горючими матеріалами, знання правил гасіння пожеж та раціональна утилізація відходів дозволяють мінімізувати ризики виникнення пожеж і негативного впливу на навколишнє середовище.

5. Окрему увагу приділено розрахунковому обґрунтуванню параметрів вентиляції робочої зони. Встановлено, що забезпечення необхідного повітрообміну (не менше 432 м³/год) дозволяє підтримувати допустимі санітарно-гігієнічні умови праці, знижувати концентрацію шкідливих речовин і підвищувати рівень безпеки працівників.

6. Таким чином, впровадження комплексу організаційних, технічних та санітарно-гігієнічних заходів є необхідною умовою забезпечення безпечного виконання ремонтних робіт. Дотримання вимог охорони праці сприяє зниженню виробничого травматизму, підвищенню ефективності праці та забезпеченню надійної експлуатації автомобілів.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

1. У результаті виконання кваліфікаційної роботи проведено комплексне дослідження конструкційних особливостей, типових несправностей та технології технічного обслуговування автомобілів Citroën, зокрема моделей Citroën C4 II (B7) та Citroën C4 Picasso I (UD_). Отримані результати дозволяють сформулювати такі узагальнені висновки.

2. По-перше, встановлено, що сучасні автомобілі даної марки характеризуються високим рівнем технологічності, складною електронною архітектурою та використанням прогресивних конструкційних рішень. Це забезпечує підвищений рівень комфорту та безпеки, але одночасно ускладнює процес технічного обслуговування і підвищує вимоги до кваліфікації персоналу.

3. По-друге, на основі аналізу експлуатаційного досвіду визначено основні групи несправностей, характерних для досліджуваних моделей. Найбільш вразливими є системи двигуна, електроніки та підвіски. Особливу увагу приділено відмовам катушок запалювання, які безпосередньо впливають на стабільність роботи двигуна, а також зношуванню елементів підвіски, що визначає безпеку руху транспортного засобу.

4. По-третє, у роботі детально розглянуто технологічні процеси виконання ремонтних робіт, зокрема заміни катушки запалювання та переднього нижнього важеля підвіски. Встановлено, що дотримання технологічної послідовності операцій, правильний вибір інструменту та контроль параметрів затягування є ключовими факторами забезпечення надійності та довговічності відремонтованих вузлів.

5. По-четверте, доведено, що ефективність технічного обслуговування значною мірою залежить від організації робочого процесу, включаючи підготовку робочого місця, використання справного обладнання та дотримання вимог безпеки. Недотримання цих умов може призвести до виникнення аварійних ситуацій, травматизму та зниження якості виконаних робіт.

6. По-п'яте, у розділі з охорони праці встановлено, що ремонтні роботи супроводжуються впливом комплексу небезпечних факторів (механічних, електричних, хімічних і фізичних). Обґрунтовано необхідність застосування

засобів індивідуального захисту, дотримання вимог пожежної та екологічної безпеки, а також впровадження інженерних заходів, зокрема ефективної вентиляції робочої зони.

7. Окремо слід відзначити виконання розрахунків параметрів вентиляції, які показали, що забезпечення необхідного повітрообміну є важливим чинником підтримання безпечних і санітарно-гігієнічних умов праці.

8. Таким чином, у роботі досягнуто поставленої мети — досліджено конструктивні особливості та типові несправності автомобілів, а також розроблено технологічні та організаційні заходи щодо їх технічного обслуговування з урахуванням вимог безпеки праці. Отримані результати можуть бути використані в практичній діяльності станцій технічного обслуговування, а також у навчальному процесі при підготовці фахівців автомобільного транспорту.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Citroën: 100 років сміливості та інновацій. URL:
<https://www.citroen.ua/about-citroen/history.html>
2. Citroën. URL: <https://uk.wikipedia.org/wiki/Citro%C3%ABn>
3. Андре Сітроен. URL:
https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%90%D0%BD%D0%B4%D1%80%D0%B5_%D0%A1%D1%96%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%B5%D0%BD
4. Автор: Citroën - <https://medialibrary.stellantis.com/corporate/home>,
Суспільне надбання (Public Domain),
<https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=123544443>
5. Автор: Wittkowsky, CC BY-SA 3.0,
<https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=3426695>
6. Автор: Massimilianogalardi - Власна робота, CC BY-SA 3.0,
<https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=15517988>
7. Автор: Lars-Göran Lindgren Sweden - Власна робота, CC BY-SA 3.0,
<https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=1393348>
8. Автор: Norbert Schnitzler - Власна робота, CC BY-SA 3.0,
<https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=1989325>
9. Автор: Norbert Schnitzler - Власна робота, CC BY-SA 3.0,
<https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=1989325>
10. Автор: Rudolf Stricker - Власна робота, CC BY-SA 3.0,
<https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=3744142>
11. Автор: Ton1~commonswiki - Власна робота, CC BY-SA 3.0,
<https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=1270613>
12. Автор: Thomas doerfer - Власна робота, CC BY 3.0,
<https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=7870259>
13. Автор: Luftfahrrad - Власна робота, CC BY-SA 3.0,
<https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=4529675>

14. Автор: Norbert Aepli, Switzerland, CC BY 3.0,
<https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=24997663>
15. Автор: M 93, CC BY-SA 3.0 de,
<https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=33128036>
16. _ Citroën C4 Picasso. URL:
https://uk.wikipedia.org/wiki/Citro%C3%ABn_C4_Picasso
17. Автор: OSX - Власна робота, Суспільне надбання (Public Domain),
<https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=14520587>
18. Авторство: Luc106. Власна робота, Громадське надбання,
<https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=12224867>
19. PureTech Legal. Citroën C4: fallo del motor PureTech [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://puretechlegal.com/en/citroen-c4-fallo-motor-puretech/>
20. Automotive Faults. Citroën C4 II 1.6 THP 155 (2009–2016): common problems [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://automotivefaults.com/cars/2517/citron/c4-ii/petrol/1.6-thp-155/2009-2016>
21. Autodoc. Citroën C4: automatic gearbox electrical problems and other faults [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.autodoc.co.uk/info/citroen-c4-automatic-gearbox-electrical-problems-and-other-faults>
22. BreakerLink. What are the most common problems that crop up with the Citroën C4? [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.breakerlink.com/blog/buying-selling/what-are-the-most-common-problems-that-crop-up-with-the-citroen-c4/>
23. Fixter. Common problems with the Citroën C4 Picasso [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.fixter.co.uk/blog/common-problems-with-citroen-c4-picasso>
24. Haynes. Citroën C4 Picasso Mk1 (2006–2013): common problems [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://uk.haynes.com/blogs/tips-tutorials/citroen-c4-picasso-mk1-common-problems-2006-2013>

25. Autodoc. Problems with the Citroën C4 Picasso [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.autodoc.co.uk/info/problems-with-the-citroen-c4-picasso>
26. How to change ignition coil on CITROËN C4 II (B7) – replacement guide. – URL: <https://club.autodoc.co.uk/manuals/how-to-change-ignition-coil-on-citroen-c4-ii-b7-replacement-guide-29945>
27. How to change front lower arm on CITROËN C4 Picasso I (UD_) – replacement guide. URL: <https://club.autodoc.co.uk/manuals/how-to-change-front-lower-arm-on-citroen-c4-picasso-i-ud-replacement-guide-30194>
28. How to change an ignition coil [AUTODOC TUTORIAL]. – URL: <https://www.youtube.com/watch?v=EHCcQcUIW3g>
29. Citroën C4 Picasso. URL: https://uk.wikipedia.org/wiki/Citro%C3%ABn_C4_Picasso
30. Citroen Grand C4 Picasso. URL: <https://citroen-grand-c4-picasso.infocar.ua/>
31. Автомобілі Citroen Berlingo. https://driver.top/cars/?brand_id=30
32. Гальма. Заміна дисків та колодок поколу <https://driver.top/exp/279834/>
33. Free auto repair manuals online. <https://club.autodoc.co.uk/manuals>
34. How to change serpentine belt on CITROËN C4 Grand Picasso I (UA_) – replacement guide <https://club.autodoc.co.uk/manuals/how-to-change-serpentine-belt-on-citroen-c4-grand-picasso-i-ua-replacement-guide-30149>
35. How to change spark plugs on Citroen C3 1 – replacement guide <https://club.autodoc.co.uk/manuals/how-to-change-spark-plugs-on-citroen-c3-1-replacement-guide-11854>
36. How to change front wheel bearing on CITROËN BERLINGO Box (B9) – replacement guide <https://club.autodoc.co.uk/manuals/how-to-change-front-wheel-bearing-on-citroen-berlingo-box-b9-replacement-guide-30016>
37. Чернець М.В. Дослідження механізмів та триботехнічних систем / М.В. Чернець, Ю.Ю. Скварок, М. Опеляк, Б.І. Кіндрацький. – Під заг. ред. М.В. Чернеця. – Дрогобич: Коло, 2003. – 440 с.

38. Сукач, М. К. Технічний сервіс машин : навч. посіб. / М. К. Сукач. - К. : Ліра-К, 2017. - 290 с
39. Григурко, І. О. Технологія обробки типових деталей (курсове проектування) : навч. посіб. / І. О. Григурко, М. Ф. Брендюля, С. М. Доценко. - Львів : Новий Світ-2000, 2019. - 576 с.
40. Кондрачук, М.В. Трибологія: навч. посіб. / М.В. Кондрачук, В.Ф. Хабутель, М.І. Пашечко, Є.В. Корбут. – К.: Вид-во «НАУ-друк», 2009. – 232 с.
41. Ремонт автомобілів: Навчальний посібник / Упор. В.Я. Чабанний. - Кіровоград: Кіровоградськ арайонна друкарня, 2007. - 720 с.
http://library.kr.ua/elib/chabannyi/Chabannyi_Remont_avto_kn1.pdf
42. Павлице В.Т. Основи конструювання та розрахунків деталей машин. Підручник.- Вища школа., 1993.-556с.
43. Сирота В.І. Основи конструкції автомобілів / Навч. посібник /. – Київ: Арістей, 2005. – 280 с.
44. Волков В.П. Теорія експлуатаційних властивостей автомобіля /Навч. посібник/ – Харків: ХНАДУ, 2003. – 293 с.
45. Лудченко О.А. Технічне обслуговування і ремонт автомобілів. Технологія: Підручник. – К.: Знання, 2005. – 478 с.
46. Канарчук В.Є. та ін. Основи технічного обслуговування і ремонту автомобілів. У 3-х кн. – К.: Вища школа, 1994. – 383 с.
47. Матеріалознавство в автомобільному транспорті. Косенко В. А., Кущевська Н.Ф., Добровольський О.Г., Малишев В. В., Київ. 2015. – 314 с. ISBN: 978-966-388-515-5.
48. Транспортне матеріалознавство в питаннях та відповідях: Навчальний посібник. – Харків: УкрДАЗТ, 2011. – 236 с.
49. Афтандіянц Є.Г., Зазимко О. В., Лопатько К.Г. Технологія конструкційних матеріалів і матеріалознавство. Курс лекцій. Частина II. Металознавство. Київ, НАУ, 2010.- 356 с.
50. Технологія конструкційних матеріалів та матеріалознавство: методичні рекомендації з конспектом лекцій до виконання контрольних та модульних робіт

для здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) рівня, денної та заочної форм навчання спеціальності 015 «Професійна освіта» освітньої-професійної програми «Транспорт» / В. О. Колесніков; Держ. закл. «Луганський національний університет імені Тараса Шевченка». Полтава: Вид-во ДЗ «ЛНУ імені Тараса Шевченка», 2023. 136 с.

51. Колесніков В. О., Єльбаків Д. Г., Арбузов О. І. Сучасна металообробка деталей машин на СТО. Матеріали VII-ї Міжнародної науково-технічної інтернет-конференції "Проблеми та перспективи розвитку автомобільного транспорту", 8 - 10 квітня 2019 р., м. Вінниця. С. 84 – 90.

52. Колесніков В.О. Деякі матеріалознавчі аспекти при механічній обробці сталей і сплавів для транспортної галузі. Частина 1. // Матеріали VII-ї Міжнародної науково-технічної інтернет-конференції "Проблеми та перспективи розвитку автомобільного транспорту", 8 - 10 квітня 2019 р., м. Вінниця. - С. 72 - 83.

53. Балицький О., Колесніков В., Еліаш Я., Гаврилюк М. Вплив типу металевої матриці на механічну оброблюваність сталей та сплавів для енергетики // Матеріали. 14-й Міжн. симпозіум українських інженерів-механіків у Львові. Матеріали. – Львів. 23-24 травня 2019. - С. 6-8. Balitskii A., Kolesnikov V., Elias J., Havrylyuk M. Influence of metallic matrix types on the tooling of steels for power engineering // Proc. of the 14-th International Symposium of Ukrainian Mechanical Engineers in Lviv. - Lviv, Ukraine, 23-24 May 2019. - P. 6-8.

54. Колесніков В. Дослідження механічної обробки аустенітної високонікелевої сталі (EP33, 10X11N23T3MP) // Матеріали. 14-й Міжн. симпозіум українських інженерів-механіків у Львові. Матеріали. – Львів. 23-24 травня 2019. - С. 157 - 159. Kolesnikov V. Study of the tooling of austenitic high-nickel steel (EP33, 10X11N23T3MP) // Proc. of the 14-th International Symposium of Ukrainian Mechanical Engineers in Lviv. - Lviv, Ukraine, 23-24 May 2019. - P. 157 - 159.

55. Колесніков В.О. Дослідження механічної обробки аустенітної високоазотної сталі // Матеріали I міжнародної науково-технічної конференції

“Перспективи розвитку машинобудування та транспорту – 2019”, 13 - 15 травня 2019 р., м. Він-ниця. - С. 206 – 208.

56. Balyts'kyi O. I., Kolesnikov V. O., Havrylyuk M. R. Influence of Lubricating Liquid on the Formation of the Products of Cutting of 38KhN3MFA Steel // Materials Science. - 2019. – Vol. 54. N 5. – P. 722 – 727.

57. O.A. Balitskii, V.O. Kolesnikov , A.I. Balitskii. Wear resistance of hydrogenated high nitrogen steel at dry and solid state lubricants assistant friction // August 2019 Archives of Materials Science and Engineering 2(98):57-67. DOI: 10.5604/01.3001.0013.4607

58. Olexiy Balitskii, Valerii Kolesnikov Identification of Wear Products in the Automotive Tribotechnical System Using Computer Vision Methods, Artificial Intelligence and Big Data // 2019 XIth International Scientific and Practical Conference on Electronics and Information Technologies (ELIT) September 16 – 18, 2019, Lviv, Ukraine. P. 24 – 27.

59. Балицький О.І., Колесніков В.О., Гаврилюк М.Р. Вплив мо-дифікування сталі 38ХН3МФА на структурно-фазовий стан та продукти різання за зміни технологічних умов. Фізико - хімічна механіка матеріалів. 2019. Т.55, № 6. С. 125 - 130.

60. Лященко С.О., Колієв М.В., Серов І.І., Колесніков В.О. За-стосування в автомобілебудуванні та енергомашинобудуванні матеріалів з підвищеною корозійною стійкістю. Сучас-на наука: стан, проблеми, перспективи: І-ша Всеукраїнська наук.-практ. інтернет-конф., 14-15 квітня 2020 р.: матеріали. Старобільськ, ДЗ «ЛНУ ім. Тараса Шевченка», 2020. С. 131–133.

61. Хмель Я., Балицький О.І., Колесніков В.О. Концепція врахо-вування морфології продуктів зношування як інформаційних чинників щодо корегування технологічного стану вузлів та обладнання під час експлуатації. Сучасна наука: стан, про-блеми, перспективи: І-ша Всеукраїнська наук.-практ. інтер-нет-конф., 14-15 квітня 2020 р.: матеріали. Старобільськ, ДЗ «ЛНУ ім. Тараса Шевченка», 2020. С. 137–139.

62. Безруков В.О. Перспективи модернізації та створення двигунів більшої потужності у тракторів МТЗ // Матеріали І всеук-раїнської наукової інтернет-конференції студентів та молодих вчених 16 квітня 2020 рік, м. Старобільськ, Україна. С.93 - 96.
63. Деякі особливості проведення відновлення геометрії кузова автомобіля, видалення, заміни та ремонту кузовних деталей // Андрій Калашник, Дмитро Єльбакієв, Денис Григоренко // Сучасна наука та освіта: матеріали Міжнародної науково-практичної конференції (м. Старобільськ, 14-15 квітня 2021 року). С. 134 – 136.
64. Колесніков Валерій. Металографічні дослідження Ni-Co сплавів NICO15CR9W6AL5MO4 (ЕП-741НП). Сучасна наука: стан, проблеми, перспективи. Міжн. наук.-практичн. конф., 14-15 квітня 2021 р.: матеріали. Старобільськ, ДЗ «ЛНУ ім. Тараса Шевченка», 2021. С. 137–139.
65. Григоренко Д., Пономарьов А., Кунченко Д. (Колесніков Валерій Олександрович – Наук. кер.). Приклад застосування додаткового пристрою для запобігання корозійних процесів в автомобілі // Науковий пошук молодих дослідників: Збірник наукових праць здобувачів вищої освіти, № 3 (2022). м. Полтава: Вид-во ДЗ «Луганський національний університет імені Тараса Шевченка»: Полтава, 2022. С. 68 – 76.
66. Калашник А., Сидоренко Р. (Колесніков Валерій Олександрович – Наук. кер.). Деякі особливості проведення ремонтних робіт кривошипно-шатунних механізмів автомобілів // Науковий пошук молодих дослідників: Збірник наукових праць здобувачів вищої освіти, № 3 (2022). м. Полтава: Вид-во ДЗ «Луганський національний університет імені Тараса Шевченка»: Полтава, 2022. С. 76 – 85.
67. Крива Є. (Колесніков Валерій Олександрович – Наук. кер.). Вирішення деяких питань з підвищення та подовження зносостійкості шин. // Науковий пошук молодих дослідників: Збірник наукових праць здобувачів вищої освіти, № 3 (2022). м. Полтава: Вид-во ДЗ «Луганський національний університет імені Тараса Шевченка»: Полтава, 2022. С. 85 – 92.

68. Пронін О., Бобришев Д., Кравченко Д., Рисенко Д. (Колесніков Валерій Олександрович – Наук. кер.). Стисла класифікація змащувальних матеріалів та присадок та характеристика обладнання для проведення експертизи присадок до мастил, що використовуються у вузлах тертя автомобілів // Науковий пошук молодих дослідників: Збірник наукових праць здобувачів вищої освіти, № 3 (2022). м. Полтава: Вид-во ДЗ «Луганський національний університет імені Тараса Шевченка»: Полтава, 2022. С. 101 – 112.
69. Пронін О., Бобришев Д., Кравченко Д., Рисенко Д. (Колесніков Валерій Олександрович – Наук. кер.). Вибірка з експериментальних даних використання змащувальних матеріалів та присадок до них у вузлах тертя автомобілів // Науковий пошук молодих дослідників: Збірник наукових праць здобувачів вищої освіти, № 3 (2022). м. Полтава: Вид-во ДЗ «Луганський національний університет імені Тараса Шевченка»: Полтава, 2022. С. 113 – 122.
70. Бахмут М. (Колесніков Валерій Олександрович – Наук. кер.). Впровадження деяких нових технологій в автомобільній галузі // Науковий пошук молодих дослідників: Збірник наукових праць здобувачів вищої освіти, № 4 (2022). м. Полтава: Вид-во ДЗ «Луганський національний університет імені Тараса Шевченка»: Полтава, 2022. С. 87 – 92.
71. Безруков В. (Колесніков Валерій Олександрович – Наук. кер.). Розгляд причин зношування поршневих кілець та технологія їх заміни. // Науковий пошук молодих дослідників: Збірник наукових праць здобувачів вищої освіти, № 4 (2022). м. Полтава: Вид-во ДЗ «Луганський національний університет імені Тараса Шевченка»: Полтава, 2022. С. 93 – 100.
72. Закон України «Про охорону праці» № 2694-ХІІ від 14.10.1992 р., який визначає основні положення щодо забезпечення безпеки, гігієни праці та виробничого середовища;
73. НПАОП 0.00-1.62-12 «Правила охорони праці на автомобільному транспорті», що регламентують вимоги безпеки під час технічного обслуговування і ремонту транспортних засобів;
<https://www.prompozhibezpeka.com.ua/wp-content/uploads/2015/01/%D0%9D%D0>

%9F%D0%90%D0%9E%D0%9F-0.00-1.62-12-
 %D0%9F%D1%80%D0%B0%D0%B2%D0%B8%D0%BB%D0%B0-
 %D0%BE%D1%85%D0%BE%D1%80%D0%BE%D0%BD%D0%B8-
 %D0%BF%D1%80%D0%B0%D1%86%D1%96-%D0%BD%D0%B0-
 %D0%B0%D0%B2%D1%82%D0%BE%D0%BC%D0%BE%D0%B1%D1%96%D
 0%BB%D1%8C%D0%BD%D0%BE%D0%BC%D1%83-
 %D1%82%D1%80%D0%B0%D0%BD%D1%81%D0%BF%D0%BE%D1%80%D1
 %82%D1%96.pdf

74. ДСТУ EN ISO 12100:2014 «Безпечність машин. Загальні принципи проектування. Оцінка ризику та зниження ризику»;

75. ДСТУ EN ISO 20345:2022 «Засоби індивідуального захисту. Взуття захисне»;

76. Обслуговування та ремонт автомобілів і двигунів [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://univerpro.online/course/obslugovyvanie-ta-remont-avtomobiliv/>

77. Безпечне виконання робіт із застосуванням домкратів [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://oppb.com.ua/news/bezpechne-vykonannya-robit-iz-zastosuvannyam-domkrativ> – Назва з екрана.

78. Класифікація первинних засобів пожежогасіння двигунів. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://ts.kiev.ua/klasyfikaciya-pervynnyh-zasobiv-pozhezhogasinnya>

79. Первинні засоби пожежогасіння (навчальний посібник) [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://ors.nuczu.edu.ua/images/PPPR/15.pdf>

80. Закон України «Про відходи» № 187/98-ВР.

81. Охорона навколишнього природного середовища: Закон України № 1264-XII.

82. Поводження з відпрацьованими оливами [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://mepr.gov.ua>

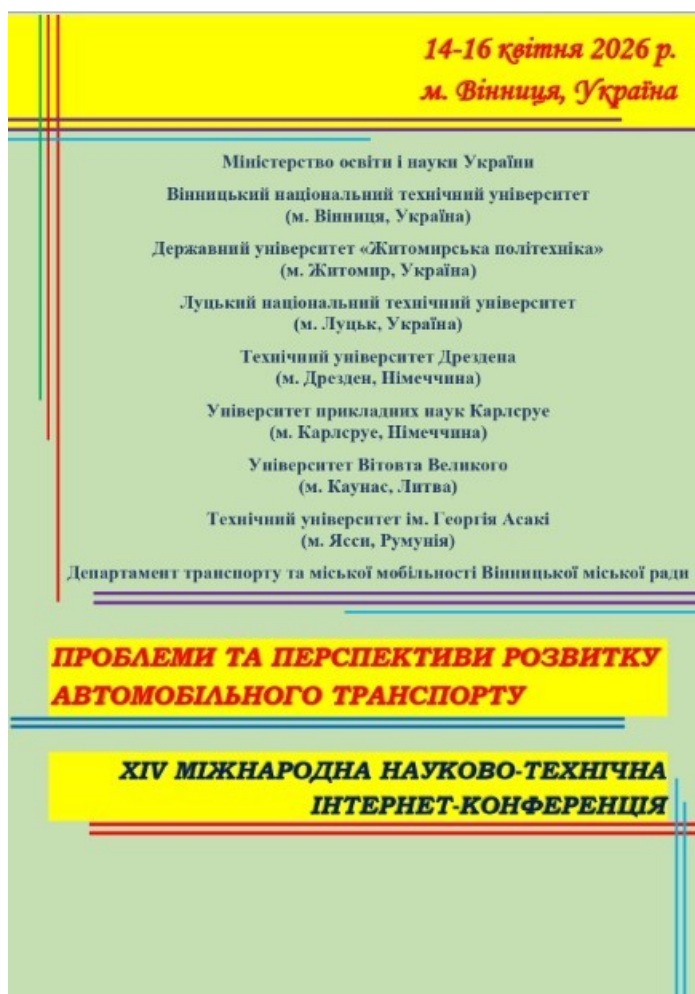
83. Управління відходами на підприємствах автосервісу [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://ecolog-ua.com>

84. Вікович І. А. Охорона праці на підприємствах автомобільного транспорту: підручник / І. А. Вікович, М. Ф. Дмитриченко, Я. П. Яворський; М-во освіти і науки України, Нац. ун-т «Львів. політехніка», Нац. транспортний ун-т. – Львів : Растр-7, 2020. – 568 с.: іл., табл., схеми.
85. Омелянов О.М., Спирін А.В., Твердохліб І.В. Охорона праці та безпека життєдіяльності: навч. посіб. Вінн. нац. аграр. ун-т. Вінниця: ВНАУ. 2020. 334 с.
86. Пістун І. П., Хом'як Й. В., Хом'як В. В. Охорона праці на автомобільному транспорті. Видавництво: Університетська книга. 2023. 374 с.
87. Войналович О.В., Войтюк В.Д., Марчишина Є.І., Мотрич М.М. Охорона праці на автомобільному транспорті: навчальний посібник. К. НУБіП України:, 2024. 466 с.
88. Про затвердження Правил охорони праці на автомобільному транспорті : наказ МНС України від 09.07.2012 № 964 // База даних «Законодавство України» / Верховна Рада України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1299-12#Text>
89. Правила охорони праці на автомобільному транспорті // Щастинська районна державна адміністрація. 24 січня 2020. URL: <https://shchastia-rda.gov.ua>
90. Пожежна безпека в автосалонах та автосервісах: головні вимоги та правила захисту // Євросервіс. 22 червня 2023. URL: <https://euroservis.com.ua/ua/ognetushiteli-i-pozharnaya-bezopasnost-v-avtosalonakh-i-avtoservisakh/>
91. Визначення необхідного повітрообміну приміщень. Рекомендації до проектування // VENTS. URL: <https://vents.ua/opredelenie-neobhodimosti-vozduhoobmena/>
92. Що таке кратність повітрообміну // Termocom. URL: <https://termocom.com.ua/ua/shho-take-kratnist-povitroobminu/>
93. Розрахунок необхідного повітрообміну // Чернігівська політехніка. URL: https://cpo.stu.cn.ua/Oksana/mu_ohrana_truda/250.htm

94. Визначення необхідного повітрообміну приміщень // DBN.co.ua. URL: https://dbn.co.ua/publ/viznachennja_neobkhdnogo_povitroobminu_primishhen/35-1-0-1212

ДОДАТОК А

Запрошення на участь у роботі: «XIV МІЖНАРОДНОЇ НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ ІНТЕРНЕТ-КОНФЕРЕНЦІЇ «ПРОБЛЕМИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ АВТОМОБІЛЬНОГО ТРАНСПОРТУ». Конференція відбудеться 14-16 квітня 2026 року у Вінницькому національному технічному університеті на кафедрі автомобілів та транспортного менеджменту. <https://atmconf.vntu.edu.ua/>





Шановні науковці та освітяни!
Запрошуємо взяти участь у роботі
XIV МІЖНАРОДНОЇ НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ
ІНТЕРНЕТ-КОНФЕРЕНЦІЇ «ПРОБЛЕМИ ТА
ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ
АВТОМОБІЛЬНОГО ТРАНСПОРТУ»

Конференція відбудеться 14-16 квітня 2026 року
у Вінницькому національному технічному університеті
на кафедрі автомобілів та транспортного менеджменту

ОСНОВНІ ТЕМАТИЧНІ НАПРЯМИ РОБОТИ КОНФЕРЕНЦІЇ:

- ❖ стратегії та перспективи розвитку автомобільного транспорту та транспортних засобів;
- ❖ сучасні технології на автомобільному транспорті;
- ❖ транспортні системи, логістика, організація і безпека руху;
- ❖ сучасні технології організації та управління на транспорті;
- ❖ системотехніка і діагностика транспортних машин;
- ❖ стратегії, зміст та нові технології підготовки спеціалістів з вищою технічною освітою в галузі автомобільного транспорту.

УЧАСТЬ У КОНФЕРЕНЦІЇ ПЕРЕДБАЧАЄ:

- ❖ публікацію тез (до 4 сторінок) в електронному збірнику матеріалів конференції, якому будуть присвоєні УДК та ідентифікатор ISBN;
- ❖ всі учасники конференції отримують сертифікат підвищення кваліфікації обсягом 0,5 кредита ECTS.

МЕТА КОНФЕРЕНЦІЇ – обмін досвідом спеціалістів вищих навчальних закладів і дослідницьких організацій по розвитку і вдосконаленню транспортних систем та їх взаємодії, а також визначення загальних тенденцій розвитку автомобільної галузі.

Робочі мови конференції: українська, англійська.

УЧАСТЬ У КОНФЕРЕНЦІЇ БЕЗКОШТОВНА.

ДЛЯ УЧАСТІ В РОБОТІ КОНФЕРЕНЦІЇ НЕОБХІДНО:

- ❖ подати заявку на участь в конференції (шаблон додається);
- ❖ подати матеріали доповіді, оформлені відповідно до вимог (шаблон додається) на E-mail організаційного комітету конференції:
conf.pprat@ukr.net

ВАЖЛИВІ ДАТИ

Подання заявок, статей, матеріалів доповідей	до 10 квітня 2026 р.
Робота конференції	14-16 квітня 2026 р.
Розсилка електронного збірника матеріалів конференції та сертифікатів підвищення кваліфікації	після 25 квітня 2026 р.

АДРЕСА ОРГКОМІТЕТУ

Вінницький національний технічний університет
Хмельницьке шосе, 95, м. Вінниця, 21021, Україна
Сайт конференції: atmconf.vntu.edu.ua

КООРДИНАТОРИ ОРГКОМІТЕТУ

Цимбал Сергій Володимирович – координатор конференції, к.т.н., доцент, завідувач кафедри «Автомобілі та транспортний менеджмент» ВНТУ.

Моб. тел.: +3 8-097-977-11-40, +3 8-093-760-20-79

Смирнов Євгеній Валерійович – координатор конференції, к.т.н., доцент, доцент кафедри «Автомобілі та транспортний менеджмент» ВНТУ.

Моб. тел.: +3 8-097-712-33-27

Борисюк Дмитро Вікторович – координатор конференції, к.т.н., доцент, доцент кафедри «Автомобілі та транспортний менеджмент» ВНТУ.

Моб. тел.: +3 8-063-841-68-31

Електронний варіант тез доповідей зберігається у форматі *.doc або *.docx (MS Word), який має називатися за прізвищем першого автора, наприклад: *Петренко.docx* (прізвище першого автора – Петренко).

Матеріали друкуються в авторській редакції мовами оригіналів, за виклад, зміст і достовірність яких відповідають автори.

Матеріали, що не відповідають тематиці і зазначеним вимогам, не опубліковуватимуться.

Звертаємо Вашу увагу на те, що згідно з листом МОН № 1/19894-24 від 25.10.2024 р. «Про використання джерел інформації, створених на території держави-агресора» забороняється цитування в тексті та внесення до бібліографічних списків тих джерел, які опубліковані російською і білоруською мовами в будь-якій країні, а також джерел іншими мовами, якщо вони опубліковані на території Росії та Білорусі.

Порядок розміщення матеріалу

1. У верхньому лівому кутку статті потрібно вказати індекс УДК або відповідний індекс міжнародного кодування (великими літерами, шрифт 12, вирівняти по лівому краю).
2. Через 1,0 інтервал – прізвище та ініціали автора(ів). Шрифт 12, жирний, посередині тексту.
3. Заголовок **великими** літерами посередині тексту. Шрифт 12, жирний.
4. Через 1,0 інтервал – з абзацу, анотації мовою написання тез та англійською мовою. Шрифт 12, курсив. Анотація (не більше 6 рядків) має відображати актуальність теми і новизну інформації, містити стисле викладення рішення поставлених задач.
5. Через 1,0 інтервал – текст статті з міжрядковим інтервалом 1,0.
6. Після тексту подаються бібліографія та відомості про авторів.
7. Посилання на використані джерела подаються у квадратних дужках, де зазначається порядковий номер цитованого джерела.

Оформлення текстів доповідей

Підготовка тез здійснюється в текстовому редакторі MS WORD for WINDOWS, на аркушах формату A4 з інтервалом 1,0 і берегами (полями) 2,0 см з усіх сторін. Шрифт написання тез – 12, Times New Roman. У абзаців має бути відступ 1,0 см.

Формули повинні бути виконані в програмі Equation Editor (редактор формул у Microsoft Word) або MathType. Вставляються по центру.

Таблиці в тексті мають бути виконані в Excel або Word. Назва таблиці подається від лівого краю таблиці.

Рисунки слід подавати з роздільною здатністю не менше ніж 200 dpi. Рисунки і таблиці повинні мати нумерацію і назву. Назва рисунка і його номер подається під рисунком по центру.

Сторінки тез не нумеруються.

Обсяг тези – до 4 повних сторінок формату A4 (остання сторінка має бути заповнена не менше, ніж на 75%), підготовлені на одній з мов конференції.

Список використаних інформаційних джерел оформлюється згідно з ДСТУ 8302:2015 «Інформація та документація. Бібліографічне посилання. Загальні положення та правила складання» і подається в кінці рукопису.

Приклад наведення відомостей про авторів (наводиться українською та англійською мовами)

Іванов Віталій Альбертович – к.т.н., доцент, доцент кафедри автомобілів та транспортного менеджменту, Вінницький національний технічний університет, e-mail: kash_2004@ukr.net

Svanov Vitaliy – Ph. D. (Eng), Associate Professor, Associate Professor of the Department of Automobiles and Transport Management, e-mail: kash_2004@ukr.net

ПРИКЛАД ОФОРМЛЕННЯ РИСУНКІВ

На рис. 1 подано взаємозв'язок технічного стану несучого кузова з порушеннями його геометричних параметрів та експлуатаційними властивостями автомобіля, які.....

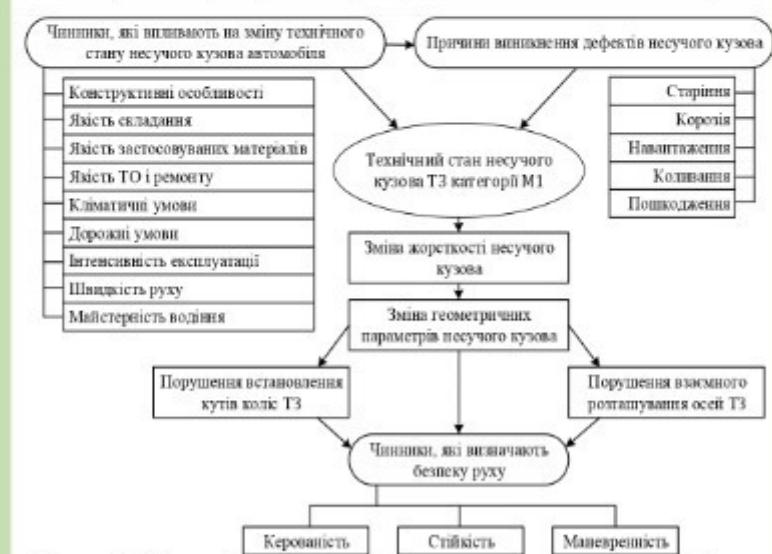


Рисунок 1 – Взаємозв'язок технічного стану несучого кузова з експлуатаційними властивостями автомобіля, які впливають на безпеку руху

ПРИКЛАД ОФОРМЛЕННЯ ТАБЛИЦЬ

Аналіз ДТП спричинених відмовами і несправностями ТЗ, результати якого представлені у таблиці 1 показує, що їх переважна більшість (близько 90%).....

Таблиця 1 – Розподіл ДТП за видами технічних несправностей ТЗ

Несправність	Кількість ДТП, %
Гальмівна система	47,1
Рухове керування	16,4
Шини	13,9
Прилади освітлення і сигналізації	7,4
Ходова частина	6,2
Дзеркала заднього огляду, склоочисники, дефекти скла	1,9
Зчіпного пристрою	1,5
Інші	5,6

ПРИКЛАД ОФОРМЛЕННЯ ФОРМУЛ

Частка функції у витратах визначається за наступною формулою:

$$\varepsilon_i = \frac{B_i}{\sum_{i=1}^n B_i}, \quad (1)$$

де B_i – вартість кожної функції;

$\sum_{i=1}^n B_i$ – сума вартості всіх функцій системи.

ПРИКЛАД ОФОРМЛЕННЯ СПИСКУ ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

Список використаних джерел

1. Бойко А. В., Шкуропадська Д. Б., Гладка Ю. А. Стійкість економіки: оцінювання та забезпечення: монографія / за ред. А. В. Бойко. Київ : Київ. нац. торг.-екоп. ун-т, 2021. 444 с.
2. Лисенко Н. В., Омельченко Н. В., Марстоєнко М. Г. Оцінка якості шкір з гідрофобною обробкою. *Східно-Європейський журнал передових технологій*. 2015. Том 3. № 11 (75). С. 54-60. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2015.43344>.
3. ДСТУ 8302:2015. Інформація та документація. Бібліографічне посилання. Загальні положення та правила складання. [Чинний від 2016-07-01]. Вид. офіц. Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2016. 20 с.
4. Канарчук В. С., Курніков І. П. Впробнічі системи на транспорті. Київ : Вища школа, 1997. 359 с.
5. Кукурудзяк Ю. Ю., Біліченко В. В. Технічна експлуатація автомобілів. Організація технологічних процесів ТО і ПР. Вінниця : ВНТУ, 2010. 198 с.
6. Коваленко В. М., Щуріхін В. К. Діагностика і технологія ремонту автомобілів. Київ : Літера ЛТД, 2017. 224 с.
7. Кисликов В. Ф., Луцник В. В. Будова й експлуатація автомобілів. Київ : Либідь, 2018. 400 с.

ЗАЯВКА НА УЧАСТЬ У КОНФЕРЕНЦІЇ

ЗАЯВКА

на участь у XIV Міжнародній науково-технічній інтернет-конференції
 «Проблеми та перспективи розвитку автомобільного транспорту»
 (14-16 квітня 2026 р., м Вінниця)

Прізвище, ім'я, по-батькові	
Науковий ступінь	
Вчене звання	
Держава, місто	
Установа (підприємство)	
Посада	
Адреса	
Мобільний телефон	
E-mail	

ДОДАТОК Б

Публікація, яка надіслана у збірник конференції, запрошення наведено у додатку А.

Матеріали ХТГ/Міжнародної науково-технічної інтернет-конференції

«Проблеми та перспективи розвитку автомобільного транспорту» (14-16 квітня 2026 року, м. Вінниця)

УДК 621.891.620.193.5:629.3

Балицький О. І., Колесніков В. О., Іваськевич Л. М., Гаврилюк М. Р., Громовий С. М.

ЗМАЩУВАЛЬНІ РІДИНИ ЯК ФАКТОР РЕГУЛЮВАННЯ ВОДНЕВОЇ ДЕГРАДАЦІЇ ТА ПОШКОДЖУВАНОСТІ КОНСТРУКЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ

У роботі розглянуто роль змащувальних і змащувально-охолоджувальних рідин (ЗОР) як важливого фактора регулювання процесів водневої деградації конструкційних матеріалів у сучасних умовах розвитку водневої енергетики та транспорту. Показано, що склад і фізико-хімічні властивості ЗОР істотно впливають на дифузії водню, його накопичення у приповерхневих шарах і механізми руйнування металів. Встановлено взаємозв'язок між типом мастильного середовища та морфологією стіружки і продуктів зношування, що може бути використано для діагностики ступеня водневої пошкоджуваності. Обґрунтовано, що ЗОР можуть виконувати як функцію джерела, так і бар'єра для водню, змінюючи трибохімічні процеси в зоні контакту. Особливу увагу приділено транспортним системам і елементам водневої інфраструктури, де ці ефекти визначають довговічність і надійність деталей та елементів конструкцій. Визначено перспективність створення нових змащувальних середовищ для керування водневою активністю та підвищення ресурсу матеріалів.

Ключові слова: воднева деградація, водневе окрихчення, змащувальні рідини, змащувально-охолоджувальні рідини (ЗОР), дифузії водню, трибологія, трибохімічні процеси, зношування, стіружка, продукти зношування, конструкційні матеріали, транспортні системи, воднева інфраструктура, довговічність.

The paper examines the role of lubricants and lubricant-cooling fluids (metaworking fluids, MWFs) as an important factor in regulating hydrogen degradation processes in structural materials under modern conditions of hydrogen energy and transport development. It is shown that the composition and physicochemical properties of MWFs significantly influence hydrogen diffusion, its accumulation in near-surface layers, and the mechanisms of metal failure.

A relationship between the type of lubricating medium and the morphology of chips and wear debris is established, which can be used to diagnose the degree of hydrogen-induced damage. It is substantiated that MWFs may act both as a source and as a barrier for hydrogen, modifying tribochemical processes in the contact zone.

Particular attention is paid to transport systems and components of hydrogen infrastructure, where these effects determine the durability and reliability of parts and structural elements. The perspective of developing new lubricating media for controlling hydrogen activity and enhancing material service life is highlighted.

Key words: hydrogen degradation, hydrogen embrittlement, lubricants, metaworking fluids (MWFs), hydrogen diffusion, tribology, tribochemical processes, wear, chips, wear debris, structural materials, transport systems, hydrogen infrastructure, durability, material reliability.

У сучасних умовах розвитку водневої енергетики та транспортних систем особливого значення набуває проблема водневої деградації конструкційних матеріалів, яка проявляється у зниженні міцності, тріщиностійкості та зносостійкості металів [1-7].

Одним із ключових, але недостатньо врахованих факторів впливу на процеси водневої деградації є змащувальні та змащувально-охолоджувальні рідини (ЗОР), які формують фізико-хімічні умови в зоні контакту тертя та різання [8-22].

Дослідження показують, що склад і властивості ЗОР суттєво впливають на концентрацію водню в приповерхневих шарах металів і продуктах зношування. Зокрема, у

роботі [23] встановлено, що водень активно проникає в зону зародження тріщин і змінює механізми руйнування матеріалу.

Встановлено, що використання різних типів змащувальних середовищ (рідких, твердих, газових) призводить до зміни морфології стружки та продуктів зношування, що може бути використано як діагностичний критерій ступеня водневої деградації.

Показано, що змащувальні рідини можуть виступати не лише як середовище переносу тепла і зменшення тертя, але і як джерело або бар'єр для водню, залежно від їх хімічного складу та наявності активних компонентів.

На рисунку 1 наведено колаж, що ілюструє комплексний підхід до використання змащувальних рідин як фактора регулювання водневої деградації конструкційних матеріалів.



Рисунок 1 – Колаж, що ілюструє комплексний підхід до використання змащувальних рідин як фактора регулювання водневої деградації конструкційних матеріалів

У роботі [24] показано, що застосування екологічно безпечних водневмісних або біорозкладних змащувально-охолоджувальних рідин на основі рослинних олій може істотно впливати на процеси дифузії водню та механізми руйнування металів. Встановлено, що використання ЗОР сприяє інтенсифікації проникнення водню у приповерхневі шари та продукти обробки, зокрема у стружку, що свідчить про активну участь мастильного середовища у трибохімічних процесах.

У транспортній галузі це має критичне значення для деталей двигунів внутрішнього згоряння, водневих двигунів та елементів водневої інфраструктури (трубопроводи, компресори, турбіни), де відбувається інтенсивна взаємодія матеріалів з воднем.

У роботі [25] показано, що у вузлах тертя поршневої групи двигунів внутрішнього згоряння при використанні водневмісного палива та екологічно безпечних змащувально-охолоджувальних рідин змінюються інтенсивність зношування та механізми трибологічної взаємодії матеріалів.

Таким чином, цілеспрямований підбір складу змащувальних рідин дозволяє регулювати процеси водневої деградації шляхом:

- контролю дифузії водню;
- формування захисних трибоплівків;
- зміни механізмів руйнування матеріалу.

Перспективним напрямом є створення нових змащувальних середовищ (композицій) із заданими функціями регулювання водневої активності в зоні контакту.

Отже, змащувальні рідини слід розглядати як ефективний інструмент керування водневою пошкоджуваністю конструкційних матеріалів у транспорті та енергомашинобудуванні, особливо в умовах розвитку водневої інфраструктури.

Список використаних джерел

1. Barrera, O.; Bombac, D.; Chen, Y.; Daff, T.D.; Galindo-Nava, E.; Gong, P.; Haley, D.; Horton, R.; Katzarov, I.; Kermode, J.R.; Liverani, C.; Stopher, M.; Sweeney, F. Understanding and mitigating hydrogen embrittlement of steels: A review of experimental, modelling and design progress from atomistic to continuum. *J. Mater. Sci.* 2018, 53, 6251–6290. <https://doi.org/10.1007/s10853-017-1978-5>
2. Yu, H.; Diaz, A.; Lu, X.; Sun, B.; Ding, Y.; Koyama, M.; He, J.; Zhou, X.; Oudriss, A.; Feaugas, X.; Zhang, Z. Hydrogen Embrittlement as a Conspicuous Material Challenge—Comprehensive Review and Future Directions. *Chem. Rev.* 2024, 124(10), 6271–6392. <https://doi.org/10.1021/acs.chemrev.3c00624>
3. Chen, Y.-S.; Huang, C.; Liu, P.-Y.; Yen, H.-W.; Nim, R.; Burr, P.; Moore, K.L.; Martínez-Pañeda, E.; Atkins, A.; Cairney, J.M. Hydrogen Trapping and Embrittlement in Metals—A Review. *arXiv* 2024, arXiv:2404.07736. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2404.07736>
4. Javeria, U.; Kim, S.J. Investigation of hydrogen embrittlement in steel alloys: Mechanism, factors, advanced methods and materials, applications, challenges, and future directions: A review. *J. Mater. Res. Technol.* 2025, 38, 1276–1301. <https://doi.org/10.1016/j.jmrt.2025.07.269>
5. Ghadimi, H.; Farhat, Z.; Alam, T.; Islam, M.A. Fracture Toughness Assessment of Pipeline Steels Under Hydrogen Exposure for Blended Gas Applications. *Metals* 2025, 15, 29. <https://doi.org/10.3390/met15010029>
6. Zhang, L.; Xu, L.; Zhang, G.; Zhang, H.; Jiang, Q.; Yin, S. Numerical Simulation of the 65Mn-Cr Steel Slab Solidification Process and Analysis of the Formation Mechanism of Internal Cracks. *Materials* 2025, 18, 872. <https://doi.org/10.3390/ma18040872>
7. Dwivedi, S.K.; Vishwakarma, M. Hydrogen embrittlement in different materials: A review. *Int. J. Hydrogen Energy* 2018, 43(46), 21603–21616. <https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2018.09.201>
8. Балицький О. І., Гаврилук М. Р., Колесніков В. О. Екологічно чиста змащувально-охолоджуюча рідина для механічної обробки сталі (Ecologically clean lubricant-cooling liquid for steel machining) // 12-й Міжнародний симпозиум українських інженерів-механіків у Львові, 28–29 травня 2015 р.: матеріали. Львів, 2015. С. 80–81.
9. Балицький О.І., Колесніков В.О., Гаврилук М.Р., Ріпкей І.В., Гарда В.М., Нестеров А.О. Дослідження змащувальних охолоджуючих рідин для обробки деталей транспорту // Матеріали IV-ї Міжнародної науково-технічної інтернет-конференції «Проблеми та перспективи розвитку автомобільного транспорту», 14-15 квітня 2016 р., м. Вінниця. - С. 67–73.
10. Балицький О.І., Гаврилук М.Р., Дев'яткін Р.М., Колесніков В.О., Федусів І.Р. Концентрат змащувально-охолоджуючої рідини для механічної обробки сталей: пат. 106988 Україна: МПК C10M 173/00, C10M 133/06, C10M 129/56; заявл. 21.12. 15, опубл. 10.05. 16. Бюл. № 9. 4 с.
11. Дослідження впливу змащувально-охолоджувальних рідин на оброблюваність високоміцних металів // О. Балицький, М. Гаврилук, В. Колесніков // Тех. доп. 5-ої Міжнародної науково-технічної конференції «Теорія та практика раціонального проектування, виготовлення і експлуатації машинобудівних конструкцій», 27-28 жовтня – Львів: КІНПАТРИ ЛТД. – 2016. – С. 17-18.

12. Еліаш Я., Балицький О., Гаврилюк М., Колесніков В., Балицька В. Екологічно чисті змащувально-охолоджуючі рідини на базі рослинних олій // Монографія "Проблеми хімії та практика раціонального використання традиційних і альтернативних паливно-мастильних матеріалів" / За заг. ред. С.Бойченко – Центр учб. літ. Київ, 2017. – С. 418-422.
13. Балицький О.І., В. О. Колесніков, Гаврилюк М. Р. Вплив змащувальної охолоджувальної рідини на формування продуктів різання сталі 38ХНЗМФА // Фізико - хімічна механіка матеріалів. – 2018. - № 5 – 103-107.
14. Yurtkuran, H.; Günlü, M.; Rai, R. A state of the art on sustainable metal working fluids in machining applications. *J. Mol. Eng. Mater.* 2024, 12(3), 2440013. <https://doi.org/10.1142/S2251237324400136>
15. Балицький О., Колесніков В., Еліаш Я., Гаврилюк М. Вплив типу металевої матриці на механічну оброблюваність сталей та сплавів для енергетики. Міжнародний симпозіум інженерів-механіків у Львові: 14-й між. наук.-техн. конф., 23-24 трав. 2019 р.: тези доповідей. Львів: КНІПАТРИ ЛТД, 2019. С. 6-8.
16. Балицький О.І., Колесніков В.О., Гаврилюк М.Р. Вплив модифікування сталі 38ХНЗМФА на структурно-фазовий стан та продукти різання за зміни технологічних умов. Фізико - хімічна механіка матеріалів. 2019. Т.55, № 6. С. 125 - 130.
17. Колесніков В.О., Шуліка С.О., Гаврилюк М.Р. Мастильні матеріали для транспортної галузі та енергомашинобудування. Частина 1. Деякі поради щодо застосування. Проблеми і перспективи розвитку автомобільного транспорту: VIII-ма між. науково-практич. конф., 14-15 квітня 2020 р.: матеріали. Вінниця: ВНТУ, 2020. С. 166-178.
18. Колесніков В.О., Шуліка С.О., Гаврилюк М.Р. Мастильні матеріали для транспортної галузі та енергомашинобудування. Частина 2. Приклади випробувань. Проблеми і перспективи розвитку автомобільного транспорту: VIII-ма між. науково-практич. конф., 14-15 квітня 2020 р.: матеріали. Вінниця: ВНТУ, 2020. С. 179-189.
19. Attanasio, A.; Gelfi, M.; Giardini, C.; Remino, C. Minimal quantity lubrication in turning: Effect on tool wear. *Wear* 2006, 260(3), 333-338. <https://doi.org/10.1016/j.wear.2005.04.024>
20. Колесніков В. О., Гаврилюк М. Р., Бикадорова Н. О., Колеснікова Є. Б. Приклади застосування та впровадження нових технологій в транспортній галузі та енергомашинобудуванні. Частина 1. Змащувальні матеріали. Проблеми і перспективи розвитку автомобільного транспорту: X-та між. науково-практич. конф., 14-15 квітня 2022 р.: матеріали. Вінниця: ВНТУ, 2022. С. 139-146.
21. Колесніков Валерій, Балицький Олександр, Гаврилюк Марія, Іваскевич Любомир. Корозійні властивості роторної сталі у різних змащувально-охолоджувальних рідинах. Міжлнр. конф. з хімії, хімічної технології та екології, присвяченій 125-річчю КНІ ім. Ігоря Сікорського. Збірка тез доповідей 26-29 вересня 2023 р. Київ, 2023. С. 283-285.
22. Brinksmeier, E.; Meyer, D.; Hoesmann-Cordes, A.G.; Herrmann, C. Metalworking fluids—Mechanisms and performance. *CIRP Ann.* 2015, 64(2), 605-628. <https://doi.org/10.1016/j.cirp.2015.05.003>
23. Kolesnikov, V.O.; Balitskii, A.I.; Elias, J.; Havrylyuk, M.R. Hydrogen effect on the high-nickel surface steel properties during machining and wear with lubricants, *Archives of Materials Science and Engineering* 2020, 104/2, 49-57. DOI: <https://doi.org/10.5604/01.3001.0014.4894>
24. Balitskii, A.I.; Havrylyuk, M.R.; Balitska, V.O.; Kolesnikov, V.O.; Ivaskevych, L.M. Increasing Turbine Hall Safety by Using Fire-Resistant, Hydrogen-Containing Lubricant Cooling Liquid for Rotor Steel Mechanical Treatment. *Energies* 2023, 16, 535. <https://doi.org/10.3390/en16010535>
25. Balitskii, A.; Kolesnikov, V.; Ahramek, K.F.; Balitskii, O.; Elias, J.; Marya, H.; Ivaskevych, L.; Kolesnikova, I. Influence of Hydrogen-Containing Fuels and Environmentally Friendly Lubricating Coolant on Nitrogen Steels' Wear Resistance for Spark Ignition Engine Pistons and Rings Kit Gasket Set. *Energies* 2021, 14, 7583. <https://doi.org/10.3390/en14227583>

Балицький Олександр Іванович – доктор техн. наук, провідний науковий співробітник відділу міцності матеріалів і конструкцій у водневмісних середовищах у Фізико-механічному інституті ім. Г.В. Карпенка НАН України, Західнопоморський технологічний університет у Щеціні (79060, м. Львів, вул. Наукова, 5, каб. 39, 70-310, Аля Пястів, 17, м. Щецин, Польща, ауд. 210. e-mail: alexanderbalitskii64@gmail.com).

Колесніков Валерій Олександрович – кандидат техн. наук, науковий співробітник відділу міцності матеріалів і конструкцій у водневмісних середовищах у Фізико-механічному інституті ім. Г.В. Карпенка НАН України, доцент кафедри професійної освіти, ресторанного і туристичного бізнесу ЛНУ ім. Тараса Шевченка (79060, м. Львів, вул. Наукова, 5, каб. 39, 37500, м. Лубин, вул. Віктора Новікова, 2, Полтавська область, Україна, e-mail: kolesnikov197612@gmail.com).

Іваськевич Любомир Михайлович – кандидат техн. наук, старший науковий співробітник відділу міцності матеріалів і конструкцій у водневмісних середовищах у Фізико-механічному інституті ім. Г.В. Карпенка НАН України (79060, м. Львів, вул. Наукова, 5, каб. 39, e-mail: lyubomir538@gmail.com).

Гаврилюк Марія Романівна – кандидат техн. наук, старший науковий співробітник відділу міцності матеріалів і конструкцій у водневмісних середовищах у Фізико-механічному інституті ім. Г.В. Карпенка НАН України (79060, м. Львів, вул. Наукова, 5, каб. 39, e-mail: gumaro1957@gmail.com).

Громовий Сергій Миколайович – здобувач вищої освіти 4 курсу першого (бакалаврського) рівня спеціальності «Професійна освіта. Транспорт» кафедри професійної освіти, ресторанного і туристичного бізнесу, факультету технологій та інформаційних систем ЛНУ ім. Тараса Шевченка (37500, м. Лубин, вул. Віктора Новікова, 2, Полтавська область, Україна).

Balitskii Olexsander – Doctor of Technical Sciences, Leading Researcher at the Department of Strength of Materials and Structures in Hydrogen-Containing Environments, Karpenko Physico-Mechanical Institute of the National Academy of Sciences of Ukraine; Faculty of Mechanical Engineering and Mechatronics, West Pomeranian University of Technology in Szczecin (5 Naukova St., Office 39, Lviv 79060, Ukraine; 17 Piastów Ave., Room 210, 70-310 Szczecin, Poland; e-mail: alexanderbalitskii64@gmail.com).

Kolesnikov Valerii – Candidate of Technical Sciences, Researcher at the Department of Strength of Materials and Structures in Hydrogen-Containing Environments, Karpenko Physico-Mechanical Institute of the National Academy of Sciences of Ukraine; Associate Professor of the Department of Professional Education, Restaurant and Tourism Business, Luhansk Taras Shevchenko National University (5 Naukova St., Office 39, Lviv 79060, Ukraine; 2 Viktora Novikova St., Lubny 37500, Poltava Region, Ukraine; e-mail: kolesnikov197612@gmail.com).

Ivaskevych, Lyubomyr – Candidate of Technical Sciences, Researcher at the Department of Strength of Materials and Structures in Hydrogen-Containing Environments, Karpenko Physico-Mechanical Institute of the National Academy of Sciences of Ukraine (5 Naukova St., Office 39, Lviv 79060, Ukraine; e-mail: lyubomir538@gmail.com).

Havrilyuk, Maria – Candidate of Technical Sciences, Researcher at the Department of Strength of Materials and Structures in Hydrogen-Containing Environments, Karpenko Physico-Mechanical Institute of the National Academy of Sciences of Ukraine (5 Naukova St., Office 39, Lviv 79060, Ukraine; e-mail: gumaro1957@gmail.com).

Gromoviy Serhiy – a 4th-year student of the first (Bachelor's) level of higher education in the specialty "Professional Education. Transport", Department of Professional Education, Restaurant and Tourism Business, Faculty of Technologies and Information Systems, Taras Shevchenko Luhansk National University (2 Viktora Novikova St., Lubny, 37500, Poltava region, Ukraine).