

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

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

Кафедра Кафедра автомобілів
(повна назва кафедри)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

Олег ЦЬОНЬ

(підпис)

(прізвище та ініціали)

«21» січня 2026 р.

ЗАВДАННЯ

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

на здобуття освітнього ступеня бакалавр
(назва освітнього ступеня)

за спеціальністю 274 «Автомобільний транспорт»
(шифр і назва спеціальності)

студенту Лесюку Євгену Романовичу
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Розроблення технологічного процесу ремонту передньої підвіски автомобіля Богдан 2110.

Керівник роботи Хорошун Роман Васильович доктор філософії
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Затверджені наказом ректора від « 21 » січня 2026 року № 4/9-44

2. Термін подання студентом завершеної роботи 11 червня 2026

3. Вихідні дані до роботи Базовий технологічний процес ремонту передньої підвіски автомобіля Богдан 2110.

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

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

4 Безпека життєдіяльності, основи охорони праці.

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

Схема визначення несправностей передньої підвіски – А1;

Підйомник – А1;

Індикаторне пристосування для регулювання підшипників ступиці – А1;

Загальне схема пристосування для розбирання телескопічної стійки – А1;

Приспосіблення для зняття пальців рульових тяг – А2;

Приспосіблення для стискання пружини – А2.

Стенд для діагностування кутів установки коліс – А1.

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Безпека життєдіяльності, основи охорони праці.	к.т.н. доц. Сенчишин В.С.		

7. Дата видачі завдання 21.січня 2026р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Загально-технічний розділ	29.01.2026	
2	Технологічний розділ	12.02.2026	
3	Конструкторський розділ	04.06.2026	
4	Безпека життєдіяльності, основи охорони праці	11.06.2026	
5	Оформлення графічної частини	11.06.2026	
6	Захист кваліфікаційної роботи бакалавра		

Студент

_____ (підпис)

Лесюк Євген Романович

_____ (прізвище та ініціали)

Керівник роботи

_____ (підпис)

Хорошун Роман Васильович

_____ (прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

Кваліфікаційна робота бакалавра на тему: « Розроблення технологічного процесу ремонту передньої підвіски автомобіля Богдан 2110. ».

Робота виконана на кафедрі автотранспорту та логістики Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя. Керівник кваліфікаційної роботи бакалавра доктор філософії., старший викладач Хорошун Роман Васильович.

Пояснювальна записка складається з чотирьох розділів і 53 сторінок формату А4 та 6 аркушів формату А1 графічної частини.

Ключові слова діагностування, відновлення працездатності, дефектація деталей, ремонтні операції, контроль технічного стану.

ЗМІСТ

Вступ	7
1 ЗАГАЛЬНО-ТЕХНІЧНИЙ РОЗДІЛ	9
1.1 Передня підвіска.....	9
1.2 Перелік несправностей та способи їх усунення передньої підвіски автомобіля Богдан 2110.....	11
1.3 Проведення дефектації деталей передньої підвіски автомобіля Богдан 2110.....	13
1.4 Висновки та постановка завдання на кваліфікаційну роботу бакалавра.....	15
2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ	
2.1 Складання технологічних карт розбирання передньої підвіски.....	18
2.2 Розрахунок затрат часу та кількості працівників, залучених до ремонту передньої підвіски автомобіля Богдан 2110.....	26
2.3 Економічне обґрунтування ремонту передньої підвіски автомобіля Богдан 2110.....	30
3 КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ	34
3.1 Обґрунтування необхідності розроблення пристосування.....	34
3.2 Призначення та будова пристосування.....	35
3.3 Принцип роботи пристосування.....	36
3.4 Технічна характеристика пристосування.....	36
3.5 Перевірний розрахунок силового гвинта.....	37
3.6 Порядок використання пристосування під час ремонту.....	38
3.7 Переваги запропонованого конструктивного рішення.....	39
3.8 Розроблення пристосування для розбирання телескопічної стійки передньої підвіски.....	39
4 БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ, ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ	43
4.1 Виробнича санітарія та умови праці на дільниці ремонту передньої підвіски.....	43
4.2 Вимоги безпеки під час використання обладнання, інструменту та	

пристосувань.....	44
4.3 Профілактика виробничого травматизму, пожежна безпека.....	49
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ.....	49
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ.....	51
ДОДАТКИ	

ВСТУП

Справний технічний стан ходової частини автомобіля є однією з основних умов забезпечення безпеки дорожнього руху, стійкості транспортного засобу, належної керованості та комфортності перевезень. Особливо важливу роль у цьому відіграє передня підвіска, оскільки саме вона сприймає значну частину динамічних навантажень, що виникають під час руху нерівностями дорожнього покриття, гальмування, розгону, повороту та зміни напрямку руху автомобіля. Від її працездатності залежить правильність взаємодії коліс із дорогою, рівномірність зношування шин, ефективність роботи рульового керування та загальна експлуатаційна надійність автомобіля.

У процесі експлуатації автомобіля Богдан 2110 елементи передньої підвіски працюють у складних умовах змінних ударних, вібраційних і знакозмінних навантажень. До найбільш навантажених деталей належать телескопічні амортизаційні стійки, гвинтові пружини, кульові опори, сайлентблоки, нижні важелі, стабілізатор поперечної стійкості, маточинні підшипники та кріпильні елементи. З часом у цих вузлах виникають зношування, люфти, пошкодження гумометалевих елементів, порушення герметичності амортизаторів, деформації деталей і послаблення різьбових з'єднань. Такі несправності не лише погіршують плавність руху, а й можуть призвести до втрати стійкості автомобіля, збільшення гальмівного шляху, нерівномірного зношування шин та зниження рівня безпеки експлуатації.

Актуальність теми кваліфікаційної роботи зумовлена необхідністю удосконалення організації ремонту передньої підвіски автомобіля Богдан 2110 шляхом розроблення раціонального технологічного процесу, який передбачає послідовне діагностування, якісну дефектацію деталей, правильний вибір способів усунення несправностей, застосування відповідного інструменту та спеціального пристосування. В умовах ремонтних підприємств і станцій технічного обслуговування важливо не лише усунути конкретну несправність, а й забезпечити стабільну якість виконання операцій, зменшити трудомісткість робіт, підвищити безпечність праці та запобігти повторному виникненню дефектів.

Метою кваліфікаційної роботи бакалавра є розроблення технологічного процесу ремонту передньої підвіски автомобіля Богдан 2110 з урахуванням конструктивних особливостей вузла, характерних несправностей, вимог до дефектації деталей, послідовності ремонтних операцій, трудомісткості виконання робіт, економічної доцільності та вимог охорони праці.

Об'єктом дослідження є процес відновлення працездатного стану передньої підвіски автомобіля Богдан 2110 в умовах ремонтної дільниці.

Предметом дослідження є технологічні операції діагностування, дефектації, розбирання, заміни несправних елементів, складання та контролю технічного стану передньої підвіски автомобіля Богдан 2110.

вал приводу переднього колеса; 21 - захисний чохол шарніра; 22 - зовнішній шарнір валу; 23 - нижній важіль.

Основним вузлом передньої підвіски є амортизаційна стійка 16. У нижній частині вона з'єднується з поворотним кулаком 19 за допомогою двох болтів. Верхній болт 18, встановлений у отворі кронштейна стійки, має ексцентриковий поясok і комплектується ексцентриковою шайбою. Завдяки його повороту здійснюється регулювання кута розвалу переднього колеса автомобіля.

На телескопічній стійці розміщені гвинтова пружина 7, пружний буфер ходу стиснення 9, а також верхня опора амортизаційної стійки 12 разом з опорним підшипником 11. Верхня опора кріпиться до стакана кузова трьома гайками. За рахунок еластичної будови вона забезпечує незначне кутове переміщення стійки під час роботи підвіски та зменшує передачу високочастотних коливань на кузов. Опорний підшипник, розташований у верхній опорі, дає змогу стійці повертатися разом із керованим переднім колесом.

У корпусі стійки встановлено елементи телескопічного масляного амортизатора. У разі втрати його працездатності передбачена можливість заміни амортизаційного картриджа без заміни всієї стійки в зборі.

Нижня частина поворотного кулака 19 з'єднується з важелем передньої підвіски 23 через кульовий шарнір 1. Кріплення кульового шарніра до поворотного кулака виконується двома болтами, при цьому отвори в кулаку мають ненаскрізне виконання.

Гальмівні та тягові зусилля, що виникають під час руху автомобіля, сприймаються поздовжніми розтяжками, з'єднаними з нижніми важелями через сайлентблоки [1, 4, 23]. У місцях їх установлення з обох боків передбачені регульовальні шайби, за допомогою яких виконується коригування кута поздовжнього нахилу осі повороту колеса.

У поворотному кулаці зафіксовано дворядний радіально-упорний кульковий підшипник закритого типу, утримуваний двома стопорними кільцями. У внутрішнє кільце підшипника з натягом встановлюється маточина колеса. Фіксація підшипника маточини здійснюється гайкою на шліцьовому

хвостовику корпусу зовнішнього ШРУСа приводу переднього колеса. Даний вузол не потребує регулювання в процесі експлуатації. Гайки кріплення маточин з обох боків однакові та мають праву різьбу.

Стабілізатор поперечної стійкості виконаний у вигляді штанги з ресорно-пружинної сталі. У середній частині штанги передбачено вигин, необхідний для розміщення приймальної труби системи випуску відпрацьованих газів. Кінці стабілізатора з'єднуються з нижніми важелями передньої підвіски через стійки стабілізатора з гумовими та гумометалевими шарнірами. У центральній зоні штанга кріпиться до кузова автомобіля кронштейнами через гумові подушки.

1.2 Перелік несправностей та способи їх усунення передньої підвіски автомобіля Богдан 2110

Передня підвіска автомобіля Богдан 2110 під час експлуатації сприймає значні динамічні навантаження, які виникають унаслідок нерівностей дорожнього покриття, гальмування, повороту та зміни швидкісного режиму руху. Через це її елементи поступово зношуються, втрачають початкові геометричні параметри та пружні властивості. Найбільш характерними ознаками несправностей є сторонні шуми, стукіт, погіршення керованості, нерівномірне зношування шин, зниження стійкості автомобіля та збільшення коливань кузова [3, 17, 25].

Основними причинами відмов передньої підвіски є зношування гумометалевих шарнірів, втрата герметичності амортизаційних стійок, пошкодження кульових опор, ослаблення різьбових з'єднань, деформація важелів або стабілізатора поперечної стійкості. Для забезпечення безпечної експлуатації автомобіля несправні елементи підвіски необхідно своєчасно виявляти та усувати шляхом регулювання, підтягування кріплень або заміни пошкоджених деталей [5, 9, 14].

Таблиця 1.1 – Основні несправності передньої підвіски автомобіля Богдан 2110 та способи їх усунення.

Ознака несправності	Ймовірна причина	Спосіб усунення
Стукіт у передній частині автомобіля під час руху	Зношування кульової опори, сайлентблоків або втулок стабілізатора	Перевірити шарнірні з'єднання, замінити зношені елементи
Підтікання робочої рідини на корпусі стійки	Порушення герметичності амортизатора	Замінити амортизаційну стійку або амортизаційний картридж
Підвищене розгойдування кузова	Зниження ефективності роботи амортизатора	Провести діагностування стійок, несправні елементи замінити
Нерівномірне зношування шин	Порушення кутів установлення передніх коліс	Перевірити стан підвіски та виконати регулювання розвалу і сходження
Відведення автомобіля вбік під час руху	Деформація важеля, зношування шарнірів або неправильні кути встановлення коліс	Перевірити геометрію деталей, замінити пошкоджені елементи, відрегулювати кути
Скрип або глухий шум при переїзді нерівностей	Зношування гумових втулок стабілізатора або опорних елементів	Замінити гумові втулки, подушки або опори
Люфт переднього колеса	Зношування підшипника маточини або послаблення кріплення	Перевірити маточинний вузол, за потреби замінити підшипник
Вібрація на кермі	Зношування елементів підвіски, порушення балансування або люфт у вузлах	Перевірити підвіску, колеса та рульові з'єднання, усунути виявлені дефекти

Для попереднього визначення технічного стану передньої підвіски доцільно використовувати послідовну схему діагностування, що дає змогу встановити характер несправності без розбирання вузла.



Рисунок 1.2 – Схема визначення несправностей передньої підвіски автомобіля Богдан 2110.

1.3 Проведення дефектації деталей передньої підвіски автомобіля Богдан 2110

Дефектація деталей передньої підвіски автомобіля Богдан 2110 є важливим етапом ремонтного процесу, оскільки дає змогу визначити фактичний технічний стан елементів, виявити пошкодження та прийняти рішення щодо їх подальшого використання, відновлення або заміни. Перевірку виконують після попереднього очищення вузлів від бруду, пилу, залишків мастила та корозійних нашарувань.

Під час дефектації особливу увагу приділяють амортизаційним стійкам, пружинам, кульовим опорам, нижнім важелям, сайлентблокам, стабілізатору поперечної стійкості, стійкам стабілізатора, маточинному підшипнику та кріпильним елементам. Оцінювання проводять шляхом зовнішнього огляду, перевірки люфтів, контролю геометричного стану деталей і визначення наявності механічних пошкоджень [3, 17, 25].

Таблиця 1.2 – Дефектація основних деталей передньої підвіски автомобіля

Богдан 2110.

Деталь підвіски	Ознака дефекту	Спосіб перевірки	Рішення за результатом дефектації
Амортизаційна стійка	Підтікання рідини, зниження демпфування, пошкодження корпусу	Огляд, перевірка роботи при стисканні та відбою	Замінити стійку або амортизаційний картридж
Гвинтова пружина	Тріщини, просідання, корозія, деформація витків	Візуальний огляд, порівняння висоти	Замінити пружину
Кульова опора	Люфт, пошкодження пильника, тугий або нерівномірний хід пальця	Перевірка шарніра монтуванням і вручну	Замінити кульову опору
Нижній важіль	Деформація, тріщини, пошкодження посадкових місць	Огляд і контроль геометрії	Замінити важіль
Сайлентблок	Розрив гуми, відшарування втулки, надмірна деформація	Огляд, перевірка переміщення важеля	Замінити сайлентблок
Стабілізатор поперечної стійкості	Деформація штанги, зношування місць кріплення	Огляд, перевірка симетричності	Замінити або відновити кріплення
Втулки та стійки стабілізатора	Зношування гуми, стукіт, люфт у шарнірах	Огляд і перевірка переміщення	Замінити втулки або стійки
Підшипник маточини	Гул, люфт, нерівномірне обертання	Прокручування колеса, перевірка осьового люфту	Замінити підшипник

Кріпильні елементи	Пошкодження різьби, корозія, ослаблення з'єднання	Огляд, перевірка моменту затягування	Замінити або підтягнути кріплення
--------------------	---	--------------------------------------	-----------------------------------



Рисунок 1.3 – Послідовність проведення дефектації деталей передньої підвіски

За результатами дефектації деталі передньої підвіски поділяють на три групи: придатні до подальшої експлуатації, такі, що можуть бути відновлені, та непридатні, які підлягають обов'язковій заміні. Найбільш відповідальні елементи, що безпосередньо впливають на керованість і безпеку руху, зокрема кульові опори, амортизаційні стійки, сайлентблоки та підшипники маточин, у разі виявлення значного зношування не відновлюють, а замінюють новими [9, 14, 21].

1.4 Висновки та постановка завдання на кваліфікаційну роботу бакалавра

У результаті аналізу конструкції передньої підвіски автомобіля Богдан 2110 встановлено, що даний вузол має незалежну будову та включає

телескопічні амортизаційні стійки, гвинтові пружини, нижні важелі, кульові опори, стабілізатор поперечної стійкості, поворотні кулаки, маточинні підшипники й кріпильні елементи. Передня підвіска безпосередньо впливає на керуваність автомобіля, стійкість під час руху, плавність ходу, рівномірність зношування шин і загальну безпеку експлуатації транспортного засобу.

Під час експлуатації елементи передньої підвіски працюють в умовах постійних динамічних, ударних і вібраційних навантажень. Це призводить до поступового зношування шарнірних з'єднань, втрати герметичності амортизаційних стійок, пошкодження гумометалевих елементів, появи люфтів у кульових опорах і маточинних підшипниках, деформації важелів, ослаблення різьбових з'єднань та порушення кутів установлення передніх коліс. Такі несправності проявляються стуком у передній частині автомобіля, підвищеним розгойдуванням кузова, вібрацією на кермі, нерівномірним зношуванням шин і погіршенням стійкості автомобіля під час руху.

Проведений аналіз показав, що якісний ремонт передньої підвіски повинен починатися з послідовного діагностування та дефектації деталей. Особливу увагу необхідно приділяти технічному стану амортизаційних стійок, кульових опор, сайлентблоків, пружин, стабілізатора поперечної стійкості, маточинного вузла та кріпильних елементів. За результатами дефектації деталі доцільно поділяти на придатні до подальшої експлуатації, такі, що можуть бути відновлені, та непридатні, які підлягають обов'язковій заміні.

Встановлено, що найбільш відповідальні елементи передньої підвіски, які безпосередньо впливають на безпеку руху, у разі значного зношування або пошкодження повинні замінюватися новими. До таких деталей належать кульові опори, амортизаційні стійки, сайлентблоки, пружини та підшипники маточин. Недостатня увага до їхнього стану може призвести до погіршення керуваності автомобіля, збільшення навантаження на суміжні вузли та виникнення аварійно небезпечних ситуацій.

Для забезпечення надійного відновлення працездатності передньої підвіски автомобіля Богдан 2110 необхідно розробити технологічний процес ремонту, який передбачатиме раціональну послідовність демонтажно-складальних операцій, правильний вибір інструменту та обладнання,

застосування спеціальних пристосувань, контроль якості виконаних робіт, визначення трудомісткості ремонту та дотримання вимог охорони праці.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити такі завдання:

розглянути конструктивні особливості передньої підвіски автомобіля Богдан 2110 та визначити призначення її основних елементів;

проаналізувати характерні несправності передньої підвіски, причини їх виникнення та способи усунення;

розробити порядок проведення дефектації деталей передньої підвіски з урахуванням їхнього впливу на безпеку руху;

сформувати технологічні карти виконання основних ремонтних операцій, зокрема розбирання телескопічної амортизаційної стійки та заміни кульової опори;

визначити затрати часу на виконання ремонтних робіт і обґрунтувати необхідну кількість працівників;

виконати економічне обґрунтування доцільності ремонту передньої підвіски автомобіля Богдан 2110;

розробити конструктивне рішення спеціального пристосування для підвищення безпеки та зручності виконання ремонтних операцій;

розглянути вимоги безпеки життєдіяльності й охорони праці під час ремонту передньої підвіски.

2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ

2.1 Складання технологічних карт розбирання передньої підвіски

Для впорядкування виконання ремонтних операцій і забезпечення належного контролю якості під час технічного обслуговування та поточного ремонту автомобілів, їх агрегатів, вузлів і механізмів розробляють технологічні карти. Вони можуть бути постовими або операційними та застосовуються для раціональної організації робіт на виробничих дільницях.

Під час проведення ТО-1 або ТО-2 постові технологічні карти складають відповідно до переліку робіт, передбачених нормативними положеннями щодо технічного обслуговування і ремонту дорожніх транспортних засобів [14].

У процесі розроблення технологічних карт необхідно враховувати зручність установа, демонтажу та переміщення автомобіля або окремих його вузлів, можливість застосування продуктивного підйомно-транспортного й технологічного обладнання, спеціальних пристроїв, інструментів, а також сучасних методів контролю якості виконаних операцій.


У технологічній карті подають послідовність виконання операцій, перелік необхідного обладнання та інструменту, технічні вимоги до виконання робіт, вказівки для виконавця, спеціальність працівника, розряд роботи і трудомісткість кожної операції.



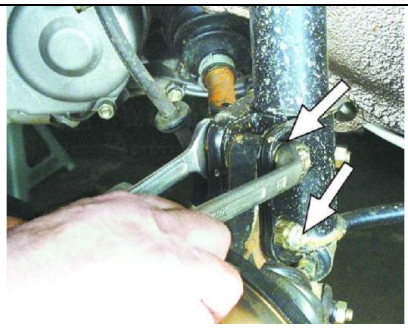

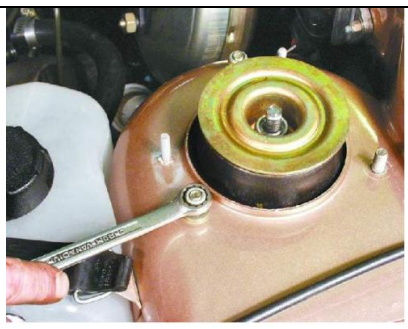

Якщо нормативні значення трудомісткості окремих операцій відсутні, витрати праці можуть визначатися орієнтовно з урахуванням складності робіт і загальних ресурсних витрат відповідного технологічного процесу [9, 11, 12]. У такому випадку загальні витрати часу доцільно встановлювати у відсотковому співвідношенні від сумарної трудомісткості певного виду технічного обслуговування або поточного ремонту автомобіля чи його окремих агрегатів.

Вихідними даними для складання технологічної карти в даному розділі є послідовність розбирання телескопічної амортизаційної стійки передньої підвіски автомобіля Богдан 2110.

Основні операції з розбирання телескопічної стійки наведено в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 – Технологічні операції обслуговування ходової частини.

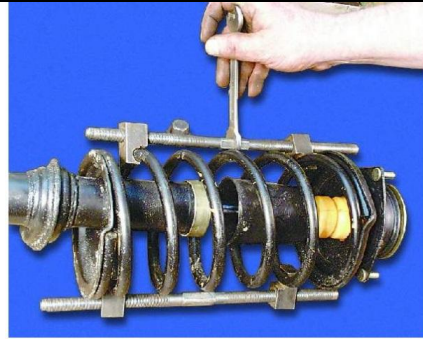
операція	Назва операції	Зміст операції	Обладнання та інструмент	
005	Слюсарна	Розбирання передньої амортизаційної стійки автомобіля. Демонтувати захисний ковпачок із вузла верхнього кріплення амортизаційної стійки.		Підйомник двостійковий TLT-235SB; Набір ключів; Пласкогубці
		За допомогою спеціального ключа попередньо ослабити гайку, що фіксує шток амортизатора у верхній частині стійки.		
		Витягнути шплінт із гайки, якою кульовий шарнір рульової тяги закріплений до поворотного важеля.		
		Відкрутити гайку кріплення кульового шарніра рульової тяги, після чого за допомогою знімача випресувати палець шарніра з отвору поворотного важеля.		

010	Слюсарна	<p>Демонтаж амортизаційної стійки автомобіля</p> <p>Вийняти з кронштейна гумовий ущільнювач разом із гальмівним шлангом.</p>		Набір ключів гайкових
010	Слюсарна	<p>Нанести мітку положення ексцентрика верхнього болта відносно скоби амортизаційної стійки для збереження попереднього регулювання.</p>		
010	Слюсарна	<p>Відкрутити дві гайки та витягнути обидва болти кріплення амортизаційної стійки.</p>		
015	Слюсарна	<p>Вивести вушко поворотного кулака зі скоби амортизаційної стійки.</p>		Набір ключів гайкових, набір шупів, викрутка плоска, монтировка
015	Слюсарна	<p>Відкрутити три гайки, якими верхня опора амортизаційної стійки закріплена до кузова автомобіля.</p>		
015	Слюсарна	<p>Вийняти амортизаційну стійку вниз через колісну нішу автомобіля.</p>		

020

Слюсарна

Розбирання телескопічної амортизаційної стійки автомобіля
Установити стяжки на пружину телескопічної стійки та попередньо стиснути її до зняття навантаження з верхньої опори.



Відкрутити гайку кріплення верхньої опори стійки, утримуючи шток амортизатора за лиски другим ключем, щоб запобігти його провертанню.



Зняти обмежувач ходу зі стяжного пристрою пружини.



Демонтувати верхню опору амортизаційної стійки разом з опорним підшипником.







Зняти верхню чашку пружини амортизаційної стійки.








Обережно зняти пружину зі стійки, не допускаючи її різкого розтиснення або зміщення.



Набір ключів гайкових, моментоскоп, монтировка

	<p>Зняти буфер ходу стиснення разом із захисним кожухом амортизаційної стійки.</p>		
025	<p>Відкручування штока телескопічної стійки За допомогою зубила акуратно збити опору буфера ходу стиснення.</p>		Набір ключів гайкових, Солідолонагнітач
	<p>Спеціальним ключем відкрити гайку корпусу амортизаційної стійки.</p>		
	<p>Для виконання операції використати спеціальний ключ, призначений для відкручування гайки корпусу амортизаційної стійки.</p>		

030	Слюсарна	<p>Зняти гайку корпусу стійки та вийняти шток разом із робочим циліндром.</p>		<p>Стенд для регулювання форсунок універсальний, набір ключів</p>
		<p>Злити амортизаційну рідину з корпусу телескопічної стійки.</p>		
035	Слюсарна	<p>Складання телескопічної стійки автомобіля</p> <p>Установити пружину таким чином, щоб кінець її нижнього витка щільно спирався на виступ нижньої чашки.</p>		
		<p>Установити верхню чашку так, щоб її виступ надійно впирався в кінець верхнього витка пружини.</p>		
		<p>Установити верхню опору стійки разом з обмежувачем ходу стиснення та затягнути гайку її кріплення моментом 67,0–82,0 Н·м, утримуючи шток амортизатора за лиски другим ключем від провертання.</p>		

Таблиця 2.2 – Технологія заміни кульової опори передньої підвіски
автомобіля Богдан 2110.

Операція	Назва	Зміст операції	Обладнання та інструмент
005	Підготовка	Установити автомобіль Богдан 2110 на підйомник або оглядову канаву. Зафіксувати автомобіль від самовільного переміщення. Послабити болти кріплення переднього колеса з боку виконання ремонту.	Двостійковий підйомник; противідкотні упори; балонний ключ
010	Слюсарна	Підняти передню частину автомобіля та зняти колесо. Забезпечити вільний доступ до поворотного кулака, нижнього важеля та кульової опори.	Підйомник; набір гайкових ключів
015	Очисна	Очистити місце кріплення кульової опори до поворотного кулака, гайку пальця кульової опори та посадкову зону нижнього важеля від бруду, пилу й корозійних нашарувань. Обробити різьбові з'єднання проникним мастилом.	Металева щітка; ганчір'я; проникне мастило
020	Слюсарна	Витягнути шплінт із гайки кріплення пальця кульової опори до нижнього важеля. Відкрутити гайку кріплення пальця кульової опори.	Пласкогубці; набір гайкових ключів
025	Слюсарна	Установити знімач на вузол з'єднання кульової опори з нижнім важелем. За допомогою знімача випресувати палець кульової опори з отвору нижнього важеля, не допускаючи ударного навантаження на важіль і поворотний кулак.	Знімач кульових опор; набір ключів

030	Слюсарна	Відкрутити два болти кріплення корпусу кульової опори до поворотного кулака. Зняти кульову опору з автомобіля.	Набір торцевих головок; вороток; гайкові ключі
035	Контрольна	Перевірити стан посадкового місця кульової опори на поворотному кулаці, різьбових отворів під болти, отвору нижнього важеля та прилеглих елементів підвіски. У разі виявлення пошкоджень або деформацій виконати заміну відповідних деталей.	Оглядова лампа; штангенциркуль; металева лінійка
040	Слюсарна	Установити нову кульову опору на поворотний кулак. Сумістити отвори корпусу опори з різьбовими отворами кулака та наживити болти кріплення.	Нова кульова опора; набір ключів
045	Слюсарна	Затягнути болти кріплення корпусу кульової опори до поворотного кулака згідно з технічними вимогами. Після затягування перевірити щільність прилягання корпусу опори до посадкової поверхні.	Динамометричний ключ; торцеві головки
050	Слюсарна	Ввести палець кульової опори в отвір нижнього важеля. Накрутити гайку кріплення пальця та затягнути її встановленим моментом. Зафіксувати гайку новим шплінтом.	Набір гайкових ключів; динамометричний ключ; плоскогубці
055	Контрольна	Перевірити правильність встановлення кульової опори, відсутність перекосу пильника, надійність затягування болтів і гайки пальця.	Монтировка; оглядова лампа
060	Завершальна	Установити колесо, наживити болти кріплення, опустити автомобіль на опорну поверхню та остаточно затягнути болти колеса. Після ремонту виконати контроль кутів встановлення передніх коліс.	Балонний ключ; динамометричний ключ; стенд розвалу-сходження

Під час заміни кульової опори передньої підвіски автомобіля Богдан 2110 необхідно враховувати особливість її встановлення: корпус опори кріпиться до нижньої частини поворотного кулака, а шаровий палець з'єднує опору з нижнім важелем. Тому основною демонтажною операцією є випресування пальця кульової опори саме з отвору нижнього важеля.

Роботи потрібно виконувати без ударного вибивання пальця, оскільки це може пошкодити посадкове місце важеля, пильник шарніра або різьбову частину пальця. Найбільш раціональним способом є застосування спеціального знімача, який створює рівномірне осьове зусилля та забезпечує контрольоване роз'єднання деталей.

2.2 Розрахунок затрат часу та кількості працівників, залучених до ремонту передньої підвіски автомобіля Богдан 2110

Для визначення тривалості ремонту передньої підвіски автомобіля Богдан 2110 проаналізовано дві технологічні карти: обслуговування амортизаційної стійки та заміну кульової опори. Оскільки технологічний процес складається переважно зі слюсарних, очисних, контрольних і завершальних операцій, розрахунок часу виконано за укрупненими нормами з урахуванням складності робіт, необхідності використання спеціального інструменту та послідовності виконання операцій.

Нормативний час на виконання технологічного процесу визначаємо за формулою:

$$T_{\text{заг}} = \sum t_i, \text{ хв}$$

де $T_{\text{заг}}$ – загальна тривалість виконання технологічного процесу, хв;

t_i – тривалість виконання окремої технологічної операції, хв.

Для врахування допоміжного часу, підготовки робочого місця, переходів між операціями, підбору інструменту та завершального контролю вводимо коефіцієнт організаційно-допоміжних витрат [9, 11]:

$$K_d = 1,10$$

Тоді повний розрахунковий час виконання робіт становить:

$$T_p = T_{\text{заг}} \cdot K_d, \text{ хв}$$

де T_p – розрахункова тривалість ремонту з урахуванням допоміжного часу, хв.

Таблиця 2.3 – Розрахунок часу на обслуговування амортизаційної стійки

Операція	Назва операції	Орієнтовний час, хв
005	Розбирання передньої амортизаційної стійки автомобіля	8
010	Демонтаж амортизаційної стійки автомобіля	7
015	Виймання амортизаційної стійки через колісну нішу	9
020	Розбирання телескопічної амортизаційної стійки	19
025	Відкручування штока телескопічної стійки	8
030	Виймання штока з робочим циліндром та зливання амортизаційної рідини	6
035	Складання телескопічної стійки автомобіля	15
Разом		72

Загальний оперативний час на виконання робіт з амортизаційною стійкою становить:

$$T_1 = 72 \text{ хв}$$

З урахуванням допоміжного часу:

$$T_{p1} = 72 \cdot 1,10 = 79,2 \text{ хв}$$

Розрахункова тривалість виконання робіт з амортизаційною стійкою становить:

$$T_{p1} = 79,2 \text{ хв} = 1,32 \text{ год}$$

Таблиця 2.4 – Розрахунок часу на заміну кульової опори.

Операція	Назва операції	Орієнтовний час, хв
005	Підготовка автомобіля до ремонту	5

010	Піднімання автомобіля та демонтаж колеса	8
015	Очищення місць кріплення кульової опори	6
020	Виймання шплінта та відкручування гайки пальця кульової опори	5
025	Випресування пальця кульової опори з нижнього важеля	8
030	Відкручування болтів кріплення корпусу кульової опори	6
035	Контроль посадкових поверхонь і суміжних елементів	7
040	Установлення нової кульової опори на поворотний кулак	6
045	Затягування болтів кріплення корпусу кульової опори	5
050	З'єднання пальця кульової опори з нижнім важелем	7
055	Контроль правильності встановлення кульової опори	5
060	Установлення колеса та контроль кутів установлення передніх коліс	12
Разом		80

Загальний оперативний час заміни кульової опори становить:

$$T_2 = 80 \text{ хв}$$

З урахуванням допоміжного часу:

$$T_{p2} = 80 \cdot 1,10 = 88 \text{ хв}$$

Розрахункова тривалість заміни кульової опори становить:

$$T_{p2} = 88 \text{ хв} = 1,47 \text{ год}$$

Загальна тривалість ремонту

Загальний оперативний час виконання розглянутого комплексу робіт визначаємо як суму часу на обслуговування амортизаційної стійки та заміну кульової опори [9, 12]:

$$T_{\text{заг}} = T_1 + T_2$$

$$T_{\text{заг}} = 72 + 80 = 152 \text{ хв}$$

Повний розрахунковий час з урахуванням допоміжних витрат становить:

$$T_p = 152 \cdot 1,10 = 167,2 \text{ хв}$$

У годинах:

$$T_p = 167,2 / 60 = 2,79 \text{ год}$$

Для виконання наведеного технологічного процесу ремонту одного боку передньої підвіски автомобіля Богдан 2110 необхідно орієнтовно:

$$T_p = 167,2 \text{ хв, або } 2,79 \text{ люд.-год}$$

Кількість працівників визначаємо з урахуванням загальної трудомісткості ремонту та тривалості робочої зміни:

$$N = T_p / \Phi_{\text{зм}}$$

де N – розрахункова кількість працівників;

T_p – трудомісткість виконання ремонту, год;

$\Phi_{\text{зм}}$ – фонд часу одного працівника за зміну, год.

Приймаємо тривалість робочої зміни:

$$\Phi_{\text{зм}} = 8 \text{ год}$$

Тоді:

$$N = 2,79 / 8 = 0,35$$

Оскільки кількість працівників приймається цілим числом, для виконання даного технологічного процесу достатньо одного основного виконавця:

$$N_{\text{пр}} = 1 \text{ працівник}$$

Для безпечного виконання окремих операцій, пов'язаних зі стисканням пружини амортизаційної стійки, утриманням вузла під час демонтажу та встановлення важких елементів, доцільно передбачити короткочасне залучення другого працівника як допоміжного. Проте за загальною трудомісткістю ремонту постійно зайнятим виконавцем є один слюсар з ремонту автомобілів.

Таблиця 2.5 – Підсумкова таблиця розрахунку.

Вид робіт	Оперативний час, хв	Розрахунковий час з коефіцієнтом 1,10, хв	Розрахунковий час, год	Кількість основних працівників
Обслуговування амортизаційної стійки	72	79,2	1,32	1
Заміна кульової опори	80	88,0	1,47	1
Разом	152	167,2	2,79	1

Повна трудомісткість виконання розглянутого технологічного процесу ремонту одного боку передньої підвіски автомобіля Богдан 2110 становить 2,79 люд.-год. Для виконання робіт достатньо одного основного працівника, однак під час операцій зі стисненням пружини та демонтажем навантажених елементів підвіски доцільне короткочасне залучення другого працівника для підвищення безпеки та зручності виконання робіт.

2.3 Економічне обґрунтування ремонту передньої підвіски автомобіля Богдан 2110

Економічне обґрунтування ремонту передньої підвіски автомобіля Богдан 2110 виконується з метою визначення орієнтовної собівартості робіт, витрат на оплату праці, вартості запасних частин, витратних матеріалів та загальної доцільності виконання ремонту за розробленим технологічним процесом [6, 9, 12].

У розрахунку враховано виконання комплексу операцій, пов'язаних з обслуговуванням передньої амортизаційної стійки та заміною кульової опори одного боку передньої підвіски. Загальна трудомісткість ремонту за результатами попереднього розрахунку становить:

$$T_p = 2,79 \text{ люд.-год}$$

Для визначення витрат на оплату праці приймаємо погодинну базову ставку:

$$C_6 = 52 \text{ грн/год}$$

Оскільки ремонт передньої підвіски потребує кваліфікованого виконання, використання спеціального інструменту, знімачів, стяжок пружин та контролю правильності складання, приймаємо коефіцієнт кваліфікації слюсаря:

$$K_{\text{КВ}} = 2,4$$

Тоді розрахункова погодинна тарифна ставка слюсаря становить [6]:

$$C_{\Gamma} = C_6 \cdot K_{\text{КВ}}$$

$$C_{\Gamma} = 52 \cdot 2,4 = 124,8 \text{ грн/год}$$

Основна заробітна плата за виконання ремонту:

$$Z_o = T_p \cdot C_{\Gamma}$$

$$Z_o = 2,79 \cdot 124,8 = 348,19 \text{ грн}$$

Додаткову заробітну плату приймаємо у розмірі 15% від основної заробітної плати:

$$Z_d = Z_o \cdot 0,15$$

$$Z_d = 348,19 \cdot 0,15 = 52,23 \text{ грн}$$

Загальний фонд оплати праці становить:

$$\text{ФОП} = Z_o + Z_d$$

$$\text{ФОП} = 348,19 + 52,23 = 400,42 \text{ грн}$$

Нарахування на оплату праці приймаємо у розмірі 22%:

$$H_{\text{ЗП}} = \text{ФОП} \cdot 0,22$$

$$H_{\text{ЗП}} = 400,42 \cdot 0,22 = 88,09 \text{ грн}$$

Загальні витрати на оплату праці з нарахуваннями:

$$Z_{\text{П}} = \text{ФОП} + H_{\text{ЗП}}$$

$$Z_{\text{П}} = 400,42 + 88,09 = 488,51 \text{ грн}$$

Для виконання ремонту необхідні запасні частини та витратні матеріали. Їх орієнтовну вартість наведено в таблиці.

Таблиця 2.6 – Вартість запасних частин і матеріалів для ремонту.

Найменування	Кількість	Орієнтовна ціна за одиницю, грн	Сума, грн
Кульова опора передньої підвіски	1 шт.	530	530
Шплінт і дрібні кріпильні елементи	1 комплект	45	45
Амортизаційна рідина	1 комплект	220	220
Проникне мастило, очищувач, ганчір'я	1 комплект	90	90
Разом			885

Загальні матеріальні витрати становлять:

$$M = 885 \text{ грн}$$

Витрати на використання обладнання, інструменту та виробничого оснащення приймаємо за питомою ставкою:

$$C_{об} = 35 \text{ грн/год}$$

Тоді витрати на експлуатацію обладнання:

$$V_o = T_p \cdot C_{об}$$

$$V_o = 2,79 \cdot 35 = 97,65 \text{ грн}$$

Накладні витрати враховують витрати на освітлення, утримання робочого місця, амортизацію обладнання, організацію виробництва та допоміжні витрати. Їх приймаємо у розмірі 35% від суми витрат на оплату праці з нарахуваннями та витрат на обладнання:

$$H_v = (Z_{п} + V_o) \cdot 0,35$$

$$H_v = (488,51 + 97,65) \cdot 0,35 = 205,16 \text{ грн}$$

Повна виробнича собівартість ремонту визначається як сума витрат на оплату праці, матеріальних витрат, витрат на обладнання та накладних витрат [6, 9]:

$$C_p = Z_{п} + M + V_o + H_v$$

$$C_p = 488,51 + 885 + 97,65 + 205,16 = 1676,32 \text{ грн}$$

Для забезпечення економічної доцільності виконання робіт на ремонтній дільниці приймаємо рівень рентабельності 20%:

$$\Pi = C_p \cdot 0,20$$

$$\Pi = 1676,32 \cdot 0,20 = 335,26 \text{ грн}$$

Розрахункова вартість ремонту без ПДВ становить:

$$Ц_{\text{без ПДВ}} = C_p + \Pi$$

$$Ц_{\text{без ПДВ}} = 1676,32 + 335,26 = 2011,58 \text{ грн}$$

Якщо ремонтна дільниця або станція технічного обслуговування є платником ПДВ, тоді розрахункова ціна ремонту з урахуванням ПДВ становить:

$$\text{ПДВ} = Ц_{\text{без ПДВ}} \cdot 0,20$$

$$\text{ПДВ} = 2011,58 \cdot 0,20 = 402,32 \text{ грн}$$

$$Ц_3 \text{ ПДВ} = Ц_{\text{без ПДВ}} + \text{ПДВ}$$

$$Ц_3 \text{ ПДВ} = 2011,58 + 402,32 = 2413,90 \text{ грн}$$

Таблиця 2.7 – Підсумкові економічні показники ремонту.

Показник	Значення
Трудомісткість ремонту	2,79 люд.-год
Витрати на оплату праці з нарахуваннями	488,51 грн
Вартість запасних частин і матеріалів	885,00 грн
Витрати на обладнання та інструмент	97,65 грн
Накладні витрати	205,16 грн
Виробнича собівартість ремонту	1676,32 грн
Прибуток за рентабельності 20%	335,26 грн
Розрахункова ціна ремонту без ПДВ	2011,58 грн
Розрахункова ціна ремонту з ПДВ	2413,90 грн

Виробнича собівартість ремонту одного боку передньої підвіски автомобіля Богдан 2110 становить 1676,32 грн. Розрахункова вартість виконання робіт без ПДВ дорівнює 2011,58 грн, а з урахуванням ПДВ – 2413,90 грн.

Економічна доцільність виконання даного ремонту полягає в тому, що своєчасна заміна зношеної кульової опори та обслуговування амортизаційної стійки дають змогу запобігти подальшому пошкодженню поворотного кулака, нижнього важеля, маточинного підшипника та шин. Крім того, відновлення справного стану передньої підвіски покращує керованість автомобіля, зменшує нерівномірне зношування шин і підвищує безпеку руху.

3 КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ

3.1 Обґрунтування необхідності розроблення пристосування

Під час ремонту передньої підвіски автомобіля Богдан 2110 одними з найбільш відповідальних операцій є від'єднання кульової опори від нижнього важеля та заміна гумометалевих шарнірів. Дані операції пов'язані з роз'єднанням деталей, які працюють в умовах значних динамічних навантажень, забруднення, корозійного впливу та періодичних ударних навантажень від нерівностей дорожнього покриття.

Особливістю конструкції передньої підвіски автомобіля Богдан 2110 є те, що корпус кульової опори кріпиться до поворотного кулака, а палець кульової опори входить у нижній важіль. Через це під час демонтажу не можна застосовувати грубе ударне вибивання пальця, оскільки це може спричинити пошкодження посадкового отвору важеля, деформацію елементів підвіски або руйнування захисного пильника.

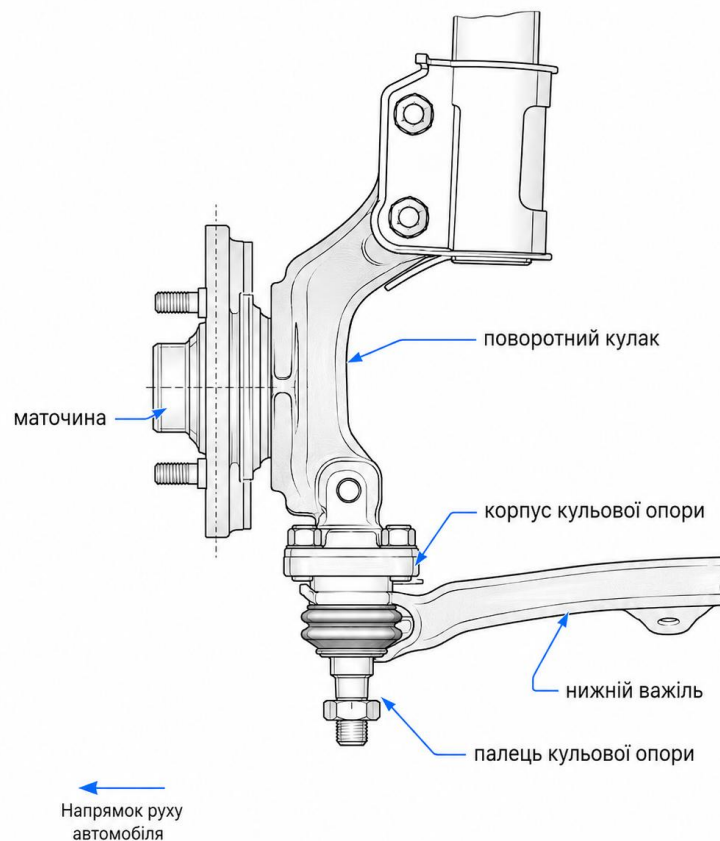


Рисунок 3.1 – Схема з'єднання кульової опори з елементами передньої підвіски автомобіля Богдан 2110.

Для підвищення якості та безпеки виконання ремонтних робіт у конструкторському розділі пропонується застосувати спеціальне знімно-запресувальне пристосування [18, 19, 20]. Його призначення полягає у контрольованому випресуванні пальця кульової опори з нижнього важеля та можливості використання змінних оправок під час роботи із сайлентблоками.

Запропоноване пристосування дає змогу виконувати демонтаж кульової опори без застосування молотка, зменшує ризик пошкодження деталей і забезпечує рівномірне прикладання зусилля до пальця шарніра.

3.2 Призначення та будова пристосування

Пристосування призначене для виконання операцій випресування пальця кульової опори передньої підвіски автомобіля Богдан 2110, а також для допоміжного запресування або випресування гумометалевих втулок нижнього важеля за умови використання змінних оправок.

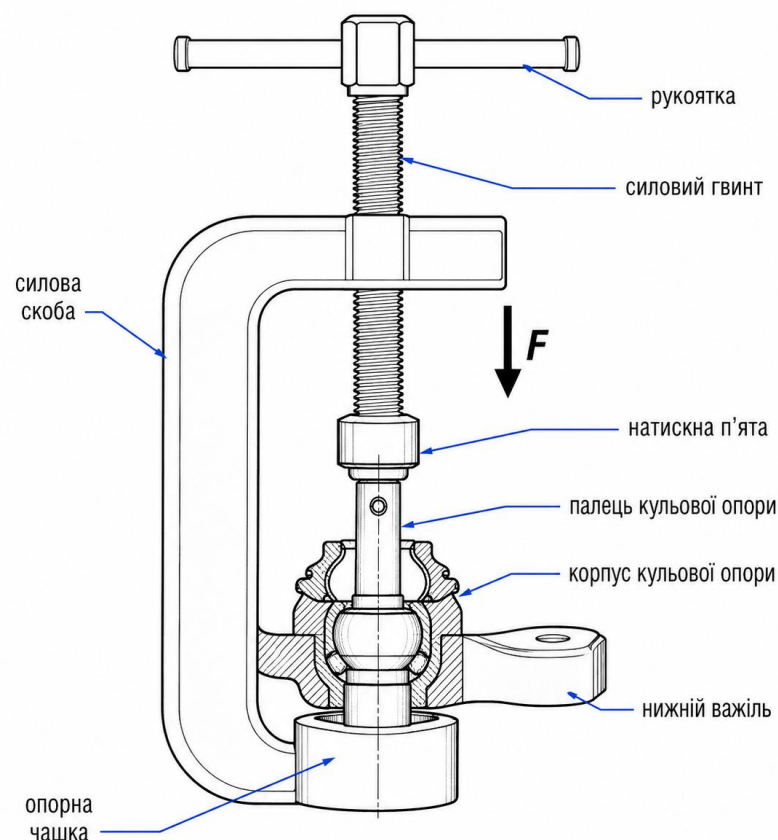


Рисунок 3.2 – Загальна схема пристосування для випресування пальця кульової опори.

Конструктивно пристосування виконане у вигляді силової скоби з

гвинтовим механізмом. Основними елементами є корпусна скоба, силовий гвинт, натискна п'ята, опорна чашка, змінні оправки та рукоятка для обертання гвинта. Під час роботи скоба охоплює вузол з'єднання, опорна частина встановлюється на нижній важіль, а силовий гвинт через натискну п'яту створює осьове зусилля, необхідне для випресування пальця кульової опори [18, 19].

3.3 Принцип роботи пристосування

Перед початком роботи автомобіль установлюють на підйомник, знімають колесо та забезпечують доступ до вузла кульової опори. Після відкручування гайки пальця кульової опори пристосування встановлюють таким чином, щоб силовий гвинт був співвісний з пальцем шарніра. Опорна чашка повинна спиратися на поверхню нижнього важеля, а натискна п'ята – на торець пальця кульової опори.

Після встановлення пристосування слюсар плавно обертає силовий гвинт. При цьому створюється поступове осьове зусилля, під дією якого палець кульової опори виходить із посадкового отвору нижнього важеля. Завдяки поступовому навантаженню виключається різкий удар по деталях підвіски, що позитивно впливає на збереження геометрії важеля та поворотного кулака.

Після випресування пальця кульової опори пристосування знімають, відкручують болти кріплення корпусу опори до поворотного кулака та демонтують несправну деталь. Установлення нової кульової опори виконується у зворотній послідовності із контролем положення пильника, затягуванням кріплень і фіксацією гайки шплінтом.

3.4 Технічна характеристика пристосування

Запропоноване пристосування має просту конструкцію, не потребує складного обслуговування та може застосовуватися в умовах ремонтної дільниці, СТО або навчальної лабораторії. Основні параметри пристосування наведено в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 – Технічна характеристика пристосування.

Показник	Значення
Тип пристосування	Гвинтове знімно-запресувальне
Призначення	Випресування пальця кульової опори та робота з оправками
Максимальне робоче зусилля	до 18 кН
Тип приводу	Ручний гвинтовий
Матеріал силової скоби	Сталь 45
Матеріал силового гвинта	Сталь 40Х
Орієнтовна маса	2,5–3,2 кг
Обслуговування	Періодичне очищення та змащування різьби
Сфера застосування	Ремонт передньої підвіски автомобіля Богдан 2110

3.5 Перевірний розрахунок силового гвинта

Під час випресування пальця кульової опори основне навантаження сприймає силовий гвинт. Для забезпечення надійної роботи пристосування приймаємо максимальне розрахункове зусилля [19, 20]:

$$F = 18 \text{ кН} = 18000 \text{ Н}$$

Для силового гвинта приймаємо діаметр різьбової частини:

$$d = 16 \text{ мм}$$

Площа поперечного перерізу гвинта визначається за формулою [19, 20]:

$$A = \pi \cdot d^2 / 4$$

$$A = 3,14 \cdot 16^2 / 4 = 200,96 \text{ мм}^2$$

Напруження стиску в тілі гвинта [19, 20]:

$$\sigma = F / A$$

$$\sigma = 18000 / 200,96 = 89,57 \text{ МПа}$$

Для сталі 40Х допустиме напруження приймаємо:

$$[\sigma] = 250 \text{ МПа}$$

Умова міцності:

$$\sigma \leq [\sigma]$$

$$89,57 \text{ МПа} \leq 250 \text{ МПа}$$

Умова міцності виконується, отже прийнятий діаметр силового гвинта забезпечує достатній запас міцності під час роботи пристосування [19, 20].

Коефіцієнт запасу міцності становить:

$$n = [\sigma] / \sigma$$

$$n = 250 / 89,57 = 2,79$$

Отримане значення коефіцієнта запасу міцності є достатнім для ручного гвинтового пристосування, яке працює в умовах періодичного навантаження.

3.6 Порядок використання пристосування під час ремонту

Послідовність застосування пристосування під час заміни кульової опори передньої підвіски автомобіля Богдан 2110 подано в таблиці 3.2.

Таблиця 3.2 – Послідовність використання пристосування

Зміст дії	Контрольна вимога
Встановити автомобіль на підйомник і зняти колесо	Автомобіль має бути надійно зафіксований
Очистити вузол кульової опори	Не допускається наявність бруду на різьбових з'єднаннях
Відкрутити гайку пальця кульової опори	Різьба пальця не повинна бути пошкоджена
Установити пристосування на вузол з'єднання	Гвинт має бути співвісним із пальцем опори
Плавно обертати силовий гвинт	Не допускається перекіс пристосування
Випресувати палець із нижнього важеля	Роз'єднання має відбутися без ударного навантаження
Зняти пристосування	Перевірити стан посадкового отвору важеля
Демонтувати корпус кульової опори з поворотного кулака	Кріпильні отвори не повинні мати пошкоджень

3.7 Переваги запропонованого конструктивного рішення

Застосування розробленого пристосування під час ремонту передньої підвіски автомобіля Богдан 2110 має такі переваги:

забезпечує контрольоване випресування пальця кульової опори з нижнього важеля;

зменшує ймовірність пошкодження поворотного кулака та важеля;

підвищує безпеку виконання ремонтних операцій;

скорочує тривалість демонтажу кульової опори;

може застосовуватися в умовах звичайної ремонтної ділянки;

не потребує складного приводу або спеціального енергопостачання;

допускає використання змінних оправок для роботи з гумометалевими шарнірами.

Запропоноване пристосування є доцільним для впровадження в технологічний процес ремонту передньої підвіски автомобіля Богдан 2110. Його використання дозволяє підвищити якість ремонту, зменшити ризик пошкодження деталей і забезпечити безпечне виконання операцій із заміни кульової опори.

3.8 Розроблення пристосування для розбирання телескопічної стійки передньої підвіски

Під час ремонту передньої підвіски автомобіля Богдан 2110 однією з найбільш відповідальних операцій є розбирання телескопічної амортизаційної стійки. Особливу складність цієї операції зумовлює наявність спіральної пружини, яка перебуває у попередньо навантаженому стані. У разі її неконтрольованого розтиснення виникає небезпека травмування виконавця, а також пошкодження елементів стійки. З цієї причини для виконання робіт доцільно застосовувати спеціальне пристосування, яке забезпечує надійну фіксацію стійки та контрольоване стискання пружини.

Запропоноване пристосування призначене для розбирання і складання телескопічної амортизаційної стійки передньої підвіски автомобіля Богдан 2110

в умовах ремонтної дільниці або навчальної майстерні. Його використання дає змогу підвищити безпеку робіт, зменшити трудомісткість операцій та забезпечити правильне положення деталей під час демонтажу верхньої опори, чашки пружини, буфера ходу стиснення та інших елементів вузла.

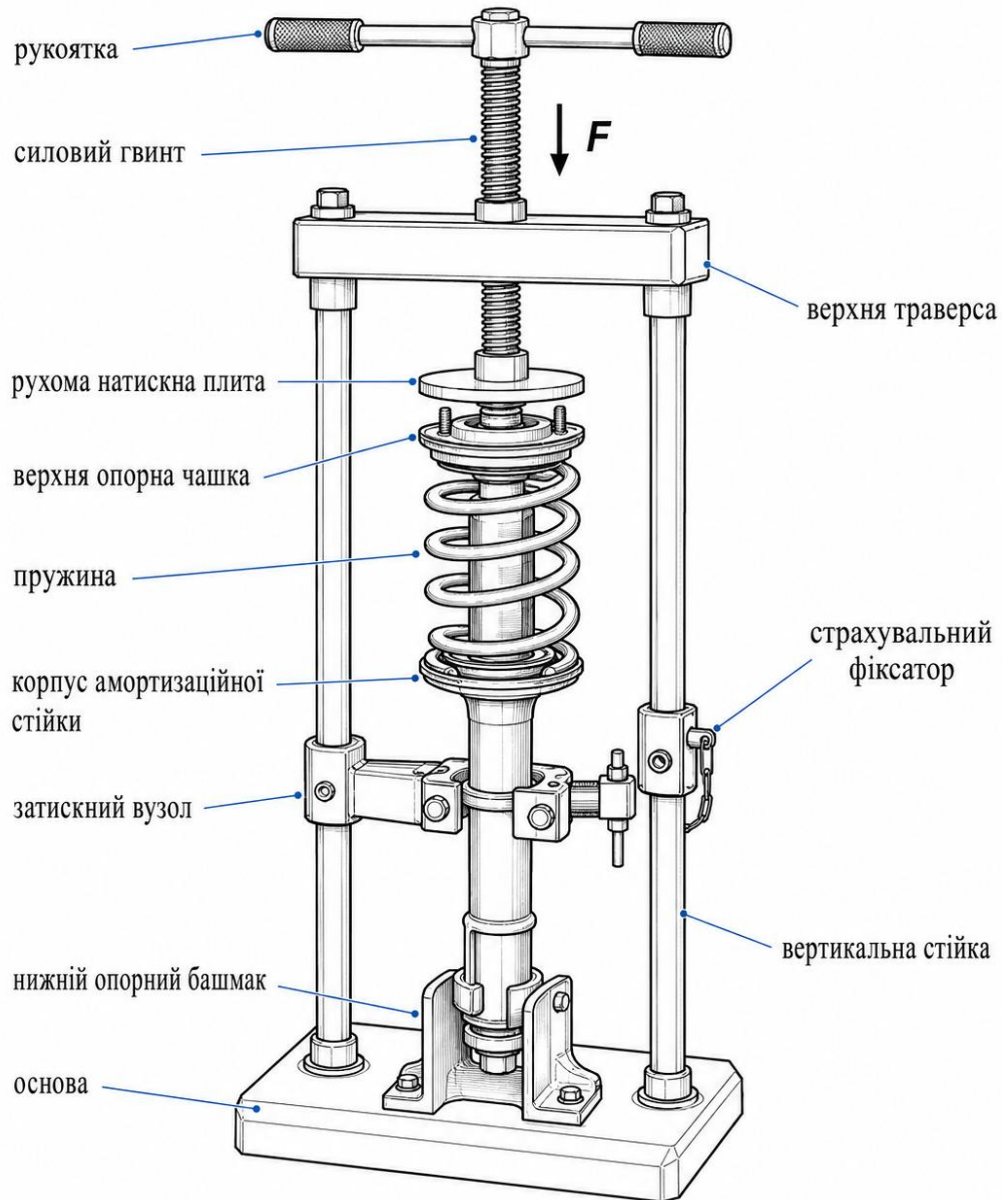


Рисунок 3.3 – Загальна схема пристосування для розбирання телескопічної стійки.

Конструктивно пристосування складається з опорної плити, двох вертикальних стояків, верхньої траверси, силового гвинта, рухомої натискної плити, комплексу опорних чашок для стискання пружини, нижнього башмака для встановлення стійки та затискного вузла для фіксації корпусу амортизаційної стійки [18, 19, 20]. Під час роботи нижня частина стійки встановлюється в опорний башмак, корпус фіксується затискним елементом, а

пружина стискується переміщенням верхньої натискної плити вздовж осі стійки.

Перед початком роботи амортизаційну стійку встановлюють у вертикальному положенні на нижній опорний башмак. Корпус стійки фіксують затискним вузлом. Далі на верхній і нижній витки пружини встановлюють опорні чашки, після чого обертанням силового гвинта плавно переміщують рухоми натискну плиту вниз. Унаслідок цього відбувається стискання пружини до моменту зняття навантаження з верхньої опори стійки.

Після зняття навантаження відкручують гайку кріплення верхньої опори, демонтують опору з підшипником, верхню чашку та інші елементи. Пружину знімають лише після повної втрати нею контакту з опорними деталями. Складання стійки виконують у зворотній послідовності. Використання пристосування дає змогу забезпечити співвісність елементів і виключити перекіс пружини під час стискання.

Таблиця 3.3 – Технічна характеристика пристосування.

Показник	Значення
Тип пристосування	Стаціонарне гвинтове
Призначення	Розбирання та складання амортизаційної стійки
Максимальне зусилля стискання	до 6 кН
Тип приводу	Ручний гвинтовий
Робочий хід натискної плити	180–220 мм
Допустимий зовнішній діаметр пружини	до 170 мм
Матеріал силового гвинта	Сталь 40Х
Матеріал несучих елементів	Сталь 45
Орієнтовна маса пристосування	18–24 кг
Сфера застосування	Ремонт передньої підвіски автомобіля Богдан 2110

Для визначення працездатності пристосування приймаємо максимальне

розрахункове зусилля стискання пружини:

$$F = 6 \text{ кН} = 6000 \text{ Н}$$

Діаметр силового гвинта приймаємо:

$$d = 20 \text{ мм}$$

Площа поперечного перерізу гвинта визначається за формулою:

$$A = \pi \cdot d^2 / 4$$

$$A = 3,14 \cdot 20^2 / 4 = 314 \text{ мм}^2$$

Напруження стиску в гвинті:

$$\sigma = F / A$$

$$\sigma = 6000 / 314 = 19,11 \text{ МПа}$$

Для сталі 40Х допустиме напруження приймаємо:

$$[\sigma] = 250 \text{ МПа}$$

Перевіряємо умову міцності:

$$\sigma \leq [\sigma]$$

$$19,11 \text{ МПа} \leq 250 \text{ МПа}$$

Умова міцності виконується. Коефіцієнт запасу міцності становить:

$$n = [\sigma] / \sigma$$

$$n = 250 / 19,11 = 13,08$$

Отримане значення свідчить про достатню міцність силового гвинта та надійність роботи пристосування в умовах ремонтної дільниці.

Застосування розробленого пристосування для розбирання телескопічної стійки передньої підвіски автомобіля Богдан 2110 забезпечує: безпечне стискання спіральної пружини; надійну фіксацію амортизаційної стійки під час ремонту; зменшення трудомісткості операцій розбирання та складання; зниження ризику пошкодження верхньої опори, чашок і пружини; підвищення якості виконання ремонтних робіт; можливість багаторазового використання в умовах дільниці або майстерні.

Запропоноване пристосування є доцільним для впровадження в технологічний процес ремонту передньої підвіски автомобіля Богдан 2110, оскільки воно забезпечує безпечне та раціональне виконання операцій з розбирання телескопічної амортизаційної стійки.

4 БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ, ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ

4.1 Виробнича санітарія та умови праці на дільниці ремонту передньої підвіски

Ремонт передньої підвіски автомобіля Богдан 2110 виконується в умовах ремонтної дільниці, де працівник контактує з деталями ходової частини, мастильними матеріалами, амортизаційною рідиною, пилом, продуктами зношування та корозійними нашаруваннями. Тому під час організації робочого місця важливо забезпечити належні санітарно-гігієнічні умови, які зменшують негативний вплив виробничого середовища на працівника.

Основними вимогами до робочої зони є достатнє освітлення, справна вентиляція, чистота підлоги, відсутність слизьких ділянок, правильне розміщення інструменту та деталей [27, 29, 30]. Робоче місце повинно бути організоване так, щоб працівник мав вільний доступ до передньої підвіски, амортизаційної стійки, нижнього важеля, кульової опори та кріпильних елементів. Захаращення робочої зони сторонніми предметами може ускладнювати виконання операцій і створювати додатковий ризик травмування.

Під час ремонту передньої підвіски особливе значення має освітлення колісної ніші, оскільки більшість операцій виконується у зоні з обмеженою видимістю. Недостатня освітленість може призвести до неправильного встановлення інструменту, пошкодження кріпильних елементів або помилок під час складання. Для покращення видимості доцільно використовувати переносні світильники безпечної конструкції.

Вентиляція ремонтного приміщення необхідна для видалення парів очищувачів, проникних мастил, пилу та запахів технічних рідин. Під час використання аерозольних засобів для очищення або розморожування різьбових з'єднань потрібно уникати їх надмірного розпилення в закритій зоні. Працівник має використовувати рукавиці та, за потреби, захисні окуляри [27, 29, 30].

Таблиця 4.1 – Санітарно-гігієнічні вимоги до робочого місця.

Показник	Вимога до організації робіт
Освітлення	Забезпечення чіткої видимості зони підвіски та кріпильних елементів
Вентиляція	Видалення парів мастил, очищувачів і пилу з робочої зони
Стан підлоги	Суха, чиста, неслизька поверхня без розлитих рідин
Розміщення інструменту	Інструмент повинен бути під рукою, але не заважати переміщенню
Зберігання деталей	Демонтовані елементи розміщують у визначеному місці
Засоби захисту	Використання рукавиць, спецодягу, захисних окулярів

Дотримання вимог виробничої санітарії під час ремонту передньої підвіски автомобіля Богдан 2110 сприяє зниженню втомлюваності працівника, підвищенню якості виконання операцій і зменшенню ризику виникнення травмонебезпечних ситуацій.

4.2 Вимоги безпеки під час використання обладнання, інструменту та пристосувань

Під час ремонту передньої підвіски автомобіля Богдан 2110 застосовують двостійковий підйомник, комплект гайкових ключів, торцеві головки, знімач кульових опор, стяжки пружин, пристосування для розбирання телескопічної стійки, динамометричний ключ, монтажну лопатку та допоміжний інструмент. Безпечність виконання робіт значною мірою залежить від справності цього обладнання та правильності його використання.

Перед початком роботи працівник повинен перевірити технічний стан підйомника, переконатися у справності фіксаторів, опорних лап і механізмів піднімання. Автомобіль Богдан 2110 необхідно встановлювати тільки на передбачені точки опори кузова. Після піднімання автомобіля не допускається виконання робіт, якщо він не має стійкого положення або опорні лапи встановлені з перекосом.

Під час демонтажу кульової опори потрібно використовувати спеціальний знімач. У конструкції передньої підвіски автомобіля Богдан 2110 палець кульової опори з'єднується з нижнім важелем, а корпус опори кріпиться до поворотного кулака. Тому випресування пальця слід виконувати плавно, без ударного навантаження. Використання молотка може пошкодити посадкове місце нижнього важеля, різбову частину пальця або сам поворотний кулак [27, 29, 30].

Окремої уваги потребує розбирання телескопічної амортизаційної стійки. Пружина стійки перебуває у попередньо стисненому стані, тому її демонтаж без спеціального пристосування або справних стяжок є небезпечним. Стяжки потрібно встановлювати симетрично, із надійним захопленням витків. Гайку верхньої опори дозволяється відкручувати лише після того, як пружина перестає тиснути на опорні елементи.



Рисунок 4.1 – Основні етапи безпечного використання обладнання під час ремонту.

Під час складання підвіски всі відповідальні різьбові з'єднання потрібно затягувати справним інструментом. Для кріплень кульової опори, амортизаційної стійки, нижнього важеля та колеса бажано використовувати динамометричний ключ. Це забезпечує необхідне зусилля затягування та запобігає як послабленню кріплення, так і пошкодженню різьби [27, 29, 30].

Таблиця 4.2 – Вимоги безпеки під час використання обладнання та інструменту.

Обладнання або інструмент	Основна вимога безпеки
Двостійковий підйомник	Перевірити фіксацію автомобіля перед початком робіт
Знімач кульових опор	Встановлювати співвісно з пальцем кульової опори
Стяжки пружин	Розміщувати симетрично, не допускати перекосу пружини
Пристосування для розбирання стійки	Фіксувати корпус стійки перед стисканням пружини
Динамометричний ключ	Використовувати для відповідальних кріпильних з'єднань
Монтажна лопатка	Не застосовувати як ударний інструмент
Переносна лампа	Використовувати тільки справний світильник із захищеним проводом

Безпечне використання обладнання та інструменту є обов'язковою умовою якісного ремонту передньої підвіски. Найбільшу увагу потрібно приділяти піднятому автомобілю, стисненій пружині та операціям випресування деталей.

4.3 Профілактика виробничого травматизму, пожежна безпека

Профілактика травматизму під час ремонту передньої підвіски автомобіля Богдан 2110 полягає у правильній організації робіт, дотриманні технологічної послідовності, використанні справного інструменту та застосуванні засобів індивідуального захисту. Працівник повинен виконувати

тільки ті операції, для яких підготовлено робоче місце, інструмент і необхідні пристосування.

Найбільш імовірними причинами травмування під час ремонту є зрив інструменту, защемлення пальців між важелем і поворотним кулаком, падіння деталей, неконтрольоване розтиснення пружини та неправильне встановлення автомобіля на підйомнику. Щоб запобігти таким ситуаціям, слід працювати без поспіху, не прикладати надмірних зусиль до пошкодженого інструменту та не виконувати демонтаж навантажених вузлів без попереднього зняття напруження [27, 29, 30].

Під час роботи необхідно використовувати спецодяг, захисні рукавиці, закрите робоче взуття та захисні окуляри. Рукавиці захищають руки від забруднення, порізів і контакту з мастильними матеріалами. Захисні окуляри потрібні під час очищення деталей, роботи зі знімачами та демонтажу елементів, забруднених іржею або пилом. Пожежна безпека на ділянці ремонту передньої підвіски пов'язана з використанням проникних мастил, очищувачів, технічних рідин і забрудненого ганчір'я. У робочій зоні забороняється палити, користуватися відкритим вогнем і зберігати легкозаймисті речовини біля джерел нагрівання. Вогнегасники повинні бути розташовані у доступних місцях, а проходи до них не можна захаращувати.

Таблиця 4.3 – Основні профілактичні заходи під час ремонту передньої підвіски

Напрямок безпеки	Профілактичний захід
Запобігання травмам	Використовувати справний інструмент і не виконувати ударний демонтаж
Захист рук	Працювати у рукавицях під час демонтажу та очищення деталей
Захист очей	Використовувати окуляри під час очищення вузлів і роботи зі знімачами
Пожежна безпека	Не зберігати легкозаймисті матеріали біля джерел нагрівання
Екологічна безпека	Збирати технічні рідини та забруднене ганчір'я в окремі ємності

Безпека після ремонту	Перевірити затягування кріплень, відсутність люфтів і стан пильників
-----------------------	--

У разі виникнення небезпечної ситуації працівник повинен негайно припинити роботу, залишити небезпечну зону та повідомити відповідальну особу. Якщо автомобіль втрачає стійкість на підйомнику, забороняється перебувати під ним або намагатися його утримати. У разі зміщення пружини не можна торкатися її руками до повного зняття навантаження. При травмуванні працівника необхідно надати першу домедичну допомогу та викликати медичну службу.

Профілактика травматизму, дотримання пожежної безпеки та екологічних вимог є важливою складовою технологічного процесу ремонту передньої підвіски автомобіля Богдан 2110. Виконання запропонованих заходів забезпечує безпечні умови праці, знижує ризик пошкодження деталей і сприяє якісному виконанню ремонтних операцій.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

У процесі виконання роботи було розглянуто конструктивні особливості передньої незалежної підвіски, визначено призначення її основних елементів та встановлено їхній вплив на керованість, плавність руху, стійкість автомобіля і загальну безпеку експлуатації транспортного засобу.

У загально-технічному розділі проаналізовано будову передньої підвіски автомобіля Богдан 2110, до складу якої входять телескопічні амортизаційні стійки, гвинтові пружини, нижні важелі, кульові опори, стабілізатор поперечної стійкості, поворотні кулаки, маточинні вузли та кріпильні елементи. Встановлено, що працездатність цих деталей безпосередньо визначає стабільність руху автомобіля, правильність контакту шин із дорожнім покриттям і здатність підвіски сприймати динамічні навантаження під час руху нерівною дорогою, гальмування та поворотів.

Під час аналізу характерних несправностей передньої підвіски визначено основні дефекти, що найчастіше виникають у процесі експлуатації автомобіля: зношування кульових опор і сайлентблоків, втрата герметичності амортизаційної стійки, зниження ефективності демпфування, пошкодження втулок стабілізатора, люфт у маточинному вузлі, деформація важелів та ослаблення різьбових з'єднань. Запропонована послідовність діагностування і дефектації дає змогу своєчасно виявляти технічні відхилення та приймати обґрунтоване рішення щодо подальшого використання, ремонту або заміни деталей.

У технологічному розділі розроблено технологічні карти виконання ремонтних робіт, зокрема розбирання та складання телескопічної амортизаційної стійки, демонтажу стійки з автомобіля, заміни кульової опори, контролю посадкових поверхонь і завершального складання вузла. Запропонована послідовність операцій забезпечує логічний порядок виконання ремонту, зменшує ризик пошкодження деталей підвіски та підвищує якість проведення слюсарно-ремонтних робіт.

Проведено розрахунок затрат часу на виконання розглянутого комплексу ремонтних операцій. Встановлено, що повна трудомісткість ремонту одного

боку передньої підвіски автомобіля Богдан 2110 становить 2,79 люд.-год. Для виконання основного обсягу робіт достатньо одного слюсаря з ремонту автомобілів, однак під час операцій, пов'язаних зі стисканням пружини, утриманням навантажених деталей і розбиранням телескопічної стійки, доцільним є короткочасне залучення другого працівника для підвищення безпеки та зручності виконання робіт.

В економічній частині роботи обґрунтовано витрати на виконання ремонту передньої підвіски. У розрахунках враховано оплату праці, нарахування на заробітну плату, вартість запасних частин і витратних матеріалів, витрати на використання обладнання та накладні витрати. Виробнича собівартість ремонту одного боку передньої підвіски становить 1676,32 грн, розрахункова вартість робіт без ПДВ – 2011,58 грн, а з урахуванням ПДВ – 2413,90 грн. Отримані результати підтверджують економічну доцільність своєчасного ремонту підвіски, оскільки усунення несправностей на ранньому етапі дає змогу запобігти пошкодженню суміжних вузлів, підвищеному зношуванню шин і погіршенню керованості автомобіля.

У конструкторському розділі розроблено спеціальне пристосування для розбирання телескопічної амортизаційної стійки. Його застосування забезпечує надійну фіксацію стійки, контрольоване стискання пружини, зменшення небезпеки її раптового розтиснення та підвищення безпечності виконання демонтажних операцій. Конструкція пристосування є простою, придатною для використання в умовах ремонтної дільниці або навчальної майстерні та сприяє підвищенню якості ремонту.

У розділі з безпеки життєдіяльності та охорони праці визначено основні небезпечні й шкідливі чинники, які можуть виникати під час ремонту передньої підвіски. Розглянуто вимоги до організації робочого місця, використання підйомника, знімачів, стяжок пружин, динамометричного інструменту та запропонованого пристосування. Обґрунтовано необхідність дотримання правил виробничої санітарії, застосування засобів індивідуального захисту, підтримання чистоти робочої зони та виконання операцій без ударного навантаження на відповідальні деталі підвіски.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Methodology of Force Parameters Justification of the Controlled Steering Wheel Suspension / B. Sokil, O. Lyashuk, M. Sokil, Y. Vovk, I. Lebid, I. Hevko, M. Levkovych, R. Khoroshun, A. Matviyishyn // Communications. – 2022. – Vol. 24, № 3. – P. 247–258.
2. Liashuk O., Hevko I., Hud V., Khoroshun R., Hevko B., Matviishyn A., Sipravska M. Stands for car suspension research // Bulletin of Lviv National Environmental University. Agroengineering Research. – 2022. – № 26. – С. 93–103.
3. Міронов Д.В., Ляшук О.Л., Гевко І.Б., Гупка А.Б., Слободян Л.М., Гевко Б.Р., Хорошун Р.В. Розробка моделі узагальненого діагностичного показника технічного стану ходової частини автомобіля з використанням математичних методів теорії планування експерименту // Сучасні технології в машинобудуванні та транспорті. – Луцьк, 2023. – № 2 (21). – С. 135–144.
4. Ляшук О.Л., Рогатинський Р.М., Гевко І.Б., Хорошун Р.В., Кашканова Г.Г., Антонюк О.П. Модель проходження повороту автомобілем // Вісник машинобудування та транспорту. – Вінниця, 2023. – № 2 (18). – С. 87–93.
5. Основи технології виробництва та ремонту автомобілів : навчальний посібник / Гевко І.Б., Рогатинський Р.М., Ляшук О.Л., Левкович М.Г., Гудь В.З., Сташків М.Я., Сіправська М.Д. – Тернопіль : Вид-во ТНТУ імені Івана Пулюя, 2021. – 544 с.
6. Техніко-економічне обґрунтування інженерних рішень на СТО та АТП : підручник / І.Б. Гевко, О.Л. Ляшук, І.В. Луциків, У.М. Плекан, В.М. Клендій. – Тернопіль : ТНТУ ім. І. Пулюя, 2021. – 264 с.
7. Форнальчик Є.Ю., Качмар Р.Я. Основи технічного сервісу транспортних засобів. – Львів : Видавництво Львівської політехніки, 2017. – 324 с.
8. Кисликов В.Ф., Луцик В.В. Будова й експлуатація автомобілів : підручник. – 8-ме вид. – Київ : Либідь, 2018. – 400 с.
9. Лудченко О.А. Технічне обслуговування і ремонт автомобілів. – Київ : Знання-Прес, 2003. – 511 с.

10. Канарчук В.Є., Лудченко О.А., Чигринець А.Д. Основи технічного обслуговування і ремонту автомобілів. Книга 1: Теоретичні основи. Технологія : підручник. – Київ : Вища школа, 1994. – 342 с.
11. Канарчук В.Є., Лудченко О.А., Чигринець А.Д. Основи технічного обслуговування і ремонту автомобілів. Книга 2: Організація, планування і управління : підручник. – Київ : Вища школа, 1994. – 383 с.
12. Канарчук В.Є. та ін. Організація виробничих процесів на транспорті в ринкових умовах. – Київ : Логос, 1996. – 348 с.
13. Кукурудзяк Ю.Ю., Біліченко В.В. Технічна експлуатація автомобілів. Організація технологічних процесів ТО і ПР : навчальний посібник. – Вінниця : ВНТУ, 2010. – 198 с.
14. Положення про технічне обслуговування і ремонт дорожніх транспортних засобів автомобільного транспорту. – Київ : Міністерство транспорту України, 1998. – 36 с.
15. О.П. Строков, М.Г. Макаренко, В.Ф. Фролов. Технічне обслуговування та ремонт вантажних і легкових автомобілів, автобусів : підручник : у 2 кн. – Київ : Грамота, 2005.
16. Конспект лекцій з дисципліни «Відновлення деталей» для здобувачів освітнього рівня бакалавр за спеціальністю 274 «Автомобільний транспорт» / укладачі: Левкович М.Г., Гупка А.Б., Сіправська М.Д. – Тернопіль : ТНТУ імені Івана Пулюя, 2021. – 136 с.
17. Конспект лекцій з курсу «Комп'ютерна діагностика» для студентів спеціальності «Автомобільний транспорт» денної і заочної форми навчання / Босюк П.В., Левкович М.Г., Тесля В.О. – Тернопіль : ТНТУ ім. І. Пулюя, 2016. – 236 с.
18. Коробочка О.М., Скорняков Е.С., Сасов О.О. Основи розрахунків, проектування і експлуатації технологічного обладнання для автомобільного транспорту : навчальний посібник. – Дніпродзержинськ : ДДТУ, 2007. – 252 с.
19. Кіркач Н.Ф. Розрахунок і проектування деталей машин. – Харків, 1991. – 274 с.

20. Кошель С.О., Березін Л.М., Кошель Г.В. Технічна механіка. Розділ «Теорія механізмів і машин». – Київ : Центр навчальної літератури, 2020. – 156 с.
21. Автомобілі. Теорія : навчальний посібник / В.П. Сахно, В.І. Сирота, В.М. Поляков, В.Г. Головань, О.В. Лисий. – Одеса : Військова академія, 2017. – 412 с.
22. Підручник з будови автомобіля. Видання третє, виправлене й доповнене. – Моноліт, 2021. – 288 с.
23. Masato Abe. Vehicle handling dynamics, theory and application. – Waltham : Butterworth-Heinemann, 2015. – 305 p.
24. David Crolla. Encyclopedia of automotive engineering. – New York : John Wiley & Sons, 2015. – 269 p.
25. Ткаченко І.Г., Левкович М.Г. Конспект лекцій з дисципліни «Надійність транспортних засобів». – Тернопіль : ТНТУ, 2024. – 118 с.
26. О.Л. Ляшук, Ю.І. Пиндус, М.Г. Левкович, Гупка А.Б., Хорошун Р.В. Методичні вказівки до виконання кваліфікаційної роботи бакалавра за освітнім рівнем «бакалавр» галузі знань 27 «Транспорт» спеціальність 274 «Автомобільний транспорт». – Тернопіль : Видавництво ТНТУ, 2022. – 61 с.
27. Закон України «Про охорону праці». – Харків : Вид-во «ФОРТ», 2003. – 32 с.
28. НАОП 60.2-3.06-98 «Типові норми видачі спеціального одягу, спеціального взуття та інших засобів індивідуального захисту працівникам автомобільного транспорту».
29. Жидецький В.Ц., Джигирей В.С., Сторожук В.М., Туряб Л.В., Лико Х.В. Практикум з охорони праці : навчальний посібник / за ред. В.Ц. Жидецького. – Львів : Афіша, 2000. – 352 с.
30. Войналович О.В., Марчиниша Є.І., Кофто Д.Г. Охорона праці в галузі (автомобільний транспорт) : навчальний посібник. – Харків : ХНАДУ, 2020. – 695 с.