

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 Павлику Павлу Павловичу
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Розроблення технологічного процесу заміни підшипників заднього моста автомобіля RENAULT Trafic

Керівник роботи Гудь Віктор Зіновійович д.т.н., доцент
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Затверджені наказом ректора від «21» січня 2026 року № 4/9-41

2. Термін подання студентом завершеної роботи 11 червня 2026

3. Вихідні дані до роботи Базовий технологічний процес заміни підшипників заднього моста автомобіля RENAULT Trafic

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)

Підйомник чотири стоянковий механічний – 1А1;

Знімач гальмівного барабана – 1А1;

Стенд для ремонту заднього моста – 1А1;

Стенд для випробування заднього моста – 2А1;

Агрегатна дільниця – 1А1.

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	28.01.2026	
2	Технологічний розділ	11.02.2026	
3	Конструкторський розділ	03.06.2026	
4	Безпека життєдіяльності, основи охорони праці	10.06.2026	
5	Оформлення графічної частини	10.06.2026	
6	Захист кваліфікаційної роботи бакалавра		

Студент

(підпис)

Павлик Павло Павлович

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

(підпис)

Гудь Віктор Зіновійович

(прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

Кваліфікаційна робота бакалавра на тему: « Розроблення технологічного процесу заміни підшипників заднього моста автомобіля RENAULT Trafic ».

Робота виконана на кафедрі автотранспорту та логістики Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя. Керівник кваліфікаційної роботи бакалавра д.т.н., доцент Гудь Віктор Зіновійович.

Пояснювальна записка складається з чотирьох розділів і 60 сторінок формату А4 та 6 аркушів формату А1 графічної частини сторінок додатків.

Ключові слова: монтаж, демонтаж, ремонт, дефектація, діагностика.

ЗМІСТ

Вступ.....	7
1 ЗАГАЛЬНО-ТЕХНІЧНИЙ РОЗДІЛ.....	9
1.1 Будова заднього моста автомобіля Renault Trafic.....	9
1.2 Основні несправності та технічне обслуговування головної передачі і диференціала.....	11
1.3 Висновки та постановка завдання на кваліфікаційну роботу бакалавра....	13
2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ.....	15
2.1 Технічне обслуговування головної передачі та диференціала ведучого моста.....	15
2.2 Технологія заміни підшипника півосі.....	18
2.3 Розрахунок нормо-годин на виконання технології заміни підшипника півосі.....	21
2.4 Вибір технологічного обладнання.....	27
2.5 Розрахунок площі дільниці.....	27
2.6 Розрахунок вартості заміни підшипника півосі.....	28
3 КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ.....	31
3.1 Обґрунтування вибору пристрою, опис конструкції та умов його роботи..	31
3.2 Розрахунок пристосування для заміни підшипника півосі.....	35
3.2.1 Вихідні дані для розрахунку.....	35
3.2.2 Визначення зусилля, необхідного для випресування підшипника.....	36
3.2.3 Розрахунок силового гвинта.....	37
3.2.4 Визначення крутного моменту на гвинті.....	39
3.2.5 Розрахунок зусилля на рукоятці.....	40
3.2.6 Перевірка гвинта на кручення.....	41
3.2.7 Перевірка умови самогальмування гвинтової пари.....	42
3.2.8 Розрахунок рукоятки.....	42
3.2.9 Розрахунок основи пристрою.....	43
3.2.10 Розрахунок болтів кріплення основи.....	45
3.2.11 Розрахунок захватів пристрою.....	46
3.2.12 Перевірка ніжок пристрою на стиск.....	48

	6
3.2.13 Розрахунок болтів кріплення ніжок.....	49
3.2.14 Перевірка опорної поверхні під гвинт.....	49
3.2.15 Розрахунок надійності конструкції за коефіцієнтом запасу.....	50
3.2.16 Рекомендовані конструктивні параметри пристосування.....	51
4 БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ, ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ.....	53
4.1 Аналіз небезпечних і шкідливих виробничих факторів під час заміни підшипників заднього моста.....	53
4.2 Заходи безпеки під час виконання технологічного процесу заміни підшипників заднього моста.....	55
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ.....	57
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ.....	59
ДОДАТКИ	

ВСТУП

Автомобільний транспорт посідає важливе місце в сучасному суспільстві, забезпечуючи перевезення пасажирів і вантажів, мобільність населення та безперервність виробничих процесів. Надійність і безпечність експлуатації автомобілів значною мірою залежать від технічного стану їхніх вузлів і агрегатів. Одним із важливих елементів ходової частини автомобіля є задній міст, справний стан якого забезпечує стабільність руху, рівномірне передавання навантаження та безпечну роботу транспортного засобу в цілому [3, 5].

У процесі експлуатації автомобіля підшипники заднього моста зазнають значних механічних навантажень, дії вібрацій, тертя та температурних впливів. Унаслідок цього відбувається їх природний знос, що може призвести до появи стороннього шуму, підвищеного люфту, погіршення керованості автомобіля, а в окремих випадках – до аварійних ситуацій. Саме тому своєчасна діагностика та якісна заміна підшипників заднього моста є важливою умовою підтримання автомобіля в технічно справному стані.

Актуальність даної теми полягає в тому, що автомобілі RENAULT Trafic широко використовуються як у комерційній сфері, так і в приватному користуванні. Висока інтенсивність їх експлуатації зумовлює необхідність удосконалення технологічних процесів технічного обслуговування і ремонту. Розроблення раціонального технологічного процесу заміни підшипників заднього моста дає змогу підвищити якість ремонтних робіт, скоротити час обслуговування, зменшити трудомісткість операцій і забезпечити надійність подальшої експлуатації автомобіля.

Метою даної роботи є розроблення технологічного процесу заміни підшипників заднього моста автомобіля RENAULT Trafic з урахуванням технічних вимог, особливостей конструкції автомобіля, правил безпеки праці та ефективної організації ремонтних робіт.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити такі завдання:

розглянути конструктивні особливості заднього моста автомобіля RENAULT Trafic;

проаналізувати основні причини зносу та несправностей підшипників;

- визначити ознаки несправностей і методи їх діагностування;
- підібрати необхідне обладнання, інструменти та пристосування для виконання робіт;
- розробити послідовність виконання операцій із заміни підшипників заднього моста;
- охарактеризувати вимоги з охорони праці та техніки безпеки під час виконання ремонтних робіт;
- оцінити доцільність і ефективність запропонованого технологічного процесу.

Об'єктом дослідження є технологічний процес технічного обслуговування і ремонту заднього моста автомобіля RENAULT Trafic.

Предметом дослідження є особливості виконання робіт із заміни підшипників заднього моста автомобіля RENAULT Trafic.

Практичне значення роботи полягає в можливості використання розробленого технологічного процесу в умовах станцій технічного обслуговування, ремонтних майстерень, а також у навчальному процесі під час підготовки фахівців автомобільного транспорту.

1 ЗАГАЛЬНО-ТЕХНІЧНИЙ РОЗДІЛ

1.1 Будова заднього моста автомобіля Renault Trafic

Конструктивно задній міст Renault Trafic належить до вузлів несучої частини автомобіля, який працює разом із задньою підвіскою, маточинами коліс, гальмівними механізмами та елементами кріплення. Його основне призначення полягає у забезпеченні опори задньої частини автомобіля, збереженні колії задніх коліс, сприйнятті навантаження від маси кузова та вантажу, а також забезпеченні стабільності руху під час гальмування, повороту і руху нерівною дорогою.

Задній міст складається з таких основних елементів: балки моста, півосей або цапф коліс, маточин, підшипникових вузлів, гальмівних механізмів, елементів кріплення коліс, ущільнень, кронштейнів підвіски та деталей з'єднання з кузовом або рамою автомобіля. У каталогах і ремонтних джерелах для Trafic окремо виділяються задні несучі елементи, задня вісь, елементи підвіски, гальмівні деталі та компоненти колісного вузла.

Балка заднього моста є головним силовим елементом конструкції. Вона сприймає навантаження від кузова автомобіля і передає його на колеса через маточини та підшипникові вузли. Балка повинна мати достатню жорсткість, оскільки під час експлуатації на неї діють згинальні та крутильні навантаження. Особливо значні навантаження виникають під час перевезення вантажів, руху нерівними дорогами, різкого гальмування або проходження поворотів. Унаслідок цього конструкція балки заднього моста виконується з урахуванням необхідної міцності та стійкості до втомного руйнування.

Піввісь або цапфа заднього колеса призначена для встановлення маточини з підшипником і забезпечення обертання колеса. На цій деталі розміщується посадкова поверхня під підшипник, тому її геометрична точність має важливе значення. Порушення співвісності, зношування посадкових місць або пошкодження різьбових частин можуть призвести до появи люфту, шуму під час руху, нерівномірного зношування шин і зниження безпеки експлуатації автомобіля.

Підшипниковий вузол забезпечує вільне обертання маточини колеса відносно нерухомої частини моста. Він сприймає радіальні навантаження від маси автомобіля та додаткові осьові навантаження, які виникають під час поворотів і бокового зміщення автомобіля. Стан підшипника істотно впливає на надійність заднього моста. Ознаками його несправності можуть бути гул, підвищений нагрів маточини, люфт колеса або нерівномірне обертання.

Маточина заднього колеса є деталлю, через яку колесо встановлюється на вісь і з'єднується з підшипниковим вузлом. До маточини кріпиться колесо, а також можуть установлюватися елементи гальмівного механізму. Вона повинна забезпечувати точне центрування колеса і рівномірне передавання навантажень від дороги на задній міст. Будь-які пошкодження посадкових поверхонь маточини негативно впливають на роботу підшипника та стабільність руху автомобіля.

До складу заднього моста входять також гальмівні механізми задніх коліс. Для автомобілів цього періоду характерним є застосування барабанних гальмівних механізмів на задній осі. До їх складу входять гальмівний барабан, колодки, робочий гальмівний циліндр, пружини, розпірні та регулювальні елементи, а також механізм стоянкового гальма. На сучасних сайтах із запасними частинами для Renault Trafic 1980–2000 окремо подаються задні гальмівні барабани, робочі гальмівні циліндри, троси ручного гальма та інші елементи гальмівної системи.

Важливим елементом конструкції є ущільнення підшипникового вузла, яке захищає підшипник від потрапляння пилу, вологи, абразивних частинок і продуктів зношування. Порушення герметичності ущільнення призводить до вимивання мастила, забруднення робочих поверхонь підшипника та прискореного його руйнування. Тому під час ремонту заднього моста необхідно перевіряти не лише сам підшипник, а й стан ущільнювальних елементів.

У процесі роботи задній міст Renault Trafic сприймає складний комплекс навантажень. Вертикальні сили виникають від маси автомобіля та вантажу, поздовжні – під час гальмування і розгону, поперечні – під час проходження поворотів. Крім того, під час руху нерівною дорогою елементи моста зазнають динамічних ударних навантажень. Саме тому технічний стан балки, кріплень, підшипників, маточин і гальмівних елементів має безпосередній вплив на керованість, стійкість і безпеку автомобіля.

З погляду технічного обслуговування особливу увагу необхідно приділяти перевірці люфту задніх коліс, стану підшипників, цілісності ущільнень, надійності кріплення колеса, стану гальмівного барабана та справності механізму стоянкового гальма. У разі появи стороннього шуму, перегріву маточини, підтікання мастила або помітного люфту колеса підшипниковий вузол підлягає діагностуванню, а за потреби – заміні [3, 6].

1.2 Основні несправності та технічне обслуговування головної передачі і диференціала

До найбільш поширених несправностей головної передачі, диференціала та ведучого моста загалом належать поява сторонніх шумів під час роботи механізму, а також порушення герметичності, що супроводжується витіканням мастильного матеріалу. Такі дефекти негативно впливають на надійність трансмісії, погіршують експлуатаційні показники автомобіля та можуть призвести до прискореного зношування сполучених деталей [4, 6, 7].

Підвищений шум у зоні головної передачі й диференціала зазвичай свідчить про зношування зубчастих елементів, підшипників, збільшення зазорів у спряженнях або порушення правильності регулювання механізму. Витікання мастила, своєю чергою, може бути зумовлене пошкодженням ущільнювальних елементів, ослабленням кріплень або появою дефектів у корпусних деталях. Несвоєчасне усунення таких несправностей призводить до погіршення умов змащування, перегрівання вузлів і зниження ресурсу агрегату.

Технічне обслуговування головної передачі та диференціала передбачає систематичний контроль їх технічного стану, перевірку рівня і стану мастила, огляд ущільнень, виявлення сторонніх шумів під час роботи, а також своєчасне виконання регулювальних і ремонтних операцій. Дотримання встановлених вимог до обслуговування дає змогу забезпечити довговічність вузла, надійність роботи ведучого моста та безпечну експлуатацію транспортного засобу.

1. Підвищений шум у зоні задніх коліс, що постійно проявляється під час руху автомобіля, може бути спричинений ослабленням кріплення коліс, зношенням або руйнуванням кулькового підшипника півосі, деформацією балки

заднього моста, викривленням півосей із перевищенням допустимого биття, спрацюванням шліцевого з'єднання півосі із шестернями, порушенням регулювання або пошкодженням шестерень і підшипників головної передачі, а також недостатнім рівнем мастила. Для усунення зазначених несправностей необхідно перевірити та підтягнути кріплення коліс, виконати огляд півосі й балки заднього моста, проконтролювати величину їх деформацій, за потреби замінити підшипник, виправити балку або замінити пошкоджені деталі. У разі зношення елементів шліцевого з'єднання чи деталей редуктора їх слід замінити або відремонтувати. Додатково потрібно відновити нормативний рівень мастила та перевірити вузол на наявність підтікань.

2. Шум, що виникає під час розгону автомобіля, найчастіше пов'язаний зі спрацюванням або неправильним регулюванням підшипників диференціала, порушенням зачеплення шестерень головної передачі після встановлення нових деталей чи заміни підшипників ведучої шестерні, пошкодженням підшипників півосей, а також недостатньою кількістю мастильного матеріалу. Усунення таких дефектів передбачає демонтаж редуктора, перевірку технічного стану деталей, ремонт або заміну спрацьованих елементів, регулювання зачеплення шестерень за допомогою підбору регульовального кільця ведучої шестерні, контроль стану підшипників півосей і за необхідності їх заміну. Окрім цього, слід перевірити рівень мастила та герметичність ущільнень.

3. Шум під час гальмування двигуном зазвичай свідчить про неправильну величину бокового зазору в зачепленні шестерень головної передачі або про збільшений зазор у підшипниках ведучої шестерні, що може бути наслідком послаблення гайки кріплення фланця чи спрацювання самих підшипників. У такому випадку необхідно виконати демонтаж вузла головної передачі та відрегулювати боковий зазор у межах нормативного значення. Одночасно слід перевірити технічний стан підшипників і визначити момент опору провертанню ведучої шестерні.

4. Шум під час проходження поворотів може бути зумовлений утрудненим обертанням сателітів на осі, наявністю задирок на робочій поверхні осі сателітів, заїданням шестерень півосей у корпусі диференціала або неправильним встановленням півосьових шестерень. Для усунення цих несправностей

диференціал необхідно розібрати, виконати дефектацію деталей і замінити зношені чи пошкоджені елементи. Невеликі пошкодження поверхонь допускається усунути шляхом зачищення дрібнозернистим абразивним матеріалом, однак у разі значного спрацювання вісь сателітів або інші деталі підлягають заміні. Після складання механізму потрібно відрегулювати осьовий зазор півосьових шестерень у допустимих межах.

5. Стукіт на початку руху автомобіля може виникати внаслідок збільшеного зазору в шліцьовому з'єднанні вала ведучої шестерні з фланцем, надмірного бокового зазору в зачепленні шестерень головної передачі, спрацювання отвору під вісь сателітів у корпусі диференціала, а також послаблення болтових з'єднань реактивних штанг задньої підвіски. Для ліквідації такого дефекту необхідно відрегулювати зазори в з'єднаннях і зубчастому зачепленні, у разі спрацювання корпусу диференціала замінити його на справний, а також перевірити та підтягнути кріпильні елементи підвіски.

6. Витікання мастила є однією з найбільш характерних несправностей ведучого моста і може бути наслідком спрацювання або пошкодження сальника ведучої шестерні, зношення сальника півосі, через що мастило потрапляє на гальмівні барабани й колодки, а також послаблення болтів кріплення картера головної передачі чи пошкодження ущільнювальних прокладок. Для усунення несправності необхідно замінити пошкоджені сальники, перевірити биття півосей і величину прогину балки заднього моста, а також підтягнути болтові з'єднання й установити нові ущільнювальні прокладки.

1.3 Висновки та постановка завдання на кваліфікаційну роботу бакалавра

Для досягнення мети кваліфікаційної роботи необхідно виконати такі завдання:

Проаналізувати особливості технічного обслуговування головної передачі та диференціала ведучого моста.

Розробити технологічний процес заміни підшипника півосі автомобіля Renault Trafic.

Розрахувати трудомісткість виконання ремонтної операції в норма-
годинах.

Обґрунтувати вибір технологічного обладнання, інструменту та пристосувань.

Виконати розрахунок площі ремонтної ділянки.

Визначити орієнтовну вартість заміни підшипника півосі.

Обґрунтувати необхідність застосування спеціального пристрою для демонтажу і монтажу підшипника.

Описати конструкцію, принцип роботи та умови експлуатації пристосування.

Виконати розрахунок основних елементів пристрою на міцність і працездатність.

Сформулювати висновки щодо ефективності запропонованого технологічного процесу та розробленого пристосування.

2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ

2.1 Технічне обслуговування головної передачі та диференціала ведучого моста

Технічне обслуговування головної передачі та диференціала ведучого моста спрямоване на забезпечення їх надійної роботи, попередження передчасного спрацювання деталей і підтримання належного технічного стану трансмісії автомобіля в процесі експлуатації. Своєчасне виконання операцій обслуговування дає змогу виявити початкові ознаки несправностей, запобігти виникненню серйозних дефектів і підвищити ресурс вузла.

Під час щоденного технічного обслуговування виконують візуальний контроль стану ведучого моста. Особливу увагу приділяють перевірці герметичності картера, оскільки наявність слідів підтікання мастила свідчить про порушення ущільнення, послаблення кріплень або пошкодження окремих елементів. Такий огляд дає можливість своєчасно виявити несправності, які можуть призвести до погіршення умов змащування деталей і подальшого зростання інтенсивності їх зношування.

Під час проведення технічного обслуговування першого рівня здійснюють контроль рівня мастильного матеріалу в агрегаті, а також очищення вентиляційного отвору картера. Забезпечення нормального функціонування вентиляції є важливою умовою стабільної роботи вузла, оскільки засмічення сапуна може спричинити підвищення тиску всередині картера та, як наслідок, витікання мастила через ущільнення.

У межах технічного обслуговування другого рівня, крім операцій, передбачених попереднім етапом, виконують регулювання зачеплення шестерень головної передачі та заміну мастила в картері ведучого моста. Проведення цих робіт забезпечує зниження шумності роботи механізму, покращення умов контакту зубчастих елементів і зменшення інтенсивності їх спрацювання. Своєчасна заміна мастила має важливе значення для збереження

належних змащувальних властивостей, відведення тепла та захисту деталей від корозійного й абразивного зношування.

Оцінювання технічного стану ведучого моста здійснюють у процесі роботи автомобіля шляхом аналізу шумових проявів у різних режимах руху. Такий метод дає змогу визначити характер можливих несправностей, локалізувати джерело їх виникнення та встановити потребу в подальшому регулюванні або ремонті. Перевірку, як правило, виконують поетапно, враховуючи особливості роботи механізму під час розгону, рівномірного руху та гальмування двигуном.

На першому етапі діагностування автомобіль приводять у рух зі швидкістю близько 20 км/год, за якої сторонні шуми в роботі ведучого моста зазвичай сприймаються найчіткіше. Далі швидкість поступово підвищують до 90 км/год, уважно контролюючи акустичні прояви в роботі вузла. У процесі перевірки фіксують значення швидкості, за яких шум починає проявлятися, змінює інтенсивність або повністю зникає. Після цього швидкість знижують за рахунок гальмування двигуном, одночасно спостерігаючи за характером і зміною шумового фону. Якщо шумові прояви виникають і зникають при однакових значеннях швидкості як під час розгону, так і в режимі сповільнення, це є важливою діагностичною ознакою для подальшого визначення джерела несправності.

На другому етапі перевірки автомобіль розганяють до швидкості близько 100 км/год, після чого вимикають передачу, зупиняють двигун і дають транспортному засобу можливість рухатися накатом до повної зупинки. У цей період також проводять прослуховування роботи механізмів на різних швидкісних режимах. Якщо шум, зафіксований під час першого етапу, з'являється і зникає при тих самих швидкостях і в режимі вільного кочення, це свідчить про те, що його джерело, ймовірно, не пов'язане з редуктором ведучого моста. Водночас шум, який спостерігається лише під час руху автомобіля під навантаженням і не проявляється в режимі накату, може вказувати на несправності головної передачі, півосей або підшипникових вузлів.

На третьому етапі діагностування автомобіль залишається нерухомим, а частоту обертання колінчастого вала двигуна плавно підвищують, одночасно

аналізуючи характер шумів, що виникають у роботі агрегатів. Отримані акустичні прояви порівнюють із шумами, зафіксованими під час попередніх етапів перевірки. У разі якщо шум за своїми ознаками подібний до того, який спостерігався на першому етапі, головну передачу не розглядають як імовірне джерело несправності. Якщо ж сторонній шум було виявлено лише під час першого етапу випробувань, а в подальшому він не повторився, це може свідчити про те, що його виникнення пов'язане саме з роботою головної передачі.

Для остаточного встановлення технічного стану вузла автомобіль вивішують, запускають двигун, вмикають пряму передачу та безпосередньо оцінюють шумність роботи головної передачі в умовах обертання ведучих елементів трансмісії. Такий спосіб дає змогу точніше локалізувати джерело сторонніх звуків і зробити обґрунтований висновок щодо наявності несправностей.

Поява підвищеного шуму та надмірного нагрівання під час руху автомобіля часто зумовлюється недостатнім рівнем мастила в картері або застосуванням мастильного матеріалу, що не відповідає встановленим вимогам. Крім того, подібні ознаки можуть бути наслідком спрацювання зубчастих коліс головної передачі, порушення правильності їх зачеплення, а також зношення чи неправильного регулювання підшипників. Для усунення зазначених недоліків передусім перевіряють наявність мастила та його рівень, який у справному вузлі повинен досягати нижньої кромки заливного отвору. За необхідності мастило доливають або замінюють. Якщо після виконання цих заходів несправність не усувається, ведучий міст підлягає ремонту.

Сторонній шум під час проходження поворотів найчастіше виникає внаслідок заклинювання сателітів на осі, заїдання шийок півосьових шестерень у корпусі диференціала або спрацювання підшипників корпусу диференціала. Для перевірки технічного стану диференціала задній міст вивішують, встановивши під нього опори, після чого важіль перемикавання передач переводять у нейтральне положення й обертають одне з коліс. Якщо друге колесо починає обертатися в протилежний бік без сторонніх шумів і стукоту, диференціал вважається справним. У разі наявності несправності колеса можуть обертатися в одному напрямку, що супроводжується шумом у зоні заднього

моста. Усунення дефекту здійснюється шляхом заміни зношених або пошкоджених деталей.

Виявлення підтікання мастила здійснюють шляхом зовнішнього огляду нижньої частини моста, а також місця стоянки автомобіля. Усунення таких несправностей передбачає підтягування різьбових з'єднань, заміну ущільнювальних прокладок або сальників, які втратили працездатність. Контроль рівня мастила в картері заднього моста проводять через заливний отвір за умови, що автомобіль розташований на рівному горизонтальному майданчику, що забезпечує точність перевірки.

2.2 Технологія заміни підшипника півосі

Під час демонтажу півосі слід враховувати ймовірність потрапляння мастила із заднього моста на елементи гальмівного механізму, зокрема на гальмівні колодки. Це може негативно вплинути на ефективність гальмування, тому перед початком робіт необхідно вжити заходів для запобігання витіканню мастильного матеріалу з порожнини моста.

З метою недопущення витікання мастила автомобіль доцільно піднімати почергово з одного боку, забезпечуючи відповідний нахил кузова. Такий спосіб встановлення транспортного засобу зменшує ймовірність витікання мастила через отвір після вилучення півосі. Після цього автомобіль фіксують на стійках з того боку, де виконуватиметься ремонтна операція.

Наступним етапом є зняття гальмівного барабана, що забезпечує доступ до елементів кріплення півосі. Далі через передбачені конструкцією отвори у втулці відвертають чотири фіксувальні болти, якими фланець півосі закріплено до труби моста. Після від'єднання кріпильних елементів піввісь виймають із посадкового місця, прикладаючи осьове зусилля за втулку. У випадку утрудненого демонтажу допускається застосування інерційного знімача, що дає змогу безпечно та ефективно вилучити деталь без пошкодження спряжених поверхонь.

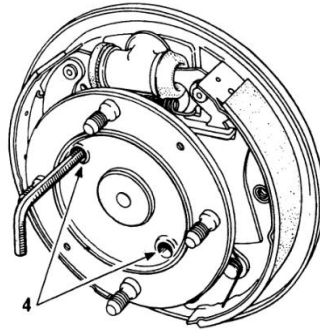


Рис. 2.1. Відкручування болтів.

Після виконання підготовчих операцій піввісь демонтують із заднього моста та проводять її подальший огляд. Особливу увагу необхідно приділити технічному стану нейлонової втулки, яка виконує функцію масло-відбивача. У разі виявлення ознак зношування, механічних пошкоджень або втрати експлуатаційних властивостей зазначений елемент підлягає заміні.

Для подальшого демонтажу втулки на її зовнішній поверхні по центру наносять кернером розмічальну точку, що забезпечує точність виконання наступної операції. Після цього у втулці висвердлюють отвір діаметром 8 мм, при цьому необхідно суворо контролювати глибину свердління, щоб запобігти пошкодженню поверхні вала наприкінці ходу свердла.

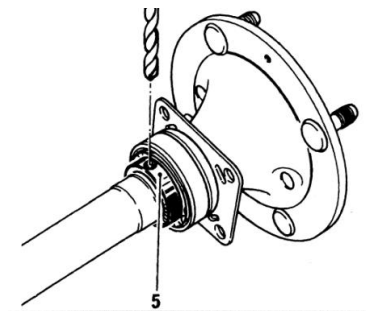


Рис. 2.2. Свердління отвору.

Для демонтажу втулки до висвердленого отвору прикладають зубило, після чого кількома ударами молотка руйнують її посадкову частину та вилучають елемент із вузла. Виконуючи цю операцію, необхідно контролювати силу удару, щоб уникнути пошкодження суміжних поверхонь і самої півосі.

Після зняття втулки піввісь установлюють на спеціальний розбірний пристрій і надійно фіксують. Демонтаж підшипника здійснюють за допомогою натискного механізму пристрою, поступово створюючи зусилля до повного зняття підшипника з шийки півосі. Такий спосіб дає змогу виконати операцію без перекосів і мінімізувати ризик пошкодження деталі [5, 6].

Під час зворотного складання рекомендується одночасно із встановленням нового підшипника замінювати також його посадкову втулку. Окрім цього, доцільно встановлювати нову захисну пластину та губчасте ущільнення, оскільки спільна заміна цих елементів сприяє підвищенню надійності вузла, забезпечує належний захист від забруднень і покращує герметичність з'єднання.

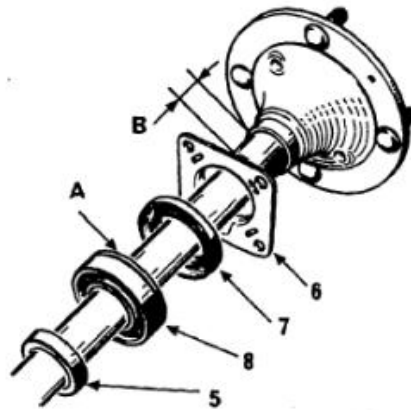


Рис.2.3. Порядок встановлення деталей на піввісь.

На вал півосі послідовно встановлюють захисну пластину та губчасте ущільнення, дотримуючись передбаченої конструкцією орієнтації елементів. Після цього за допомогою пресового обладнання і відповідного монтажного пристосування виконують напресування нового підшипника на посадкову поверхню вала. Під час цієї операції необхідно забезпечити рівномірне прикладання зусилля, щоб уникнути перекосу підшипника та пошкодження його робочих поверхонь.

Після встановлення підшипника посадкове місце втулки на осі колеса ретельно очищають від залишків мастила, забруднень та сторонніх частинок. Далі очищену поверхню, а також внутрішню поверхню нової втулки, покривають тонким шаром мастильного матеріалу, що полегшує монтаж і забезпечує належні умови посадки. Після підготовки втулку напресовують на вал до моменту її щільного прилягання до підшипника.

Наступним етапом є встановлення півосі в трубу заднього моста з подальшим закріпленням чотирма болтами. Після фіксації вузла монтують зубчастий сектор таким чином, щоб його зубці увійшли в зачеплення у правильному положенні, а далі встановлюють гальмівний барабан і колесо.

Після завершення складальних операцій кілька разів натискають на педаль гальма для приведення в дію механізму автоматичної компенсації зносу гальмівних накладок. На завершення виконують регулювання приводу стоянкового гальма, забезпечуючи його належний натяг і працездатність.

2.3 Розрахунок нормо-годин на виконання технології заміни підшипника півосі

Технологічна операція заміни підшипника півосі належить до слюсарно-ремонтних робіт середньої складності, оскільки вона передбачає демонтаж елементів заднього моста, часткове розбирання гальмівного механізму, зняття півосі, демонтаж старого підшипника, встановлення нового підшипникового вузла та подальше складання з контролем працездатності гальмівної системи.

Розрахунок трудомісткості виконуємо за формулою:

$$T_{\text{н}} = T_{\text{о}} + T_{\text{д}} + T_{\text{обс}} + T_{\text{пз}}$$

де $T_{\text{н}}$ – загальна норма часу, нормо-год;

$T_{\text{о}}$ – основний оперативний час, год;

$T_{\text{д}}$ – допоміжний час, год;

$T_{\text{обс}}$ – час на обслуговування робочого місця, год;

$T_{\text{пз}}$ – підготовчо-завершальний час, год [4, 5].

Для практичного розрахунку приймаємо, що основний і допоміжний час визначаються за технологічними переходами, а додатковий час на організаційне обслуговування, відпочинок і підготовчо-завершальні дії враховується коефіцієнтами.

Приймаємо:

$$K_{\text{д}} = 1,12$$

де $K_{\text{д}}$ – коефіцієнт, що враховує допоміжні витрати часу, організаційне обслуговування робочого місця, підготовку інструменту, контроль якості та незначні перерви технологічного характеру.

Тоді загальна трудомісткість операції:

$$T_{\text{н}} = T_{\text{оп}} \cdot K_{\text{д}}$$

де $T_{оп}$ – сумарний оперативний час виконання робіт, год.

Таблиця 2.1. Розрахунок нормо-годин на заміну підшипника півосі Renault Trafic.

№ з/п	Найменування технологічної операції	Зміст роботи	Обладнання та інструмент	Орієнтовний час, хв
1	Підготовка автомобіля до ремонту	Встановлення автомобіля на рівному майданчику, фіксація передніх коліс, підготовка робочого місця	Противідкатні упори, комплект інструменту	6
2	Підіймання автомобіля з боку ремонту	Почергове підіймання автомобіля для запобігання витіканню масла із заднього моста	Домкрат або підйомник, страхувальні стійки	8
3	Демонтаж колеса	Відвертання кріпильних гайок або болтів, зняття колеса	Балонний ключ, пневмогайковерт	6
4	Зняття гальмівного барабана	Демонтаж барабана для доступу до елементів кріплення півосі	Знімач, молоток із м'якою наставкою, викрутка	10
5	Очищення зони кріплення півосі	Видалення бруду, масла, корозійних відкладень у зоні фланця	Щітка, ганчір'я, очищувач	5
6	Відвертання чотирьох болтів кріплення фланця півосі	Відкручування болтів через технологічні отвори у втулці	Торцеві головки, вороток, подовжувач	12

7	Демонтаж півосі з труби заднього моста	Виймання півосі осьовим зусиллям, за потреби застосування інерційного знімача	Інерційний знімач, монтажний інструмент	12
8	Первинний огляд півосі та підшипникового вузла	Перевірка стану втулки, підшипника, посадкових поверхонь, ущільнювальних елементів	Візуальний контроль, штангенциркуль	6
9	Розмічання втулки під свердління	Нанесення кернерної точки по центру зовнішньої поверхні втулки	Кернер, молоток	3
10	Свердління отвору у втулці	Висвердлювання отвору Ø8 мм із контролем глибини свердління	Дриль або свердильний верстат, свердло Ø8 мм	8
11	Руйнування та демонтаж втулки	Прикладання зубила до отвору, руйнування посадки та зняття втулки	Зубило, молоток, захисні окуляри	7
12	Встановлення півосі у спеціальне пристосування	Базування та фіксація півосі перед демонтажем підшипника	Спеціальний пристрій, затискачі	5
13	Демонтаж старого підшипника	Випресування підшипника зі шийки півосі за допомогою гвинтового або пресового пристрою	Пристрій для зняття підшипника, прес	12
14	Очищення посадкових поверхонь	Видалення залишків мастила, корозії,	Наждачне полотно,	8

		забруднень і перевірка стану шийки півосі	очищувач, ганчір'я	
15	Підготовка нових деталей до складання	Перевірка нового підшипника, втулки, захисної пластини та губчастого ущільнення	Комплект нових деталей, контрольний інструмент	5
16	Встановлення захисної пластини та губчастого ущільнення	Послідовне встановлення елементів на вал півосі відповідно до технологічної схеми	Ручний інструмент	5
17	Напресування нового підшипника	Встановлення підшипника на посадкову поверхню вала із забезпеченням співвісності	Прес, монтажна оправка	10
18	Підготовка та змащування посадки втулки	Очищення посадкового місця, нанесення тонкого шару мастила	Мастило, ганчір'я, очищувач	5
19	Напресування нової втулки	Встановлення втулки до упору в підшипник	Прес, оправка	8
20	Встановлення півосі в трубу заднього моста	Монтаж півосі у посадкове місце з контролем правильності встановлення	Ручний інструмент	8
21	Закріплення фланця півосі	Затягування чотирьох болтів кріплення півосі до труби моста	Торцевий ключ, динамометричний ключ	10
22	Встановлення зубчастого сектора	Монтаж сектора з контролем зачеплення зубців	Слюсарний інструмент	5

23	Встановлення гальмівного барабана	Монтаж барабана на маточинний вузол	Ручний інструмент	6
24	Встановлення колеса	Установлення колеса і попереднє затягування кріплення	Балонний ключ, пневмогайковерт	6
25	Опускання автомобіля та остаточне затягування колеса	Зняття зі стійок, опускання, контроль затягування	Домкрат, динамометричний ключ	6
26	Приведення в дію механізму компенсації зносу	Кількаразове натискання на педаль гальма для самовстановлення колодок	Без спеціального інструменту	3
27	Регулювання стоянкового гальма	Перевірка і регулювання натягу приводу ручного гальма	Ключі, викрутка	8
28	Контроль якості виконаної роботи	Перевірка люфту колеса, відсутності шуму, правильності гальмування та витікання мастила	Ручний контроль, візуальний огляд	8
29	Прибирання робочого місця	Збирання інструменту, очищення зони ремонту, утилізація забруднених матеріалів	Ганчір'я, тара, інструментальна шафа	5

Сумарний оперативний час визначаємо шляхом додавання тривалості всіх технологічних операцій:

$$T_{\text{оп}} = 6 + 8 + 6 + 10 + 5 + 12 + 12 + 6 + 3 + 8 + 7 + 5 + 12 + 8 + 5 + 5 + 10 + 5 + 8 + 8 + 10 + 5 + 6 + 6 + 6 + 3 + 8 + 8 + 5$$

$$T_{\text{оп}} = 195 \text{ хв}$$

Переведемо оперативний час у години:

$$T_{\text{оп}} = \frac{195}{60} = 3,25 \text{ год}$$

Отже, оперативний час виконання заміни підшипника півосі становить:

$$T_{\text{оп}} = 3,25 \text{ нормо-год}$$

До складу норми часу необхідно включити витрати на підготовку робочого місця, отримання інструменту, контроль виконання операції, дрібні переміщення працівника, очищення деталей, обслуговування робочого місця та відпочинок виконавця.

Приймаємо коефіцієнт додаткового часу:

$$K_d = 1,12$$

Тоді загальна норма часу:

$$T_n = T_{\text{оп}} \cdot K_d$$

$$T_n = 3,25 \cdot 1,12$$

$$T_n = 3,64 \text{ нормо-год}$$

Округлюємо отримане значення:

$$T_n \approx 3,6 \text{ нормо-год}$$

За результатами розрахунку встановлено, що орієнтовна трудомісткість виконання технологічної операції із заміни підшипника півосі заднього моста автомобіля Renault Trafic становить 3,6 нормо-год на одну сторону автомобіля.

Основну частину часу займають операції демонтажу півосі, видалення старої втулки, випресування підшипника, підготовка посадкових поверхонь, напресування нового підшипника та подальше складання вузла. Застосування спеціального пристосування для демонтажу і встановлення підшипника дозволяє зменшити трудомісткість робіт, підвищити точність монтажу та запобігти пошкодженню посадкових поверхонь півосі.

Для виконання аналогічної операції з двох сторін автомобіля загальна трудомісткість становитиме:

$$T_2 = 3,6 \cdot 2 = 7,2 \text{ нормо-год}$$

Отже, повна заміна підшипників обох півосей заднього моста може бути прийнята на рівні 7,2 нормо-год.

2.4 Вибір технологічного обладнання

У межах КРБ добір технологічного обладнання виконується не для всього підприємства в цілому, а лише для тієї виробничої зони або ділянки, яка передбачена індивідуальним завданням на проектування.

Таблиця 2.2. Склад технологічного обладнання.

№	Найменування	К-сть	Габаритні розміри
1	Слюсарний верстак	1	1200x800
2	Стенд для розбирання і збирання двигунів	1	2100 x1800
3	Стелаж для ремонту КПП	1	1600 x780
4	Стелаж для розбирання і збирання редукторів ведучих мостів	1	1900x1000
5	Стелаж для розбирання і збирання рульового механізму	1	1500 x800
6	Стелаж для розбирання карданних валів	1	1600x780
7	Стелаж	1	1400x700
8	Шафа	1	1600 x800
9	Кран балка	1	
10	Прес	1	800 x1000
11	Умивальник	1	450 x450
12	Пожежний щит	1	
13	Ящик для відходів	1	400 x400

2.5 Розрахунок площі ділянки

Визначення площі виробничої ділянки є важливим етапом проектування, оскільки від правильності такого розрахунку залежить раціональне розміщення технологічного обладнання, організація робочих місць і забезпечення належних умов праці [8, 9]. Розміри виробничих приміщень встановлюють з урахуванням

питомих нормативів площі, що припадає на одиницю обладнання або на одного працівника.

$$F_{об} = f_{об} K_{щ},$$

$$F_{об} = 14 \cdot 4,5 = 63 \text{ м}^2$$

де $f_{об}$ – сумарна площа горизонтальної проекції по габаритних розмірах обладнання, м^2 ;

$K_{щ}$ – коефіцієнт щільності розміщення обладнання: для дільниць слюсарно-механічної, мідницько-радіаторної, ремонту електрообладнання, ремонту приладів живлення $K_{щ} = 3 \dots 4$; для агрегатної, шиномонтажної, $K_{щ} = 3,5 \dots 4,5$; для зварювальної, жерстяницької, ковальсько-ресорної $K_{щ} = 4,5 \dots 5,5$.

Розрахунок площі виробничих дільниць за питомими нормами площі, що припадає на одного працівника, здійснюють за такою формулою:

$$F_{д} = f_{р} + f_{рп} (n-1),$$

$$F_{д} = 22 + 14(5 \cdot 1) = 80 \text{ м}^2$$

де $f_{р}$ – питома площа на першого робітника;

$f_{рп}$ – питома площа на кожного послідувачого робітника;

n – кількість робітників.

Результати, одержані за двома методами визначення площі, підлягають порівняльному аналізу, після чого за розрахункову площу дільниці (цеху) приймають більше із встановлених значень. Такий підхід дає змогу забезпечити достатній виробничий простір для раціонального розміщення обладнання, організації робочих місць і безпечного виконання технологічних операцій.

У результаті проведених розрахунків встановлено, що площа дільниці становить 80 м^2 .

2.6 Розрахунок вартості заміни підшипника півосі

Загальна вартість виконання ремонтної операції визначається за формулою:

$$C_{заг} = C_{роб} + C_{зч} + C_{дод}$$

де: $C_{заг}$ – загальна вартість ремонту, грн;

$C_{роб}$ – вартість виконання робіт, грн; $C_{зч}$ – вартість запасних частин, грн;

$C_{\text{дод}}$ – додаткові витрати, грн.

Вартість виконання робіт визначаємо за формулою:

$$C_{\text{роб}} = T_{\text{н}} \cdot C_{\text{нг}}$$

де: $T_{\text{н}}$ – норма часу на виконання роботи, нормо-год;

$C_{\text{нг}}$ – вартість однієї нормо-години, грн.

За попереднім розрахунком трудомісткість заміни підшипника однієї півосі становить:

$$T_{\text{н}} = 3,6 \text{ нормо-год}$$

Приймаємо орієнтовну вартість однієї нормо-години:

$$C_{\text{нг}} = 400 \text{ грн/нормо-год}$$

Тоді вартість робіт становитиме:

$$C_{\text{роб}} = 3,6 \cdot 400 = 1440 \text{ грн}$$

Орієнтовна вартість запасних частин:

Найменування	Орієнтовна вартість, грн
Підшипник півосі	1200
Посадкова втулка	350
Захисна пластина / ущільнення	250
Мастильні та допоміжні матеріали	150

Загальна вартість запасних частин:

$$C_{\text{зч}} = 1200 + 350 + 250 + 150 = 1950 \text{ грн}$$

Додаткові витрати приймаємо у розмірі 10 % від вартості робіт:

$$C_{\text{дод}} = 1440 \cdot 0,10 = 144 \text{ грн}$$

Загальна вартість заміни підшипника однієї півосі:

$$C_{\text{заг}} = 1440 + 1950 + 144 = 3534 \text{ грн}$$

Округлюємо:

$$C_{\text{заг}} \approx 3500 \text{ грн}$$

Орієнтовна вартість заміни підшипника однієї півосі заднього моста автомобіля Renault Trafic становить приблизно 3500 грн, з яких 1440 грн припадає на оплату ремонтних робіт, а близько 1950 грн – на запасні частини та витратні матеріали.

Для заміни підшипників з обох сторін автомобіля:

$$C_2 = 3500 \cdot 2 = 7000 \text{ грн}$$

Орієнтовна вартість заміни підшипників двох півосей становить близько 7000 грн.

3 КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ

3.1 Обґрунтування вибору пристрою, опис конструкції та умов його роботи

У технологічних процесах технічного обслуговування і ремонту автомобільної техніки важливе місце займають допоміжні технічні засоби, які забезпечують правильне базування, фіксацію, переміщення, розбирання, складання або контроль деталей і вузлів. До таких засобів належать різноманітні пристрої та пристосування, що застосовуються під час виконання ремонтно-обслуговувальних операцій, механічної обробки, діагностування, демонтажу і монтажу агрегатів.

Під пристосуванням доцільно розуміти допоміжний технічний засіб, призначений для підвищення точності, безпеки та продуктивності виконання певної технологічної операції. Його використання дає змогу зменшити частку ручної праці, скоротити тривалість виконання робіт, підвищити якість ремонту, забезпечити стабільність технологічного процесу та знизити ймовірність пошкодження деталей під час їх демонтажу або складання.

Актуальність застосування спеціальних пристроїв у ремонтному виробництві автотранспортних підприємств зумовлена тим, що значна частина операцій технічного обслуговування і поточного ремонту автомобілів досі виконується вручну або з використанням універсального інструменту. Такий підхід не завжди забезпечує необхідну точність робіт, збільшує трудомісткість операцій і може призводити до передчасного зношування або пошкодження спряжених деталей. Особливо це характерно для операцій, пов'язаних із пресовими з'єднаннями, демонтажем підшипників, втулок, шківів, важелів, елементів ходової частини та інших відповідальних вузлів.

Виконання ремонтних операцій без відповідного пристосування може спричинити перекіс деталей, появу задирів на посадкових поверхнях, порушення геометрії елементів, виникнення залишкових деформацій або зниження ресурсу відремонтованого вузла. Тому застосування раціонально підібраного пристрою є не лише засобом механізації праці, а й важливою умовою забезпечення

надійності автомобільної техніки після ремонту.

З інженерної точки зору вибір пристрою повинен ґрунтуватися на характері виконуваної операції, конструктивних особливостях деталі або вузла, необхідній точності встановлення, величині робочого навантаження, умовах доступу до ремонтної зони, а також вимогах безпеки праці. Правильно спроектоване пристосування повинно забезпечувати надійне закріплення об'єкта, зручність обслуговування, мінімальні витрати часу на встановлення і зняття деталі, а також можливість багаторазового використання без втрати працездатності.

За функціональним призначенням пристосування, що використовуються в ремонтному виробництві автомобільного транспорту, можна поділити на кілька основних груп:

Верстатні пристосування – застосовуються для встановлення, базування та закріплення деталей під час їх обробки на металорізальних, свердлильних, шліфувальних та інших верстатах. Вони забезпечують точне положення заготовки відносно робочого інструмента.

Розбірно-складальні пристосування – призначені для демонтажу, складання, запресування, випресування, центрування та регулювання деталей, вузлів і агрегатів автомобіля. Саме ця група пристроїв має особливо велике значення під час поточного ремонту та відновлення працездатності агрегатів.

Пристосування для встановлення і закріплення інструменту – використовуються для фіксації робочих інструментів у заданому положенні, забезпечення правильного напрямку їх переміщення та підвищення точності виконання технологічної операції.

Контрольні пристосування – застосовуються для перевірки геометричних параметрів деталей, правильності складання вузлів, співвісності, зазорів, відхилень форми та розташування поверхонь. Їх використання дає змогу своєчасно виявляти дефекти та запобігати встановленню несправних деталей в агрегат.

Вантажозахоплювальні та транспортно-установчі пристрої – призначені для захоплення, переміщення, утримання і встановлення важких деталей, вузлів або агрегатів у необхідне положення. До них належать різні захвати, траверси,

підйомні пристрої, кантувачі та спеціальні опори.

За ступенем спеціалізації пристосування поділяють на універсальні, спеціалізовані та спеціальні. Універсальні пристрої можуть використовуватися для широкої номенклатури деталей і операцій, однак не завжди забезпечують максимальну продуктивність. Спеціалізовані пристосування призначені для групи однотипних деталей або вузлів, що мають подібні конструктивні ознаки. Спеціальні пристрої розробляються для виконання конкретної операції з певною деталлю або агрегатом і забезпечують найвищу точність, зручність та ефективність роботи [5, 10].

Розроблений технологічний пристрій призначений для виконання демонтажно-монтажних операцій під час обслуговування півосі заднього моста автомобіля Renault Trafic. Його основне функціональне призначення полягає у забезпеченні контрольованого зняття та встановлення підшипника півосі без пошкодження посадкових поверхонь, елементів ущільнення і спряжених деталей вузла.

На рис. 3.1 представлено конструкцію спеціального розбірно-складального пристрою, призначеного для демонтажу та встановлення підшипника півосі заднього моста автомобіля Renault Trafic. За своїм функціональним призначенням пристрій належить до ремонтно-монтажних пристосувань, які забезпечують кероване прикладання осьового зусилля до деталі без ударних навантажень і перекосів.

Основним робочим елементом пристрою є гвинт 1, за допомогою якого створюється поступальне зусилля, необхідне для випресування або запресування підшипника. Під час обертання гвинта зусилля передається вздовж його осі на встановлювану або демонтовану деталь. Такий принцип роботи дозволяє виконувати операцію плавно, з контрольованим навантаженням, що особливо важливо під час роботи з підшипниковими вузлами та посадковими поверхнями півосі.

Основа 6 виконує роль несучого елемента конструкції. Вона об'єднує всі основні частини пристрою в єдину жорстку систему та забезпечує правильне взаємне розташування робочих елементів. Жорсткість основи має важливе значення, оскільки під час роботи пристрій сприймає значні осьові

навантаження, які виникають при переміщенні підшипника по посадковій поверхні.

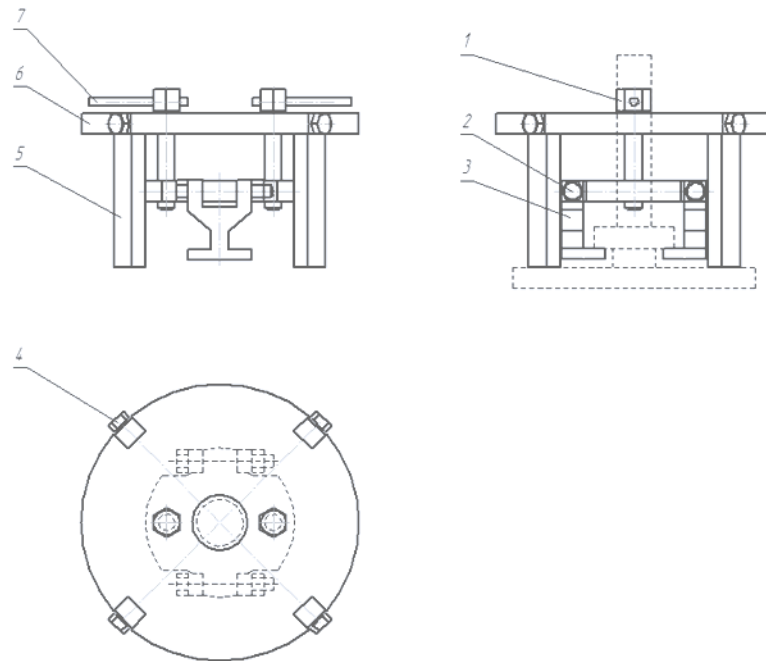


Рис. 3.1. Пристрій для заміни підшипника:

1 – гвинт; 2 – болт; 3 – захват; 4 – болт ножки; 5 – ножка; 6 – основа; 7 – рукоятка.

Для фіксації та утримання деталі в необхідному положенні в конструкції передбачено захвати 3. Вони забезпечують надійне зачеплення за елемент підшипникового вузла або відповідну опорну поверхню, завдяки чому зусилля від гвинта передається у потрібному напрямку. Застосування захватів дає змогу уникнути зісковзування деталі під час виконання операції та забезпечує більш рівномірне навантаження на вузол.

Болти 2 призначені для кріплення окремих елементів пристосування і забезпечення їх нерухомого положення під час роботи. Вони підвищують надійність складання конструкції та дозволяють виконувати регулювання або розбирання пристрою у разі потреби. Наявність болтових з'єднань робить конструкцію технологічною в обслуговуванні та придатною до багаторазового використання.

Стійкість пристрою під час виконання ремонтної операції забезпечують ножки 5, які слугують опорними елементами. Вони сприймають реактивні сили, що виникають під час обертання гвинта, і забезпечують правильне положення пристосування відносно півосі. Кріплення ножек здійснюється за допомогою

болтів ножок 4, що дає можливість надійно зафіксувати опори та, за потреби, виконати їх демонтаж або регулювання.

Для зручного приведення пристрою в дію передбачена рукоятка 7. Вона встановлюється на верхній частині гвинтового механізму і використовується для прикладання крутного моменту оператором. Завдяки рукоятці забезпечується плавне обертання гвинта без застосування ударного інструменту, що позитивно впливає на якість виконання операції та знижує ризик пошкодження деталей.

Принцип роботи пристрою полягає в тому, що піввісь або підшипниковий вузол встановлюють у робочу зону пристосування, після чого за допомогою захватів і опорних елементів забезпечують його фіксацію. Далі оператор обертає рукоятку, унаслідок чого гвинт переміщується в осьовому напрямку і створює необхідне зусилля для зняття або встановлення підшипника. При цьому навантаження прикладається рівномірно, без різких ударів, що дозволяє зберегти геометрію посадкових поверхонь і запобігти пошкодженню підшипника або півосі.

Застосування даного пристосування є доцільним у ремонтній практиці автотранспортного підприємства, оскільки воно забезпечує підвищення якості виконання демонтажно-монтажних робіт, скорочує трудомісткість операції та покращує умови праці слюсаря-ремонтника. Крім того, використання гвинтового механізму дозволяє виконувати роботи з достатньою точністю без потреби у складному пресовому обладнанні.

3.2 Розрахунок пристосування для заміни підшипника півосі

3.2.1 Вихідні дані для розрахунку

Розроблене пристосування призначене для демонтажу та монтажу підшипника півосі заднього моста автомобіля Renault Trafic. Основне робоче навантаження у пристрої виникає під час випресування або запресування підшипника з натягом. Тому розрахунок необхідно виконувати за умовою забезпечення достатнього осьового зусилля, міцності гвинта, основи, захватів, болтових з'єднань і опорних елементів [10].

Для виконання розрахунку приймаємо такі вихідні дані:

Параметр	Позначення	Прийняте значення
Зовнішній діаметр посадкової поверхні під підшипник	d	35 мм
Довжина посадки підшипника	l	20 мм
Орієнтовний натяг у з'єднанні	Δ	0,025 мм
Коефіцієнт тертя у посадці під час випресування	f	0,12
Модуль пружності сталі	E	$2,1 \cdot 10^5$ МПа
Коефіцієнт запасу за зусиллям	k_z	1,3
Матеріал силових деталей пристрою	–	сталь 45
Допустиме напруження для сталі 45	$[\sigma]$	160 МПа
Допустиме напруження зрізу для сталі 45	$[\tau]$	90 МПа
Прийнята різьба силового гвинта	–	M20×2,5
Середній діаметр різьби гвинта	d_2	18,4 мм
Внутрішній діаметр різьби	d_1	17,3 мм
Крок різьби	p	2,5 мм
Довжина рукоятки	L	250 мм

Прийняті дані відповідають умовам роботи ремонтного пристрою середньої вантажності, який використовується для операцій з демонтажу та встановлення підшипникових вузлів автомобільних агрегатів.

3.2.2 Визначення зусилля, необхідного для випресування підшипника

Основним параметром, який визначає працездатність пристрою, є осьове зусилля випресування підшипника. Воно залежить від натягу посадки, площі контакту між деталями, коефіцієнта тертя та стану поверхонь.

Площа контактної поверхні посадки визначається за формулою:

$$A = \pi \cdot d \cdot l.$$

де d – діаметр посадкової поверхні, мм;

l – довжина посадки, мм.

Підставляємо прийняті значення:

$$A = 3,14 \cdot 35 \cdot 20 = 2198 \text{ мм}^2.$$

Для оцінки контактної тиску у з'єднанні з натягом можна використати спрощену залежність:

$$p_k = E \cdot \frac{\Delta}{d}.$$

де p_k – контактний тиск у посадці, МПа;

E – модуль пружності сталі, МПа;

Δ – натяг, мм;

d – діаметр посадки, мм.

$$p_k = 2,1 \cdot 10^5 \cdot \frac{0,025}{35};$$

$$p_k = 150 \text{ МПа}.$$

Отримане значення є орієнтовним, оскільки у реальному вузлі контактний тиск залежить також від товщини кільця підшипника, жорсткості півосі, шорсткості поверхні та умов складання. Для ремонтного розрахунку це значення можна використовувати як попередню оцінку.

Сила тертя, яку необхідно подолати під час випресування, визначається:

$$F = p_k \cdot A \cdot f;$$

$$F = 150 \cdot 2198 \cdot 0,12;$$

$$F = 39564 \text{ Н};$$

$$F \approx 39,6 \text{ кН}.$$

З урахуванням коефіцієнта запасу:

$$F_p = F \cdot k_z;$$

$$F_p = 39,6 \cdot 1,3 = 51,48 \text{ кН}.$$

Приймаємо розрахункове осьове зусилля пристосування:

$$F_p = 52 \text{ кН}.$$

Отже, конструкція пристрою повинна забезпечувати створення осьового зусилля не менше 52 кН.

3.2.3 Розрахунок силового гвинта

Силовий гвинт є основним навантаженим елементом пристрою. Він сприймає стискальне осьове навантаження та крутний момент від рукоятки. Для пристрою приймаємо гвинт із метричною різьбою M20×2,5.

Площа небезпечного перерізу гвинта за внутрішнім діаметром різьби:

$$A_g = \frac{\pi d_1^2}{4}$$

де $d_1 = 17,3$ мм – внутрішній діаметр різьби.

$$A_g = \frac{3,14 \cdot 17,3^2}{4}$$

$$A_g = \frac{3,14 \cdot 299,29}{4} = 234,9 \text{ мм}^2$$

Напруження стиску в гвинті:

$$\sigma_c = \frac{F_p}{A_g}$$

$$\sigma_c = \frac{52000}{234,9}$$

$$\sigma_c = 221,4 \text{ МПа}$$

Для сталі 45 у нормалізованому або поліпшеному стані таке напруження є допустимим, якщо прийняти допустиме напруження на стиск близько 240–260 МПа. Проте для підвищення запасу міцності доцільно використати гвинт не нижче класу міцності 8.8 або збільшити діаметр гвинта до M22.

Для перевірки запасу міцності приймаємо допустиме напруження:

$$[\sigma_c] = 260 \text{ МПа}$$

Коефіцієнт запасу міцності гвинта:

$$n = \frac{[\sigma_c]}{\sigma_c}$$

$$n = \frac{260}{221,4} = 1,17$$

Отриманий запас є мінімально допустимим. Тому для надійної роботи пристрою краще прийняти гвинт M22×2,5.

Перевіримо гвинт M22×2,5. Для нього орієнтовно:

$$d_1 = 19,3 \text{ мм}$$

$$A_g = \frac{3,14 \cdot 19,3^2}{4}$$

$$A_g = \frac{3,14 \cdot 372,49}{4} = 292,4 \text{ мм}^2$$

Тоді напруження стиску:

$$\sigma_c = \frac{52000}{292,4} = 177,8 \text{ МПа}$$

Коефіцієнт запасу:

$$n = \frac{260}{177,8} = 1,46$$

Отже, з погляду надійності для даного пристосування доцільно прийняти силовий гвинт M22×2,5, оскільки він має більший запас міцності та краще працюватиме при повторних ремонтних операціях.

3.2.4 Визначення крутного моменту на гвинті

Для створення осьового зусилля оператор прикладає крутний момент до рукоятки. Крутний момент у гвинтовій парі визначається з урахуванням тертя у різьбі.

Кут підйому різьби:

$$\tan \alpha = \frac{p}{\pi d_2}$$

Для різьби M22×2,5 приймаємо:

$$d_2 = 20,4 \text{ мм}$$

$$\tan \alpha = \frac{2,5}{3,14 \cdot 20,4}$$

$$\tan \alpha = \frac{2,5}{64,06} = 0,039$$

$$\alpha \approx 2,23^\circ$$

Кут тертя визначаємо через коефіцієнт тертя в різьбі. Для сталевій пари при змащуванні приймаємо:

$$f_r = 0,12$$

$$\varphi = \arctan f_r$$

$$\varphi = \arctan 0,12 \approx 6,84^\circ$$

Крутний момент для піднімання навантаження гвинтом:

$$M = F_p \cdot \frac{d_2}{2} \cdot \tan(\alpha + \varphi)$$

$$M = 52000 \cdot \frac{0,0204}{2} \cdot \tan(2,23^\circ + 6,84^\circ)$$

$$M = 52000 \cdot 0,0102 \cdot \tan 9,07^\circ$$

$$M = 52000 \cdot 0,0102 \cdot 0,1596$$

$$M = 84,7 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

Отже, для створення осьового зусилля 52 кН необхідно прикласти до гвинта крутний момент приблизно:

$$M \approx 85 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

3.2.5 Розрахунок зусилля на рукоятці

Зусилля, яке повинен прикласти працівник до рукоятки, визначається:

$$P = \frac{M}{L}$$

де M – крутний момент на гвинті, Н·м;

L – довжина рукоятки, м.

Приймаємо довжину рукоятки:

$$L = 0,25 \text{ м}$$

$$P = \frac{84,7}{0,25} = 338,8 \text{ Н}$$

$$P \approx 339 \text{ Н}$$

У кілограмах-силах:

$$P \approx \frac{339}{9,81} = 34,6 \text{ кгс}$$

Таке зусилля є досить значним, але допустимим для короткочасної ремонтної операції. Для покращення ергономіки можна збільшити довжину рукоятки до 300 мм.

Тоді:

$$P = \frac{84,7}{0,30} = 282,3 \text{ Н}$$

$$P \approx 28,8 \text{ кгс}$$

Отже, для зручної роботи доцільно прийняти довжину рукоятки 300 мм, що дозволяє зменшити фізичне навантаження на працівника.

3.2.6 Перевірка гвинта на кручення

Окрім осьового стиску, гвинт сприймає крутний момент. Напруження кручення визначаємо за формулою:

$$\tau = \frac{16M}{\pi d_1^3}$$

де

$$M=84,7 \text{ Н}\cdot\text{м}=84700 \text{ Н}\cdot\text{мм}$$

$$\tau = \frac{16 \cdot 84700}{3,14 \cdot 19,3^3}$$

$$19,3^3 = 7189$$

$$\tau = \frac{1355200}{22573}$$

$$\tau = 60,0 \text{ МПа}$$

Еквівалентне напруження за критерієм міцності:

$$\sigma_{eq} = \sqrt{\sigma_c^2 + 3\tau^2}$$

$$\sigma_{eq} = \sqrt{177,8^2 + 3 \cdot 60^2}$$

$$\sigma_{eq} = \sqrt{31613 + 10800}$$

$$\sigma_{eq} = \sqrt{42413}$$

$$\sigma_{eq} = 205,9 \text{ МПа}$$

Коефіцієнт запасу:

$$n = \frac{[\sigma]}{\sigma_{eq}}$$

Якщо для гвинта зі сталі 45 після термічного поліпшення прийняти:

$$[\sigma] = 260 \text{ МПа}$$

тоді:

$$n = \frac{260}{205,9} = 1,26$$

Отже, гвинт M22×2,5 забезпечує роботу пристосування з допустимим запасом міцності.

3.2.7 Перевірка умови самогальмування гвинтової пари

Для безпечної роботи пристрою важливо, щоб гвинт мав властивість самогальмування, тобто не обертася самовільно під дією осьового навантаження.

Умова самогальмування:

$$\alpha < \varphi$$

де α – кут підйому різьби;

φ – кут тертя.

Маємо:

$$\alpha = 2,23^\circ$$

$$\varphi = 6,84^\circ$$

Оскільки:

$$2,23^\circ < 6,84^\circ$$

умова самогальмування виконується. Це означає, що під час роботи пристрою гвинт не буде самовільно відкручуватися під дією навантаження, що підвищує безпеку виконання ремонтної операції.

3.2.8 Розрахунок рукоятки

Рукоятка працює на згин, оскільки до її кінця прикладається сила оператора. Приймаємо довжину рукоятки:

$$L = 300 \text{ мм}$$

Сила на рукоятці:

$$P = 282,3 \text{ Н}$$

Згинальний момент у місці кріплення рукоятки:

$$M_z = P \cdot L$$

$$M_z = 282,3 \cdot 300 = 84690 \text{ Н}\cdot\text{м}$$

Приймаємо рукоятку у вигляді круглого стержня діаметром:

$$d_p = 16 \text{ мм}$$

Момент опору круглого перерізу:

$$W = \frac{\pi d_p^3}{32}$$

$$W = \frac{3,14 \cdot 16^3}{32}$$

$$W = \frac{3,14 \cdot 4096}{32} = 401,9 \text{ мм}^3$$

Напруження згину:

$$\sigma_z = \frac{M_z}{W}$$

$$\sigma_z = \frac{84690}{401,9} = 210,7 \text{ МПа}$$

Для звичайної сталі це значення є дещо підвищеним. Тому доцільно збільшити діаметр рукоятки до 18 мм.

Для $d_p = 18 \text{ мм}$:

$$W = \frac{3,14 \cdot 18^3}{32}$$

$$18^3 = 5832$$

$$W = \frac{3,14 \cdot 5832}{32} = 572,2 \text{ мм}^3$$

$$\sigma_z = \frac{84690}{572,2} = 148,0 \text{ МПа}$$

Отримане напруження є допустимим. Тому для пристрою приймаємо рукоятку діаметром 18 мм і довжиною 300 мм.

3.2.9 Розрахунок основи пристрою

Основа пристосування є несучим елементом, який сприймає реакції від гвинта, захватів і опорних ніжок. У спрощеному розрахунку основу можна розглядати як балку, навантажену центральною силою від гвинта.

Приймаємо, що відстань між опорами становить:

$$L_o = 160 \text{ мм}$$

Розрахункове навантаження:

$$F_p = 52000 \text{ Н}$$

Максимальний згинальний момент для балки з центральним навантаженням:

$$M_{max} = \frac{F_p \cdot L_o}{4}$$

$$M_{max} = \frac{52000 \cdot 160}{4}$$

$$M_{max} = 2080000 \text{ Н}\cdot\text{м}$$

Приймаємо основу у вигляді сталеві пластини шириною:

$$b = 80 \text{ мм}$$

і товщиною:

$$h = 20 \text{ мм}$$

Момент опору прямокутного перерізу:

$$W = \frac{bh^2}{6}$$

$$W = \frac{80 \cdot 20^2}{6}$$

$$W = \frac{80 \cdot 400}{6} = 5333 \text{ мм}^3$$

Напруження згину:

$$\sigma = \frac{M_{max}}{W}$$

$$\sigma = \frac{2080000}{5333} = 390 \text{ МПа}$$

Таке значення є завеликим для простої плоскої пластини товщиною 20 мм. Тому конструкцію основи необхідно підсилити: збільшити товщину, використати ребра жорсткості або виконати основу у вигляді зварної коробчастої деталі.

Приймаємо посилену основу товщиною:

$$h = 30 \text{ мм}$$

Тоді:

$$W = \frac{80 \cdot 30^2}{6}$$

$$W = \frac{80 \cdot 900}{6} = 12000 \text{ мм}^3$$

$$\sigma = \frac{2080000}{12000} = 173,3 \text{ МПа}$$

Якщо основу виготовити зі сталі 45 або сталі 40Х, а також передбачити ребра жорсткості, така конструкція буде працездатною.

Для зменшення маси пристрою доцільно не просто збільшувати товщину всієї основи, а застосувати конструкцію з ребрами. Наприклад, основна плита товщиною 20 мм із двома поздовжніми ребрами товщиною 8–10 мм забезпечить значно вищу жорсткість при меншій масі.

3.2.10 Розрахунок болтів кріплення основи

Болти 2 використовуються для кріплення елементів пристосування та сприймають частину навантаження, яке виникає під час роботи гвинтового механізму.

Приймаємо чотири болти М10 класу міцності 8.8.

Розрахункове навантаження на один болт:

$$F_b = \frac{F_p}{4}$$

$$F_b = \frac{52000}{4} = 13000 \text{ Н}$$

Площа розрахункового перерізу болта М10:

$$A_b \approx 58 \text{ мм}^2$$

Напруження розтягу або зрізу в одному болті:

$$\sigma_b = \frac{F_b}{A_b}$$

$$\sigma_b = \frac{13000}{58} = 224,1 \text{ МПа}$$

Для болтів класу міцності 8.8 допустиме робоче напруження є вищим за отримане значення, тому болти М10 можуть бути використані. Проте з урахуванням ударних або нерівномірних навантажень, можливого перекосу та багаторазової експлуатації краще прийняти болти М12.

Для болта М12:

$$A_b \approx 84,3 \text{ мм}^2$$

$$\sigma_b = \frac{13000}{84,3} = 154,2 \text{ МПа}$$

Отримане значення є більш прийнятним. Тому для силових з'єднань пристосування доцільно застосовувати болти М12 класу міцності не нижче 8.8.

3.2.11 Розрахунок захватів пристрою

Захвати є відповідальними елементами, оскільки вони безпосередньо сприймають навантаження від підшипникового вузла. У конструкції передбачено два основні захвати. Тому навантаження на один захват становитиме:

$$F_z = \frac{F_p}{2}$$

$$F_z = \frac{52000}{2} = 26000 \text{ Н}$$

Приймаємо переріз захвата прямокутної форми:

$$b_z = 25 \text{ мм}$$

$$h_z = 16 \text{ мм}$$

Площа перерізу захвата:

$$A_z = b_z \cdot h_z$$

$$A_z = 25 \cdot 16 = 400 \text{ мм}^2$$

Напруження розтягу або стиску:

$$\sigma_z = \frac{F_z}{A_z}$$

$$\sigma_z = \frac{26000}{400} = 65 \text{ МПа}$$

Отримане напруження є допустимим для сталі 45. Проте захват також працює на згин, оскільки зусилля прикладається не завжди по осі перерізу.

Приймаємо плече згину:

$$a = 20 \text{ мм}$$

Згинальний момент:

$$M_z = F_z \cdot a$$

Момент опору прямокутного перерізу:

$$W_z = \frac{b_z h_z^2}{6}$$

$$W_z = \frac{25 \cdot 16^2}{6}$$

$$W_z = \frac{25 \cdot 256}{6} = 1066,7 \text{ мм}^3$$

Напруження згину:

$$\sigma_{zg} = \frac{M_z}{W_z}$$

$$\sigma_{zg} = \frac{520000}{1066,7} = 487,5 \text{ МПа}$$

Таке значення є надмірним, тому прийнятий переріз недостатній, якщо захват має значне плече навантаження. Необхідно збільшити висоту захвата або зменшити виліт.

Приймаємо посилений захват:

$$b_z = 30 \text{ мм}$$

$$h_z = 25 \text{ мм}$$

Тоді:

$$A_z = 30 \cdot 25 = 750 \text{ мм}^2$$

$$\sigma_z = \frac{26000}{750} = 34,7 \text{ МПа}$$

Момент опору:

$$W_z = \frac{30 \cdot 25^2}{6}$$

$$W_z = \frac{30 \cdot 625}{6} = 3125 \text{ мм}^3$$

Напруження згину:

$$\sigma_{zg} = \frac{520000}{3125} = 166,4 \text{ МПа}$$

Отримане значення є допустимим для сталі 45 за умови відсутності різких концентраторів напружень і достатнього радіуса заокруглення в місцях переходів.

Отже, захвати доцільно виконати зі сталі 45 із перерізом не менше 30×25

мм.

3.2.12 Перевірка ніжок пристрою на стиск

Ніжки 5 забезпечують опору пристосування та сприймають реактивні сили. Якщо пристрій має дві основні опори, навантаження на одну ніжку становитиме:

$$F_n = \frac{F_p}{2}$$

$$F_n = \frac{52000}{2} = 26000 \text{ Н}$$

Приймаємо ніжку у вигляді сталевого стержня або пластини з перерізом:

$$b_n = 25 \text{ мм}$$

$$h_n = 20 \text{ мм}$$

Площа перерізу:

$$A_n = b_n \cdot h_n$$

$$A_n = 25 \cdot 20 = 500 \text{ мм}^2$$

Напруження стиску:

$$\sigma_n = \frac{F_n}{A_n}$$

$$\sigma_n = \frac{26000}{500} = 52 \text{ МПа}$$

Напруження значно нижче допустимого. Отже, за умовою стиску ніжки мають достатню міцність.

Для підвищення стійкості ніжок необхідно також враховувати можливість поздовжнього згину. Якщо висота ніжки становить:

$$l_n = 120 \text{ мм}$$

то для компактної масивної пластини з таким перерізом ризик втрати стійкості є незначним. Однак для безпечної роботи необхідно забезпечити жорстке кріплення ніжок до основи та відсутність люфтів у болтових з'єднаннях.

3.2.13 Розрахунок болтів кріплення ніжок

Болти 4 призначені для закріплення ніжок пристрою. Приймаємо, що кожна ніжка кріпиться двома болтами М10. Тоді навантаження на один болт:

$$F_{bn} = \frac{F_n}{2}$$

$$F_{bn} = \frac{26000}{2} = 13000 \text{ Н}$$

Для болта М10 площа перерізу:

$$A_{M10} = 58 \text{ мм}^2$$

Напруження:

$$\sigma_{bn} = \frac{13000}{58} = 224,1 \text{ МПа}$$

Для більшої надійності рекомендується застосувати болти М12. Для М12:

$$A_{M12} = 84,3 \text{ мм}^2$$

$$\sigma_{bn} = \frac{13000}{84,3} = 154,2 \text{ МПа}$$

Отже, болти кріплення ніжок доцільно прийняти М12 класу міцності 8.8, що забезпечує достатній запас міцності та підвищує надійність роботи пристрою.

3.2.14 Перевірка опорної поверхні під гвинт

У місці контакту гвинта з натискною деталлю виникають значні контактні напруження. Щоб уникнути пошкодження підшипника або торця півосі, необхідно передбачити натискну п'яту або змінну опорну шайбу.

Приймаємо діаметр натискної п'яти:

$$d_o = 30 \text{ мм}$$

Площа контакту:

$$A_o = \frac{\pi d_o^2}{4}$$

$$A_o = \frac{3,14 \cdot 30^2}{4}$$

$$A_o = \frac{3,14 \cdot 900}{4} = 706,5 \text{ мм}^2$$

Контактний тиск:

$$p_o = \frac{F_p}{A_o}$$

$$p_o = \frac{52000}{706,5} = 73,6 \text{ МПа}$$

Отримане значення є допустимим для сталевих деталей. Для зменшення зношування бажано виготовити натискну п'яту із загартованої сталі або передбачити змінну опорну шайбу.

3.2.15 Розрахунок надійності конструкції за коефіцієнтом запасу

Основні елементи пристрою повинні мати запас міцності не менше 1,2–1,5 для ручного ремонтного обладнання. Узагальнимо результати перевірки.

Елемент пристрою	Розрахункове напруження	Допустиме напруження	Коефіцієнт запасу	Висновок
Гвинт М22×2,5 на стиск	177,8 МПа	260 МПа	1,46	Достатньо
Гвинт за еквівалентним напруженням	205,9 МПа	260 МПа	1,26	Допустимо
Рукоятка Ø18 мм	148,0 МПа	160 МПа	1,08	Допустимо, бажано сталь 45
Основа 80×30 мм	173,3 МПа	180–220 МПа	1,04–1,27	Потрібні ребра жорсткості
Захват 30×25 мм	166,4 МПа	180–220 МПа	1,08–1,32	Допустимо
Ніжка 25×20 мм	52 МПа	160 МПа	3,08	Достатньо
Болти М12	154,2 МПа	240–320 МПа	1,56–2,08	Достатньо

За результатами розрахунку видно, що найбільш навантаженими елементами пристосування є силовий гвинт, основа та захвати. Тому саме ці

деталі необхідно виготовляти з якісної конструкційної сталі та передбачати достатню жорсткість їх перерізів.

3.2.16 Рекомендовані конструктивні параметри пристосування

На основі виконаних розрахунків можна рекомендувати такі основні параметри пристрою:

Елемент	Рекомендоване виконання
Силовий гвинт	M22×2,5, сталь 45 або клас міцності не нижче 8.8
Рукоятка	круглий стержень Ø18 мм, довжина 300 мм
Основа	сталева плита не менше 80×30 мм або плита 20 мм із ребрами жорсткості
Захвати	сталь 45, переріз не менше 30×25 мм
Ніжки	сталь 45 або Ст3, переріз не менше 25×20 мм
Болти основи	M12, клас міцності 8.8
Болти ніжок	M12, клас міцності 8.8
Натискна п'ята	Ø30 мм, бажано загартована або змінна
Розрахункове робоче зусилля	не менше 52 кН

У результаті виконаного розрахунку встановлено, що для демонтажу та встановлення підшипника півосі заднього моста автомобіля Renault Trafic необхідно забезпечити осьове зусилля приблизно 52 кН. Це зусилля може бути створене за допомогою гвинтового механізму з різьбою M22×2,5.

Перевірка силового гвинта показала, що при дії розрахункового навантаження напруження стиску становить 177,8 МПа, а еквівалентне напруження з урахуванням кручення – 205,9 МПа, що не перевищує допустимих значень для сталі 45 або гвинта відповідного класу міцності. Умова самогальмування гвинтової пари виконується, оскільки кут підйому різьби менший за кут тертя.

Розрахунок рукоятки показав, що для зменшення фізичного навантаження

на оператора доцільно прийняти її довжину 300 мм і діаметр 18 мм. У цьому випадку зусилля на рукоятці становитиме приблизно 282 Н, що є допустимим для короткочасної ручної операції.

Перевірка основи, захватів, ніжок і болтових з'єднань показала, що конструкція пристосування є працездатною за умови застосування посиленої основи, захватів перерізом не менше 30×25 мм і болтів М12 класу міцності 8.8. Найбільш навантаженими елементами є гвинт, захвати та основа, тому їх доцільно виготовляти зі сталі 45 із забезпеченням якісної механічної обробки та відсутності гострих концентраторів напружень.

4 БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ, ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ

4.1 Аналіз небезпечних і шкідливих виробничих факторів під час заміни підшипників заднього моста

У цьому підпункті доцільно розглянути умови виконання ремонтної операції, пов'язаної із заміною підшипників заднього моста автомобіля Renault Trafic. Необхідно описати основні джерела небезпеки, що можуть виникати під час піднімання автомобіля, демонтажу колеса, зняття гальмівного барабана, вилучення півосі, випресування старого підшипника та встановлення нового.

Основну увагу під час аналізу умов виконання робіт необхідно приділити небезпечним і шкідливим виробничим факторам, які можуть виникати у процесі заміни підшипників заднього моста автомобіля Renault Trafic. Дана операція пов'язана з підйманням транспортного засобу, демонтажем колеса, гальмівного барабана, півосі, а також із застосуванням ручного інструменту, знімачів, свердлильного та пресового обладнання. Тому недотримання вимог охорони праці може спричинити травмування працівника, пошкодження деталей або зниження якості ремонту [11, 12, 13].

Одним із найбільш небезпечних факторів є можливість падіння автомобіля у разі неправильного встановлення домкрата або страхувальних опор. Під час виконання робіт автомобіль повинен бути надійно зафіксований на рівному майданчику, а колеса, які залишаються на підлозі, мають бути заблоковані противідкатними упорами. Виконання ремонтних операцій під автомобілем, який утримується лише домкратом, є неприпустимим, оскільки це створює безпосередню загрозу для життя і здоров'я працівника.

Значну небезпеку становить травмування рук під час роботи з ручним слюсарним інструментом, знімачами, зубилом, молотком і пресовим обладнанням. У процесі відкручування болтів, демонтажу втулки або випресування підшипника можливе зісковзування інструмента, защемлення пальців, утворення гострих кромek або раптове зміщення деталі. Для зменшення ризику травмування необхідно застосовувати справний інструмент відповідного

розміру, працювати у захисних рукавицях і не використовувати пошкоджені пристрої.

Окрему увагу слід приділити ризику пошкодження деталей унаслідок перекосу підшипника під час його демонтажу або встановлення. Нерівномірне прикладання зусилля може призвести до пошкодження посадкової поверхні півосі, деформації втулки, руйнування підшипника або порушення співвісності вузла. Саме тому демонтаж і монтаж підшипника доцільно виконувати за допомогою спеціального пристосування або преса, які забезпечують плавне та рівномірне передавання осьового зусилля.

Шкідливим фактором є також можливе потрапляння мастильних матеріалів на гальмівні колодки, підлогу або руки працівника. Забруднення гальмівних накладок мастилом знижує ефективність гальмування, а потрапляння мастила на підлогу створює небезпеку ковзання і падіння. Для запобігання цьому необхідно завчасно підготувати ємність для збирання мастила, використовувати поглинальні матеріали та своєчасно очищати забруднені поверхні.

Під час виконання робіт працівник може зазнавати впливу гальмівного пилу, залишків мастила, дорожніх забруднень і очищувальних рідин. Такі речовини можуть подразнювати шкіру, органи дихання та слизові оболонки. Тому ремонтні операції слід виконувати у добре провітрюваному приміщенні, із застосуванням захисних рукавиць, окулярів, а за потреби – засобів захисту органів дихання. Очищення деталей не рекомендується виконувати стисненим повітрям без пиловловлювання, оскільки це сприяє поширенню дрібнодисперсного пилу в робочій зоні.

Під час свердління втулки існує небезпека ураження очей металевою стружкою. Крім того, при неправильному виборі режиму свердління або недостатній фіксації деталі можливе заклинювання свердла. Для безпечного виконання цієї операції піввісь необхідно надійно закріпити, використовувати справне свердло та обов'язково працювати в захисних окулярах.

Підвищене фізичне навантаження виникає під час демонтажу важких деталей, зняття колеса, гальмівного барабана та півосі. Неправильне положення тіла, різкі рухи або піднімання деталей без допоміжних засобів можуть спричинити перевтому, розтягнення м'язів або травмування спини. Для

зниження фізичного навантаження доцільно застосовувати підйомно-транспортні засоби, підставки, знімачі та інші допоміжні пристрої.

Пожежна небезпека під час виконання робіт пов'язана з використанням мастильних матеріалів, забрудненого ганчір'я та легкозаймистих очищувальних рідин. Такі матеріали необхідно зберігати у спеціально відведених місцях, не допускати їх контакту з відкритим полум'ям або нагрітими поверхнями, а використане ганчір'я збирати в металеву тару з кришкою. Робоче місце повинно бути забезпечене справними засобами пожежогасіння.

4.2 Заходи безпеки під час виконання технологічного процесу заміни підшипників заднього моста

Перед початком робіт автомобіль необхідно встановити на рівному майданчику, зафіксувати противідкатними упорами, підняти з боку виконання ремонту та обов'язково встановити на страхувальні опори. Заборонено виконувати роботи, якщо автомобіль утримується лише домкратом. Робоче місце повинно бути очищеним, добре освітленим і забезпеченим необхідним інструментом.

Під час демонтажу колеса, гальмівного барабана та півосі необхідно використовувати справний інструмент відповідного розміру. Відкручування болтів слід виконувати без різких ударних дій, щоб уникнути зриву граней кріпильних елементів і травмування рук. У разі ускладненого зняття півосі доцільно застосовувати спеціальний знімач, а не випадкові підручні засоби.

Під час свердління втулки необхідно застосовувати захисні окуляри, надійно фіксувати піввісь і контролювати глибину свердління, щоб не пошкодити вал. При роботі із зубилом і молотком слід використовувати інструмент без тріщин, задирок і розклепаних бойків. Демонтаж підшипника бажано виконувати за допомогою спеціального пристосування або преса, що забезпечує рівномірне прикладання зусилля та запобігає перекосу деталей.

Під час встановлення нового підшипника потрібно забезпечити чистоту посадкових поверхонь, правильну орієнтацію захисної пластини, ущільнення та втулки. Запресування підшипника слід виконувати плавно, без ударів, із

застосуванням монтажної оправки відповідного діаметра. Це дає змогу уникнути пошкодження тіл кочення, сепаратора та посадкових поверхонь.

Після складання вузла необхідно перевірити надійність затягування болтів, правильність встановлення гальмівного барабана і колеса, відсутність люфту та сторонніх шумів. Обов'язковим є натискання на педаль гальма для приведення в дію механізму автоматичної компенсації зносу гальмівних накладок, а також регулювання стоянкового гальма.

Засоби індивідуального захисту працівника повинні включати спецодяг, захисне взуття, рукавиці та захисні окуляри. Забруднене мастилом ганчір'я, старі ущільнення та використані матеріали необхідно збирати у спеціально відведену тару. Відпрацьовані мастильні матеріали не допускається зливати на підлогу або у каналізацію. Дотримання цих вимог забезпечує безпечні умови праці, зменшує ризик травмування та підвищує якість виконання ремонтної операції.

Під час розроблення технологічного процесу заміни підшипників заднього моста автомобіля Renault Trafic важливо враховувати не лише послідовність виконання ремонтних операцій, а й вимоги безпеки праці. Основними небезпечними факторами є робота з піднятим автомобілем, використання ручного та пресового інструменту, можливість витікання мастила, дія гальмівного пилу та ризик травмування під час демонтажу деталей.

Застосування справного інструменту, страхувальних опор, спеціального пристосування для зняття і встановлення підшипника, а також засобів індивідуального захисту дозволяє зменшити трудомісткість операції, підвищити безпеку працівника та забезпечити якісне відновлення працездатності заднього моста автомобіля.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

У загально-технічному розділі розглянуто будову заднього моста Renault Trafic, його основні елементи, зокрема балку, півосі, маточини, підшипникові вузли, гальмівні механізми, ущільнення та елементи кріплення. Достатньо обґрунтовано показано, що підшипник півосі є відповідальним елементом, який сприймає радіальні та осьові навантаження, а його несправність може проявлятися у вигляді шуму, перегрівання маточини, люфту колеса та погіршення безпеки експлуатації автомобіля.

У роботі наведено аналіз основних несправностей головної передачі, диференціала і ведучого моста. Розглянуто характерні ознаки дефектів: підвищений шум під час руху, шум під час розгону або гальмування двигуном, стукіт на початку руху, несправності під час проходження поворотів, а також витікання мастила. Такий аналіз є важливим, оскільки дозволяє встановити зв'язок між технічним станом вузлів заднього моста і необхідністю своєчасного технічного обслуговування або ремонту.

Технологічний розділ виконано послідовно і логічно. У ньому описано операції технічного обслуговування головної передачі та диференціала, а також подано технологію заміни підшипника півосі. Позитивним є те, що процес заміни розглянуто не лише як просту демонтажну-монтажну операцію, а як комплекс робіт, що включає підготовку автомобіля, запобігання витіканню мастила, демонтаж гальмівного барабана, вилучення півосі, демонтаж втулки, зняття старого підшипника, підготовку посадкових поверхонь, встановлення нового підшипника, зворотне складання вузла та контроль роботи гальмівного механізму.

Окремо виконано розрахунок трудомісткості операції. У роботі визначено, що заміна підшипника однієї півосі потребує приблизно 3,6 нормо-год, а повна заміна підшипників обох півосей – 7,2 нормо-год. Це дає змогу оцінити виробничі витрати часу, організувати роботу ремонтної дільниці та обґрунтувати доцільність застосування спеціального пристосування для скорочення трудомісткості й підвищення якості ремонту.

У роботі також виконано вибір технологічного обладнання та розрахунок площі ремонтної ділянки. За результатами розрахунків площу ділянки прийнято на рівні 80 м², що забезпечує можливість розміщення основного обладнання, організації робочих місць і створення безпечних умов праці. Розрахунок вартості заміни підшипника півосі показав, що орієнтовна вартість ремонту однієї сторони становить близько 3500 грн, а двох сторін – приблизно 7000 грн. Це доповнює роботу економічним обґрунтуванням запропонованої технології.

Конструкторський розділ є одним із найбільш важливих у роботі. У ньому обґрунтовано необхідність застосування спеціального пристрою для демонтажу та монтажу підшипника півосі. Правильно зазначено, що використання спеціального пристосування дає змогу уникнути ударних навантажень, перекосу підшипника, пошкодження посадкових поверхонь і зниження ресурсу відремонтованого вузла. Описано конструкцію пристрою, до складу якого входять силовий гвинт, основа, захвати, ніжки, болтові з'єднання та рукоятка.

Проведені розрахунки пристосування підтверджують його працездатність. Визначено розрахункове зусилля випресування підшипника, виконано перевірку силового гвинта, розраховано крутний момент, зусилля на рукоятці, перевірено гвинт на кручення та самогальмування. Також розглянуто міцність основи, захватів, ніжок і болтових з'єднань. За результатами розрахунків рекомендовано застосовувати силовий гвинт M22×2,5, рукоятку довжиною 300 мм і діаметром 18 мм, захвати перерізом не менше 30×25 мм та болти M12 класу міцності 8.8.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. 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.
2. Форнальчик Є. Ю., Качмар Р. Я. Основи технічного сервісу транспортних засобів. – Львів: Львівська політехніка, 2017. – 324 с.
3. Кисляков В.Ф., Лущик В.В. Будова і експлуатація автомобілів: підручник. – К.: Либідь, 2006. – 400 с.
4. Канарчук В.Є. та ін. Основи технічного обслуговування і ремонту автомобілів. У 3-х кн. Кн. 2. Організація, планування й управління: підручник / В.Є. Канарчук, О.А. Лудченко, А.Д. Чигринець. – К.: Вища школа, 1994. – 383 с.
5. Основи технології виробництва та ремонту автомобілів / уклад. Гевко І.Б., Рогатинський Р.М., Ляшук О.Л., Левкович М.Г., Гудь В.З., Сташків М.Я., Сіправська М.Д. – Тернопіль: Видавництво ТНТУ імені Івана Пулюя, 2021. – 550 с.
6. Лудченко О.А. Технічне обслуговування і ремонт автомобілів. – К.: Знання-Прес, 2003. – 511 с.
7. Положення про технічне обслуговування і ремонт дорожніх транспортних засобів автомобільного транспорту. – Київ: Міністерство транспорту України, 1998. – 36 с.
8. Канарчук В.Є. та ін. Організація виробничих процесів на транспорті в ринкових умовах. – К.: Логос, 1996. – 348 с.
9. Афанасьев Л.Л., Маслов А.А., Колясинский Б.С. Гаражі та станції технічного обслуговування автомобілів. – М.: Транспорт, 1980. – 216 с.
10. Кіркач Н.Ф. Розрахунок і проектування деталей машин. – Харків, 1991. – 274 с.
11. Закон України «Про охорону праці». – Харків: Вид-во «ФОРТ», 2003. – 32 с.

12. 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.

13. НАОП 60.2-3.06-98. Типові норми видачі спеціального одягу, спеціального взуття та інших засобів індивідуального захисту працівникам автомобільного транспорту.