

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЛЬВІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ВЕТЕРИНАРНОЇ
МЕДИЦИНИ ТА БІОТЕХНОЛОГІЙ ІМЕНІ С.З. ГЖИЦЬКОГО
ФАКУЛЬТЕТ МЕХАНІКИ, ЕНЕРГЕТИКИ ТА ІНФОРМАЦІЙНИХ
ТЕХНОЛОГІЙ
КАФЕДРА АВТОМОБІЛІВ І ТРАКТОРІВ

К В А Л І Ф І К А Ц І Й Н А Р О Б О Т А

першого (бакалаврського) рівня вищої освіти

на тему: **«Розробка допоміжного обладнання для ремонту ходової частини
автомобілів»**

Виконав: студент IV курсу групи Ат-42сп

Спеціальності 274 „Автомобільний транспорт”

(шифр і назва)

Роман ЦЮПИК

(ім'я та прізвище)

Керівник: Ігор ДУФАНЕЦЬ

(ім'я та прізвище)

Дубляни 2025

УДК 629.113.066.

Цюпик Р. М. Розробка допоміжного обладнання для ремонту ходової частини автомобілів. Дубляни, ЛНУВМБ імені С.З. Гжицького, 2025. 55 с.

Рисунок 15, табл. 1, бібл. посилань 33.

Мета роботи:

Метою кваліфікаційної роботи є підвищення ефективності та безпечності виконання ремонтних робіт ходової частини автомобіля шляхом розробки допоміжного обладнання для ремонту ходової частини автомобілів. Робота спрямована на створення конструктивно простого, надійного й технологічного пристрою, який забезпечує універсальність застосування в умовах станцій технічного обслуговування та авторемонтних майстерень.

Завдання дослідження:

У межах роботи вирішуються наступні основні завдання:

- здійснення аналізу конструкційної специфіки та особливостей обслуговування ходової частини сучасних автомобілів з метою визначення типових вузлів, які вимагають демонтажу за допомогою допоміжного обладнання;
- вивчення існуючих типів допоміжного обладнання, яке застосовується при ремонті підвіски, рульового керування, підшипників та інших елементів ходової частини;
- виявлення недоліків серійних моделей допоміжного обладнання, що обмежують їх універсальність і знижують ефективність використання;
- розробка конструкції допоміжного обладнання, який би дозволяв працювати з деталями різної геометрії та розмірів;
- виконання технічних розрахунків на міцність основних елементів конструкції з урахуванням прикладених зусиль та умов експлуатації;

- моделювання роботи пристрою в середовищі САПР для візуалізації принципу дії та оцінки ергономічності;
- техніко-економічне обґрунтування доцільності впровадження запропонованого знімача в практику СТО.

Об'єкт дослідження:

Процес демонтажу деталей ходової частини автомобіля в умовах технічного обслуговування.

Предмет дослідження:

Конструкція і принцип роботи допоміжного обладнання для демонтажу складових ходової частини.

Практичне значення роботи:

Результатом виконаної роботи є технічно обґрунтована конструкція допоміжного обладнання, яка дозволяє спростити й прискорити процес ремонту, зменшити ризик пошкодження деталей, а також підвищити безпеку праці персоналу. Впровадження запропонованого пристрою дає можливість знизити експлуатаційні витрати та скоротити час обслуговування транспортних засобів.

Методи дослідження:

У ході виконання кваліфікаційної роботи застосовано методи технічного аналізу, порівняльного огляду існуючих конструкцій, інженерних розрахунків на міцність, тривимірного моделювання в CAD-середовищах, а також методи техніко-економічного аналізу для оцінки ефективності запропонованого рішення.

Ключові слова:

ХОДОВА ЧАСТИНА, ДЕМОНТАЖ, РЕМОНТ, ТЕХНІЧНЕ ОБСЛУГОВУВАННЯ, ПІДВІСКА, ВУЗЛИ, ДОПОМІЖНЕ ОБЛАДНАННЯ.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	7
РОЗДІЛ 1. ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ.....	8
1.1 Призначення, загальна будова і вимоги до ходової частини автомобіля.....	8
1.2 Аналіз конструкцій існуючих знімачів та допоміжного обладнання.....	13
1.3Основні дефекти та типові операції при ремонті ходової частини автомобіля.	18
1.4 Вимоги до знімачів для обслуговування елементів підвіски та з'єднань.....	21
РОЗДІЛ 2. РОЗРАХУНКОВА ЧАСТИНА.....	24
2.1 Обґрунтування доцільності розробки двозахватного знімача.....	24
2.2 Вибір принципової конструкції двозахватного знімача.	26
2.3 Розробка проектної документації двозахватного знімача.	28
2.4 Розрахунок навантажень і міцності конструктивних елементів знімача.	32
3. РОЗДІЛ. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	36
3.1 Технологічність конструкції та оцінка її впливу на виготовлення.....	36
3.2 Опис технологічного процесу ремонту автомобіля з застосуванням знімача.	38
4.РОЗДІЛ. ОХОРОНА ПРАЦІ	42
4.1 Аналіз можливих небезпек при роботі зі знімачем.	42
4.2 Вимоги до безпечної експлуатації пристрою.....	44
РОЗДІЛ 5. ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА.....	47
5.1 Визначення ефективності впровадження допоміжного обладнання в умовах СТО.	47
5.2 Оцінка терміну окупності.....	48
ВИСНОВКИ.....	51
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	53

ВСТУП

Сучасний стан розвитку автомобільного транспорту супроводжується постійним підвищенням вимог до ефективності та якості технічного обслуговування і ремонту транспортних засобів. Особливу увагу в цьому контексті заслуговує ходова частина автомобіля, яка є однією з найбільш навантажених систем, що безпосередньо впливає на безпеку руху, комфорт керування та надійність транспортного засобу в цілому. В умовах інтенсивної експлуатації елементи підвіски, рульового керування, шарнірних з'єднань та опор зазнають значних механічних навантажень, що потребує регулярного технічного контролю, профілактичного обслуговування й, за потреби, своєчасного ремонту.

Ремонтні операції, пов'язані з демонтажем складових ходової частини, часто ускладнюються через обмежений доступ до деталей, їхнє щільне з'єднання, наявність забруднень або корозії, а також ризик пошкодження посадкових поверхонь. У зв'язку з цим виникає необхідність у використанні спеціалізованого допоміжного обладнання, яке дозволяє виконувати демонтаж ефективно, безпечно та без деформацій. Найбільш універсальними й затребуваними засобами в цій сфері є знімачі, які, за умови вдалої конструкції, можуть істотно скоротити тривалість ремонту, знизити трудомісткість робіт та підвищити їхню якість.

Однак існуючі серійні знімачі, як правило, мають обмежену сферу застосування, недостатню гнучкість у налаштуванні та низьку універсальність при роботі з деталями різної конфігурації. Саме тому актуальним є питання розробки конструктивно простого, надійного і зручного в експлуатації універсального знімача, який би міг застосовуватись для демонтажу широкого спектра деталей ходової частини. В основу даної кваліфікаційної роботи покладено розробку допоміжного обладнання, що поєднує функціональну адаптивність, механічну міцність і доступність у виготовленні.

РОЗДІЛ 1. ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ

1.1 Призначення, загальна будова і вимоги до ходової частини автомобіля.

Ходова частина автомобіля є одним із ключових елементів його конструкції, що забезпечує контакт транспортного засобу з дорогою, сприймає навантаження від маси кузова, агрегатів та пасажирів, а також передає ці зусилля на опорну поверхню через колеса. Основними функціональними завданнями ходової частини є забезпечення стійкості й керованості автомобіля під час руху, зниження динамічних навантажень, що виникають внаслідок нерівностей дорожнього полотна, а також створення необхідного рівня комфорту для водія і пасажирів.

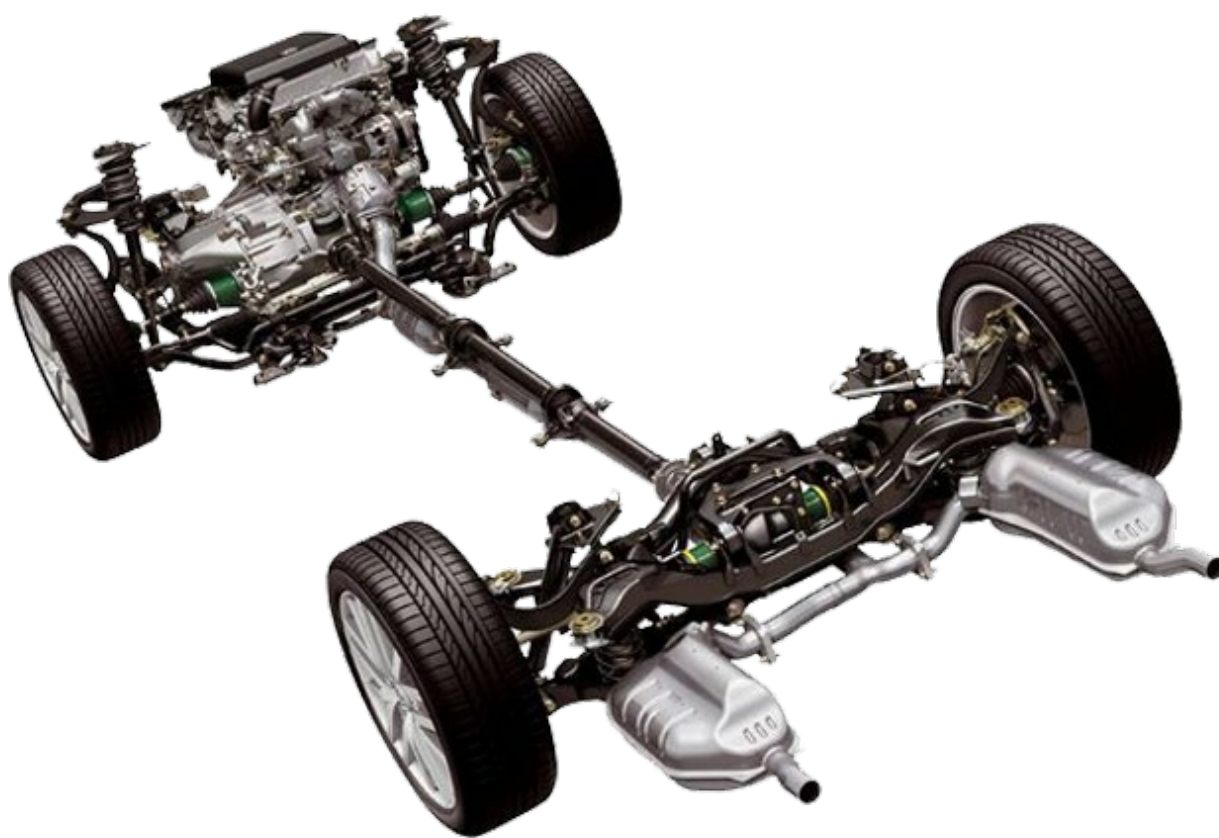


Рисунок 1.1. Ходова частина автомобіля.

У типовому конструктивному виконанні до складу ходової частини входять елементи підвіски (пружини, ресори, амортизатори, важелі,

стабілізатори поперечної стійкості), колеса з шинами, маточини з підшипниками, а також з'єднувальні елементи, що забезпечують рухоме з'єднання між колесами і кузовом або рамою.

Підвіскою називають сукупність пристроїв, що забезпечують пружний зв'язок між несівною системою і мостами або колесами автомобіля, зменшення динамічних навантажень на несівну систему і колеса, гасіння їхніх коливань, а також регулювання положення кузова автомобіля під час руху. До підвіски ставлять такі вимоги:

- забезпечення плавності ходу;
- забезпечення руху по нерівних дорогах без ударів об обмежник;
- обмеження поперечного крену;
- кінематичне узгодження переміщень напрямних коліс, що виключає їх коливання відносно осі повороту;
- забезпечення гасіння коливань кузова і коліс;
- сталість колії, кутів нахилу коліс і положення осі їх повороту;
- надійна передача від коліс до кузова поздовжніх і поперечних сил;
- зниження маси непідресорених частин;
- забезпечення мінімальних розмірів і маси, простота будови й обслуговування, технологічність, ремонтпридатність, низький рівень шуму.

Залежно від типу автомобіля і його призначення, використовуються різні схеми підвісок – незалежні або залежні, жорсткі або адаптивні, з різними видами пружних елементів [1]. У вантажних і спеціалізованих автомобілях ходова частина повинна витримувати значно вищі експлуатаційні навантаження, що зумовлює її посилене конструктивне виконання.

Незалежна підвіска — це тип підвіски, в якій колеса на одній осі не мають жорсткого зв'язку і змінюють положення незалежно одне від одного. Це означає, що, потрапляючи на нерівну поверхню, одне з коліс реагує на дефект, а інше залишається в тій самій позиції.

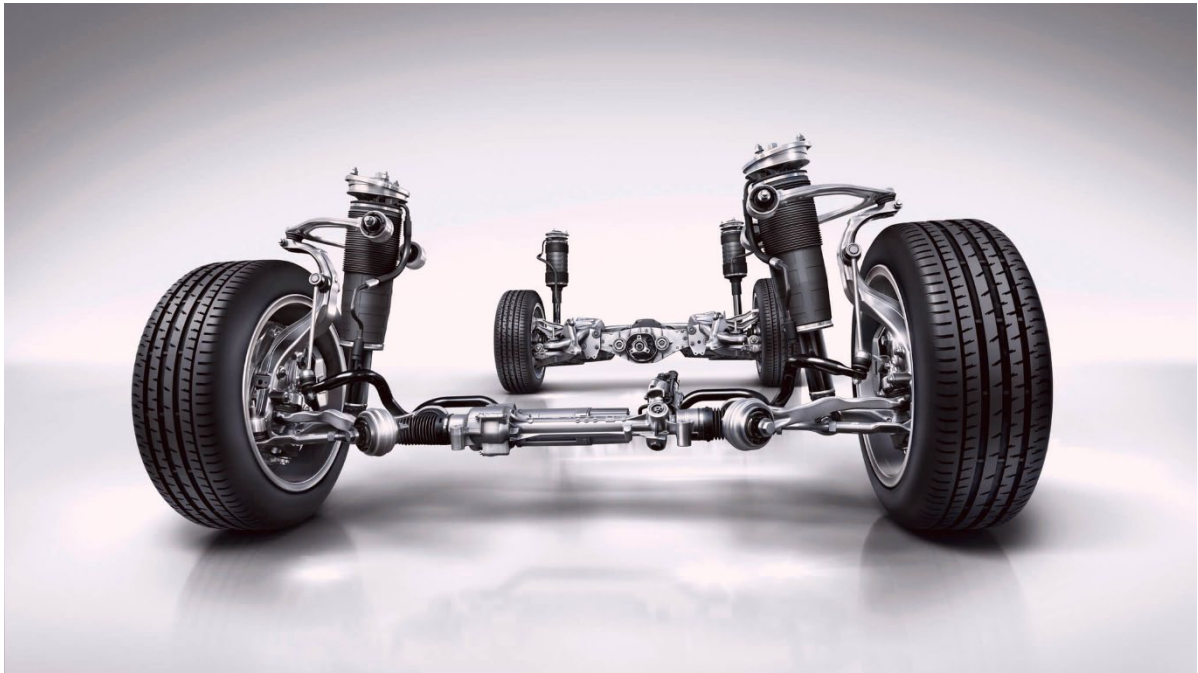


Рисунок 1.2. Незалежна підвіска.

Залежна – тип підвіски, в якій колеса на одній осі мають жорсткий зв’язок, тобто з’єднані спеціальною балкою. У разі потрапляння транспортного засобу в яму або при наїзді на підйом обидва колеса змінюють положення на ідентичний кут.

Недоліки жорсткого кріплення очевидні. За такої конструкції кузов сильніше розгойдується і з більшим прискоренням. Багато нерівностей дорожнього покриття передаються кузову автомобіля, а далі – людям у салоні.

З одного боку, залежна підвіска вважається застарілою, а з іншого боку – вона простіша і надійніша, тому ще досить широко застосовується на вантажних автомобілях, повнорозмірних рамних позашляховиках і деяких звичайних легкових автомобілях.

Залежна підвіска буває двох видів:

підвіска на поздовжніх ресорах;

підвіска з напрямними важелями.

Підвіска на поздовжніх ресорах

Шасі складається з жорсткої балки (мосту), яка підвішується на двох поздовжніх ресорах. Ресора є пружним елементом підвіски, що складається зі скріплених металевих листів. Міст та ресори з’єднуються за допомогою спеціальних хомутів. У цьому типі підвіски ресора також виконує роль

напрямного пристрою, тобто забезпечує задане переміщення колеса щодо кузова.

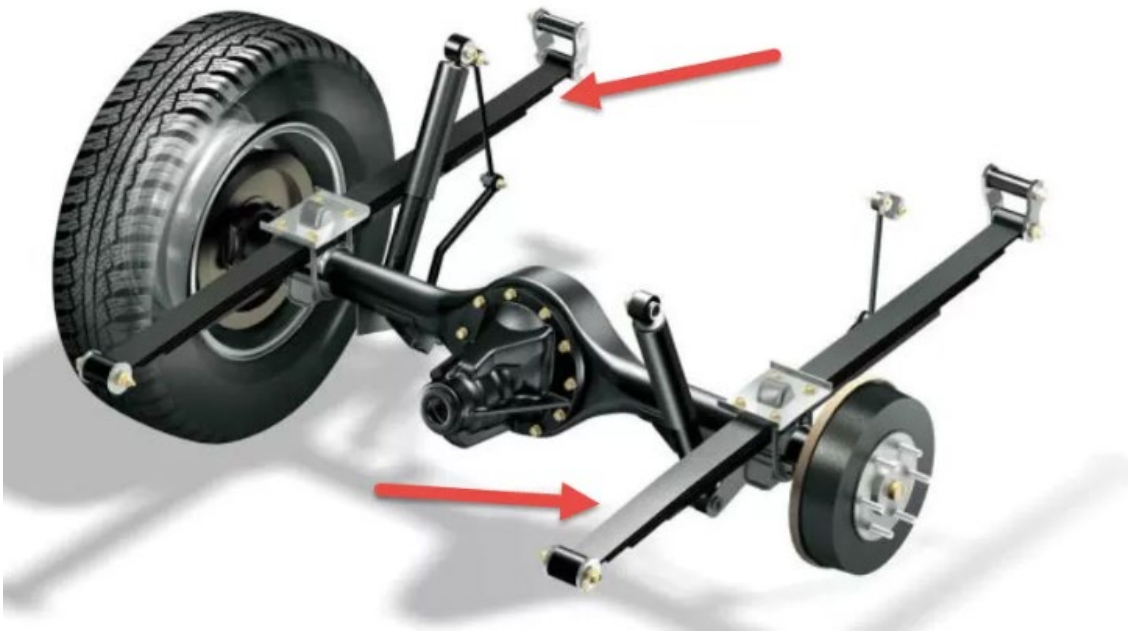


Рисунок 1.3. Підвіска на поздовжніх ресорах.

Підвіска з напрямними важелями

Підвіска з напрямними важелями додатково складається з 4 діагональних або 3-4 поздовжніх штанг (важелів) та однієї поперечної штанги, що називається «тягою Панара». Кожен важіль при цьому кріпиться до кузова автомобіля та жорсткої балки. Ці допоміжні елементи перешкоджають бічному та поздовжньому переміщенню осі. Є також демпфуючий пристрій (амортизатор) та пружні елементи – пружини.

Пружні деталі (ресори, пружини) — пристрої, до яких входить утримування кузова транспортного засобу на певному рівні та підтримка якісного зв'язку машини з покриттям. Тривале застосування цих виробів призводить до поступового старіння металу, його втоми через регулярні перевантаження [2]. У результаті характеристики автомобіля, що впливають рівень комфорту, погіршуються. Змінам піддається величина кліренсу, параметр симетричності навантаження, кути розташування коліс та інші параметри. Важливо розуміти, що пружини, а не амортизатори підтримують масу машини. Якщо зменшується дорожній просвіт і транспортний засіб «просідає» без навантаження, настав час встановлювати нові пружини.



Рисунок 1.4. Підвіска на поздовжніх ресорах.

Металева балка (міст). Це основа конструкції, що являє собою жорстку металеву вісь, яка з'єднує два колеса.

Ресори. Кожна ресора – це набір металевих листів, що мають еліптичну форму та різну довжину. Усі листи з'єднані між собою. Ресори з'єднуються з віссю залежної підвіски за допомогою хомутів. Цей компонент виконує функції напрямного та пружного елемента, а також частково демпфуючого пристрою (амортизатора) за рахунок міжлистового тертя. Залежно кількості листів ресори називаються мало- і багатолістовими.

До ходової частини також належать вузли кріплення коліс, кульові опори, шарніри та інші елементи, які є предметом регулярного технічного обслуговування, оскільки вони зазнають інтенсивного зношення внаслідок вібрацій, ударних навантажень і змінних навколишніх умов. Надійність цих елементів безпосередньо впливає на безпеку дорожнього руху, тому їх технічний стан є критично важливим.

До ходової частини ставляться численні технічні вимоги, що впливають із норм безпеки, ергономіки та експлуатаційної ефективності. Серед них – висока міцність і жорсткість конструкцій, довговічність у складних умовах експлуатації, ефективне гасіння коливань, забезпечення плавності ходу, збереження точності геометрії колісних осей, а також зручність обслуговування й ремонту. Також важливими є показники ремонтпридатності – можливість швидкого демонтажу й заміни зношених вузлів без необхідності розбирання значної частини підвіски або використання важкого спеціального обладнання.

Усе це зумовлює необхідність використання допоміжного інструменту, зокрема знімачів, які дозволяють якісно й безпечно демонтувати окремі компоненти ходової частини без пошкодження посадкових поверхонь. Тому на етапі проєктування таких пристроїв важливо враховувати як конструкційні особливості вузлів ходової частини, так і сукупність до них вимог з боку нормативної документації, виробників і сервісних підприємств.

1.2 Аналіз конструкцій існуючих знімачів та допоміжного обладнання.

Виконання ремонтних операцій, пов'язаних із демонтажем компонентів ходової частини автомобіля, є складним процесом, що вимагає значних зусиль, точності та дотримання вимог безпеки. Одним із найважливіших напрямів технічного забезпечення таких робіт є застосування спеціалізованих знімачів які відносяться до категорії допоміжного обладнання, призначених для безпечного зняття елементів, що встановлені з натягом, фіксацією або посаджені впритул, зокрема кульових опор, маточин, підшипників, шківів, сайлентблоків, елементів підвіски та рульового керування[3]. Без наявності відповідних пристроїв такі операції можуть супроводжуватися серйозними ризиками — як для технічного персоналу, так і для самих деталей, які можуть бути пошкоджені або деформовані в процесі зняття.

Конструкційна різноманітність сучасних знімачів зумовлена широкою номенклатурою деталей, які підлягають демонтажу. В загальному випадку

знімачі класифікують за кількістю захватів (одно-, дво-, три- та багатозахватні), типом приводу (механічні, гідравлічні, пневматичні, комбіновані), способом фіксації на деталі (зовнішні або внутрішні захвати), а також за спеціалізацією (універсальні чи вузькоспеціалізовані).



Рисунок 1.5. Знімач для підшипників.

Механічні знімачі є найбільш поширеним видом обладнання. Вони прості за конструкцією, дешеві у виготовленні та не потребують джерел живлення. Принцип дії таких пристроїв базується на створенні осьового зусилля за допомогою гвинтової передачі, коли обертання центрального гвинта приводить до поступального руху, який знімає деталь з посадкового місця[4]. Найпоширеніші конструкції — дво- та тризахватні знімачі, які мають змінну ширину охоплення та регульований крок нарізі гвинта.

Недоліком механічних знімачів є обмежена сила демонтажу, яка залежить від зусилля оператора та геометрії гвинтової пари. Для вирішення цієї проблеми використовуються гідравлічні знімачі, які мають вбудовану силову систему, що

забезпечує значно більшу демонтажну силу. Вони дозволяють знімати великі або заклині деталі без надмірних фізичних зусиль. Проте такі пристрої мають ряд суттєвих недоліків: високу вартість, підвищену масу, складність конструкції, необхідність герметизації гідросистеми, а також потребу в періодичному технічному обслуговуванні. Крім того, їх застосування в умовах обмеженого простору, зокрема в зоні оглядової ями, може бути утрудненим через великі габаритні розміри.



Рисунок 1.6. Знімач тризахватний.

Серед вузькоспеціалізованих моделей знімачів виділяють інструменти для демонтажу підшипників ступиць, рульових наконечників, шківів, підвісних підшипників карданного валу та ін. Вони характеризуються високою ефективністю при роботі з конкретним типом деталі, однак втрачають універсальність, оскільки не можуть бути адаптовані для інших компонентів. Це

змушує підприємства технічного обслуговування накопичувати велику кількість спеціалізованих знімачів, що збільшує фінансові витрати, потребує додаткового місця для зберігання та ускладнює логістику інструментального оснащення.



Рисунок 1.7. Знімач гідравлічний тризахватний.

Під час аналізу типових проблем, що виникають при використанні існуючих знімачів, можна виокремити кілька ключових обмежень: недостатня універсальність, відсутність плавного регулювання довжини захватів, слабка адаптація до деталей нестандартної форми або розміру, а також неможливість використання у важкодоступних місцях. Крім того, дешеві або застарілі моделі часто виготовляються з неякісних матеріалів, що призводить до пошкодження

різбових елементів, згинання захватів або повного виходу інструмента з ладу під навантаженням.



Рисунок 1.8. Знімачі підшипників Richmann.

Отже, в умовах сучасних вимог до оперативності, якості й безпечності виконання ремонтних робіт на СТО, виникає потреба в розробці нового типу допоміжного обладнання — універсального знімача, здатного працювати з широким спектром деталей, забезпечуючи надійність, ергономічність та адаптивність до просторових обмежень. Двохзахватна конструкція, яка є основою технічного рішення, що розробляється в межах цієї роботи, дає змогу реалізувати рівномірний розподіл навантаження та гнучке налаштування під різні задачі без потреби у великій номенклатурі спеціалізованих знімачів. Це дозволяє підвищити ефективність ремонту, зменшити фінансові витрати та покращити умови праці персоналу.

1.3 Основні дефекти та типові операції при ремонті ходової частини автомобіля.

До основних дефектів ходової частини, які виникають в процесі експлуатації, належать механічні пошкодження компонентів підвіски, зношення гумометалевих шарнірів (сайлентблоків), розриви та тріщини у гумових втулках, ослаблення або деформація кріплень, руйнування або зниження ефективності роботи амортизаторів, а також просідання пружин. Часто зустрічаються ситуації, коли окремі елементи мають корозійні ушкодження, особливо в місцях з'єднання металевих частин, що ускладнює їх демонтаж і подальшу заміну.

Зношення деталей ходової частини призводить до низки негативних наслідків. Найпоширеніші з них — це поява стуків під час руху, погіршення керованості автомобіля, нерівномірне зношення шин, підвищена вібрація кузова, відхилення від курсової стійкості, а також збільшення гальмівного шляху [5]. Часто при візуальному огляді виявляються пошкоджені пильники, витік рідини з амортизаторів, люфти в шарнірних з'єднаннях, що свідчать про необхідність невідкладного ремонту.



Рисунок 1.9. Діагностика ходової частини автомобіля.

Виконання ремонтних робіт із відновлення працездатності ходової частини передбачає цілий ряд операцій. До найтипівіших відносяться демонтаж і заміна шарнірів, кульових опор, сайлентблоків, амортизаторів, втулок стабілізаторів, важелів підвіски, ступичної групи, пружин. Крім того, проводиться очищення та мащення рухомих з'єднань, перевірка осьового і радіального люфту, а також обов'язкове регулювання розвалу-сходження після закінчення робіт.

Велика кількість зазначених операцій передбачає демонтаж деталей, які щільно з'єднані або зафіксовані в умовах значного навантаження. Часто ці з'єднання ускладнені корозією, температурною деформацією або механічним защемленням. Традиційні методи демонтажу — за допомогою молотка, ломика або інших ударних інструментів — не завжди ефективні, а інколи й небезпечні, оскільки можуть пошкодити конструкцію або призвести до травмування працівника.

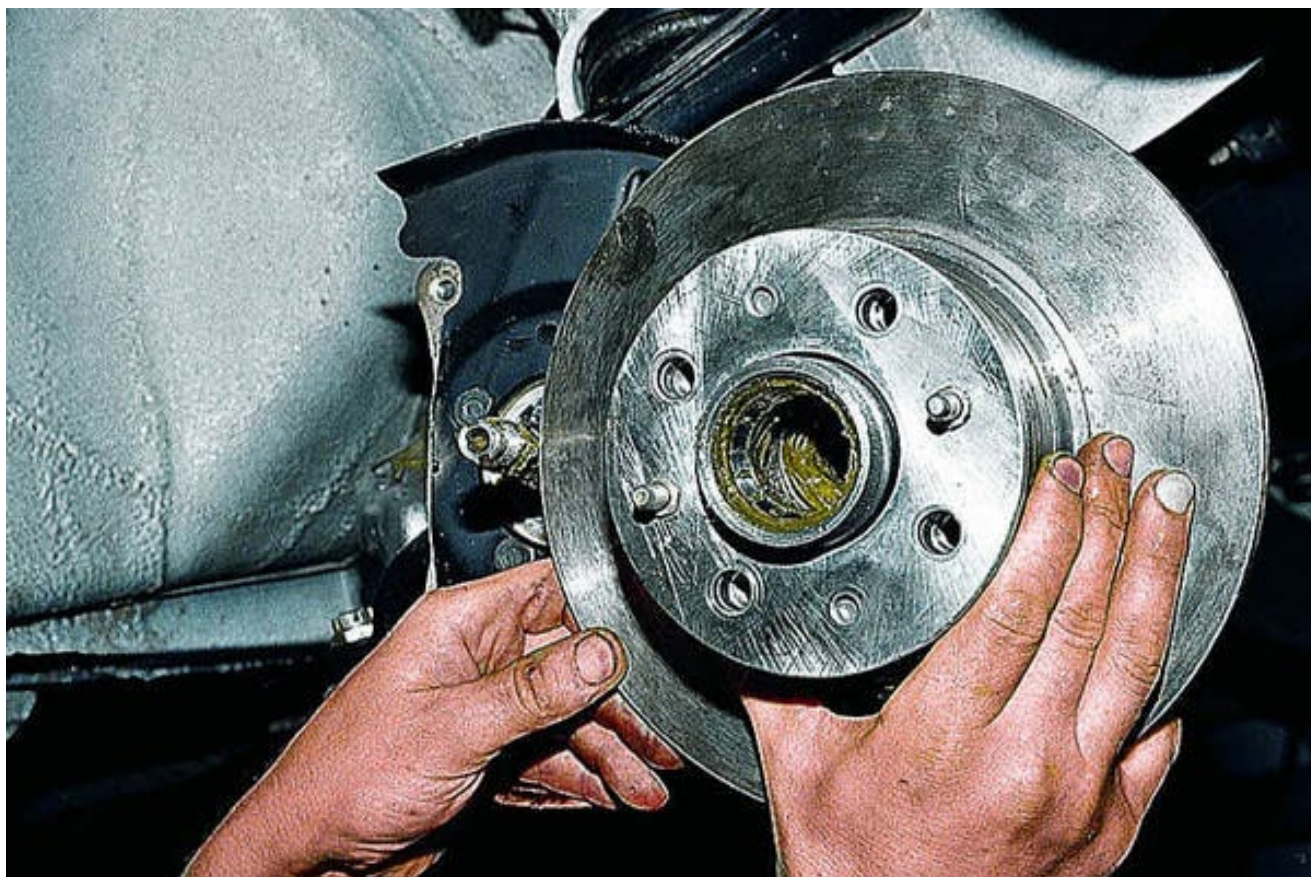


Рисунок 1.10. Заміна підшипника маточини.

З метою полегшення та безпечного виконання демонтажних операцій використовуються знімачі — спеціалізовані механізми, призначені для витягування пресованих або защемлених елементів без руйнування їх структури. Серед найбільш затребуваних є універсальні двозахватні або тризахватні знімачі, які завдяки своїй конструкції забезпечують рівномірне прикладення зусилля до елементів підвіски. Вони дозволяють знімати ступичні підшипники, втулки стабілізаторів, кульові опори, маточини коліс тощо.

Таблиця 1. Основні дефекти та типові операції при ремонті ходової частини автомобіля

Елемент ходової частини	Типові дефекти	Типові ремонтні операції
Шарнір кульовий	Знос шарніра, люфт, скрип	Заміна кульового шарніра
Сайлентблок важеля	Розрив гумового елемента, люфт	Вибивання старого та запресовування нового сайлентблока
Підшипник маточини	Шум при русі, люфт, перегрів	Пресовий демонтаж і встановлення нового підшипника
Стійка стабілізатора	Стук, люфт у шарнірі	Заміна стійки стабілізатора
Амортизатор	Підтікання рідини, втрата жорсткості	Заміна амортизатора з перевіркою опори
Пружина підвіски	Просідання кузова, зменшений кліренс	Заміна пружини із стисненням
Ричаг передньої підвіски	Деформація, зношення втулок	Заміна ричага в зборі або втулок
Кермова тяга	Люфт, нерівномірне кермування	Заміна кермової тяги або наконечника
Маточина колеса	Зношення посадкового місця, корозія	Заміна маточини або відновлення посадки

Однак існуючі конструкції знімачів не завжди універсальні — більшість з них розраховані на вузьке застосування під конкретну модель або тип вузла. Це ускладнює роботу на станціях технічного обслуговування, де щоденно обслуговуються автомобілі різних марок і конструкцій [6]. Крім того, недостатня міцність або ергономічна недосконалість деяких знімачів спричиняє труднощі у використанні в обмеженому просторі підвіски.

Актуальним є розроблення універсального двозахватного зйомника, який би поєднував простоту конструкції, міцність, багатофункціональність і адаптивність до різних типів вузлів. Такий пристрій дозволить зменшити час виконання ремонтних робіт, знизити ризик пошкодження дороговартісних компонентів та підвищити загальну ефективність процесу технічного обслуговування.

Таким чином, систематизація основних дефектів ходової частини та аналіз характерних операцій з її ремонту демонструє значну потребу у вдосконаленні допоміжного обладнання, зокрема універсальних знімачів, що є важливою умовою підвищення продуктивності та безпеки роботи на СТО. Розробка нового технічного рішення у вигляді двозахватного знімача має суттєве практичне значення та відповідає потребам сучасного автосервісу.

1.4 Вимоги до знімачів для обслуговування елементів підвіски та з'єднань.

До знімачів, які використовуються в зоні обслуговування підвіски та з'єднань ходової частини, пред'являється низка технічних, експлуатаційних та ергономічних вимог. Ці вимоги зумовлені як особливостями конструкції автомобіля, так і умовами виконання ремонтних робіт.

Однією з основних вимог є універсальність застосування, тобто здатність знімача працювати з широким діапазоном деталей різного розміру, типу та конфігурації. Оскільки на СТО обслуговуються автомобілі різних марок, моделей та конструктивних виконань, доцільним є створення таких пристроїв, які мають змінні або регульовані елементи — наприклад, переставні захвати, регульований хід гвинта, адаптери для різних посадкових діаметрів [7]. Це дозволяє використовувати один знімач для демонтажу деталей з різними геометричними параметрами без потреби у великому парку спеціалізованих інструментів.

Не менш важливою є міцність і надійність конструкції. Знімач повинен витримувати значні осьові та радіальні навантаження, які виникають під час

зусилля на знімання щільно посаджених або закипілих елементів. У зв'язку з цим деталі знімача повинні виготовлятися з конструкційних сталей, що мають високу границю міцності та ударну в'язкість. Важливим є і якісне термічне оброблення елементів, зокрема гвинта, щоб уникнути його деформацій або зривання різьби під час прикладання великого крутного моменту.

Ще одним критичним параметром є ергономіка та зручність у використанні. Оскільки знімання елементів часто відбувається в обмежених просторах (зона колісної арки, підвіска, простір поблизу кузовних панелей), знімач повинен мати компактні габарити, мінімальну кількість маніпуляцій для приведення у робочий стан, а також можливість роботи в горизонтальному і вертикальному положеннях. Оптимальним вважається конструкція, що забезпечує фіксацію однією рукою та не потребує спеціального інструменту для налаштування.

Особливу увагу слід приділити безпеці експлуатації. Під час роботи знімач не повинен мати ризику раптового зісковзування захватів або руйнування під навантаженням. Захоплювальні елементи мають бути виконані з протиковзкими упорами, а гвинтові елементи — забезпечені механізмом плавного обертання або обмежувачем моменту. Також бажано передбачити захисні екрани або кожухи, що запобігають травмуванню при раптовому знятті елемента.

До конструктивних вимог також входить простота обслуговування і ремонту самого знімача [8]. Елементи, що зазнають зношування (різьби, втулки, шарніри), мають бути взаємозамінними і легко доступними для заміни. Це дозволяє зменшити витрати на підтримку працездатності пристрою впродовж усього терміну експлуатації.

Окрему категорію становлять вимоги до точності та контрольованості зусилля, що прикладається під час знімання. У деяких випадках потрібне поступове нарощування навантаження або обмеження зусилля, щоб не пошкодити чутливі деталі (наприклад, тонкостінні маточини або втулки). Тому можливість застосування динамометричних ключів або вбудованих індикаторів навантаження є бажаною.

Підсумовуючи, знімачі для обслуговування підвіски мають відповідати таким групам вимог:

- функціональні (універсальність, адаптивність до типів з'єднань);
- механічні (міцність, довговічність, точність виготовлення);
- ергономічні (зручність у використанні, компактність, простота налаштування);
- технологічні (простота виготовлення, ремонтпридатність);
- експлуатаційні (надійність, безпечність, стійкість до дії зовнішніх факторів).

Дотримання вищезазначених вимог при проектуванні знімача дозволяє створити ефективний, зручний і надійний пристрій, який забезпечить якісне виконання ремонтних операцій з демонтажу ходової частини в умовах сервісних майстерень різного рівня технічного оснащення.

РОЗДІЛ 2. РОЗРАХУНКОВА ЧАСТИНА

2.1 Обґрунтування доцільності розробки двозахватного знімача.

У сучасній практиці технічного обслуговування та ремонту автомобілів спостерігається тенденція до зростання вимог до точності, безпеки та швидкості виконання робіт. Значна частина операцій, пов'язаних з ремонтом ходової частини, включає демонтаж деталей, які встановлені з натягом або в умовах обмеженого доступу. До таких компонентів належать кульові опори, втулки, підшипники, елементи підвіски та інші вузли, що мають жорстке механічне з'єднання з корпусними деталями. Без надійного спеціалізованого інструменту ці операції потребують значних зусиль, мають високий ризик пошкодження деталі або навколишніх елементів, а також становлять небезпеку для персоналу.

На практиці в багатьох майстернях демонтаж здійснюється або за допомогою універсальних ударних інструментів, або з використанням малоприсаєднаних засобів, які не забезпечують стабільності й керованості прикладеного зусилля. Наслідком цього є нерівномірне навантаження на вузол, пошкодження посадкових поверхонь, зняття елементів з деформацією або частковим руйнуванням, що ускладнює подальшу їх експлуатацію або унеможливорює повторне встановлення. В окремих випадках такі пошкодження призводять до суттєвих матеріальних витрат, пов'язаних із заміною додаткових компонентів, які не планувалися до ремонту.

Розробка спеціалізованого двозахватного знімача якраз і дозволяє усунути ці недоліки. Його конструктивна особливість полягає у застосуванні симетричної схеми з двома захватами, що працюють у поєднанні з центральним механічним гвинтом [9]. Такий підхід забезпечує рівномірний розподіл зусилля на демонтований вузол, дозволяє точно дозувати навантаження і працювати в умовах обмеженого монтажного простору. Універсальність знімача досягається завдяки регульованій конструкції захватів, що дозволяє адаптувати пристрій до різних діаметрів і форм деталей без необхідності заміни основного корпусу.

Окремо варто підкреслити доцільність застосування саме двозахватної схеми. У порівнянні з тризахватними знімачами, які мають більшу площу захоплення, двозахватні моделі є більш компактними, легкими і зручними у застосуванні в тісних просторах, наприклад, у зоні амортизаційних стійок або ричагів підвіски. Крім того, зменшення кількості рухомих елементів позитивно впливає на надійність конструкції та спрощує технічне обслуговування пристрою. З техніко-економічної точки зору, застосування знімача дозволяє істотно скоротити час виконання операцій демонтажу, знизити витрати на ремонт унаслідок уникнення пошкоджень деталей, зменшити фізичне навантаження на працівників, а також підвищити рівень культури обслуговування. Враховуючи, що подібні з'єднання зустрічаються майже в усіх системах шасі транспортного засобу, пристрій матиме широке практичне застосування й високу окупність.

З точки зору інженерної ефективності, впровадження розробленого знімача дозволяє стандартизувати процес демонтажу незалежно від моделі автомобіля [10]. Це усуває необхідність постійного підбору різноманітного обладнання під кожен випадок і дає змогу автоматизувати певні ділянки ремонтного процесу, що особливо важливо в умовах середніх і великих СТО.

З урахуванням викладеного, розробка двозахватного знімача є доцільною як із технічної, так і з економічної позицій. Такий пристрій забезпечує покращення якості ремонту, скорочення часу обслуговування, підвищення безпеки праці та економію ресурсів. У сукупності це створює передумови для підвищення конкурентоспроможності сервісного підприємства на ринку технічного обслуговування автомобілів.

2.2 Вибір принципової конструкції двозахватного знімача.

Процес вибору принципової конструкції знімача передбачає всебічне техніко-функціональне обґрунтування, яке враховує як особливості вузлів, що підлягають демонтажу, так і вимоги до безпеки, надійності та універсальності експлуатації обладнання. У випадку з ремонтом ходової частини автомобіля, мова йде переважно про вузли, які зазнають циклічних і динамічних навантажень, тому їх демонтаж вимагає прикладання значних зусиль. При цьому важливо забезпечити точність, акуратність та контрольованість дії, що виключає можливість деформації або пошкодження деталей. Саме тому традиційні методи демонтажу за допомогою ударного інструменту є неприйнятними, і виникає об'єктивна потреба у використанні спеціалізованого знімача з механічним приводом дії.

Після попереднього аналізу було розглянуто декілька варіантів компоновки майбутнього знімача: важільні конструкції, механізми з ексцентриковим приводом, гідравлічні модулі та класичні гвинтові варіанти. З-поміж них найбільш виправданим з точки зору поєднання технічної простоти, надійності, доступності матеріалів та широкого спектра застосування виявилася саме конструкція на базі механічного гвинта з двома симетричними захватами.

У запропонованій конфігурації головним виконавчим елементом є центральний гвинт, який передає зусилля на демонтований вузол. Завдяки поступальній дії гвинта забезпечується точне регулювання знімального навантаження та можливість поступового нарощення зусилля без різких імпульсів, що є критично важливим при демонтажі деталей із крихким або чутливим корпусом [11]. При цьому оператор може здійснювати контроль зусилля візуально або дотиком, що виключає ймовірність перевищення допустимого навантаження.

У конструктивному відношенні гвинт опирається на жорсткий сталевий корпус, до якого кріпляться два шарнірні важелі-захвати, розташовані з обох боків. Таке симетричне розміщення гарантує рівномірний розподіл зусилля, мінімізуючи ризик перекосу або провертання деталі під час демонтажу. У самих

захватах передбачено паралельні ряди отворів для можливості регулювання радіусу охоплення, що дозволяє адаптувати знімач до розмірів конкретного вузла — як малогабаритного, так і великого. Цей параметр критично важливий для станцій техобслуговування, які працюють з широким асортиментом транспортних засобів.

Форма захватів є результатом спеціального підбору профілю, який дозволяє надійно охопити деталь, не залишаючи механічних пошкоджень або задирів на робочих поверхнях. Вигнута гачкоподібна форма передбачає роботу як в режимі внутрішнього, так і зовнішнього зачеплення. Захвати виготовляються з легованої сталі з поверхневим гартуванням та обробкою контактних зон, що гарантує їх зносостійкість і тривалий термін служби навіть за умов інтенсивного навантаження.

Ще одним аргументом на користь вибору саме цієї принципової конструкції є її ремонтпридатність та простота обслуговування. Основні елементи знімача мають модульну будову, що дозволяє здійснювати заміну окремих вузлів без повного демонтажу всього механізму. Кріпильні елементи у вигляді пальців з фіксуючими шайбами легко знімаються при потребі заміни захватів або їх переналаштування. Гвинтова пара може бути змащена через технологічні отвори, а поверхня напрямної при потребі піддається шліфуванню або заміні.

Не менш важливим фактором є відсутність необхідності в зовнішньому джерелі енергії, що дає змогу використовувати знімач у будь-яких умовах, включно з виїзними ремонтами або роботою у важкодоступних зонах транспортного засобу, зокрема в зоні коліс, амортизаторів, шарнірів або елементів підвіски [12].

Форма ручки, посадка гвинта та ергономіка ключових компонентів адаптовані для використання як лівою, так і правою рукою, а конструкція передбачає мінімальні ризики випадкового зісковзування або прослизання інструменту в момент демонтажу. Це додатково підвищує рівень безпеки персоналу та зменшує вірогідність ушкоджень навколишніх компонентів.

Таким чином, обрана принципова схема знімача — гвинтова пара з двома регульованими симетричними захватами, встановленими на жорсткому корпусі — є результатом цілеспрямованого пошуку технічного компромісу між вимогами до міцності, функціональності, універсальності, надійності та зручності обслуговування. Обрана компоновка відкриває широкі можливості для подальшого вдосконалення, зокрема шляхом додавання змінних адаптерів, модернізації механізму обертання гвинта або інтеграції силових приводів для професійного використання в умовах промислового сервісу.

2.3 Розробка проектної документації двозахватного знімача.

На етапі проектування допоміжного обладнання для технічного обслуговування вузлів ходової частини принципове значення має не лише вибір загальної схеми знімача, а й її практична реалізація у вигляді повноцінного конструкторського рішення. Метою цього етапу є створення функціонально обґрунтованої конструкції, яка поєднує простоту виготовлення, надійність експлуатації, універсальність застосування та відповідність вимогам сучасних умов роботи сервісного персоналу. Саме на базі вибраної концепції двозахватного знімача було здійснено розробку комплекту проектної документації відповідно до вимог ЄСКД.

На першому кроці було уточнено геометричні і силові характеристики пристрою з урахуванням статистичних параметрів вузлів підвіски, які найчастіше підлягають демонтажу [13]. Це дозволило визначити робочий діапазон захоплення, необхідну довжину гвинта, межі прикладеного зусилля, а також габаритні обмеження, що накладаються конфігурацією підкапотного простору та зони підвіски автомобіля.

Наступним кроком стало створення просторової моделі знімача в середовищі САПР, а саме SolidWorks, що дозволило не лише візуалізувати кінематичну схему роботи, але й виконати базову перевірку на перешкоди руху, перевірку взаємної відповідності елементів та попередній аналіз навантажень.

[illegible]

Рисунок 2.2. Знімач механічний специфікація

Окремий розділ проектної документації присвячено розгорткам і таблицям специфікацій, які деталізують склад пристрою, нумерацію вузлів, типи стандартних виробів, кріплення та витратні елементи. Усі креслення оформлено згідно з ДСТУ 2.104:2006, з урахуванням умовного графічного позначення, масштабування, зазначення шорсткості поверхонь і посадочних розмірів. Визначено допуски для гвинтових з'єднань, посадок під підшипники та допустимі деформації при максимальному навантаженні.

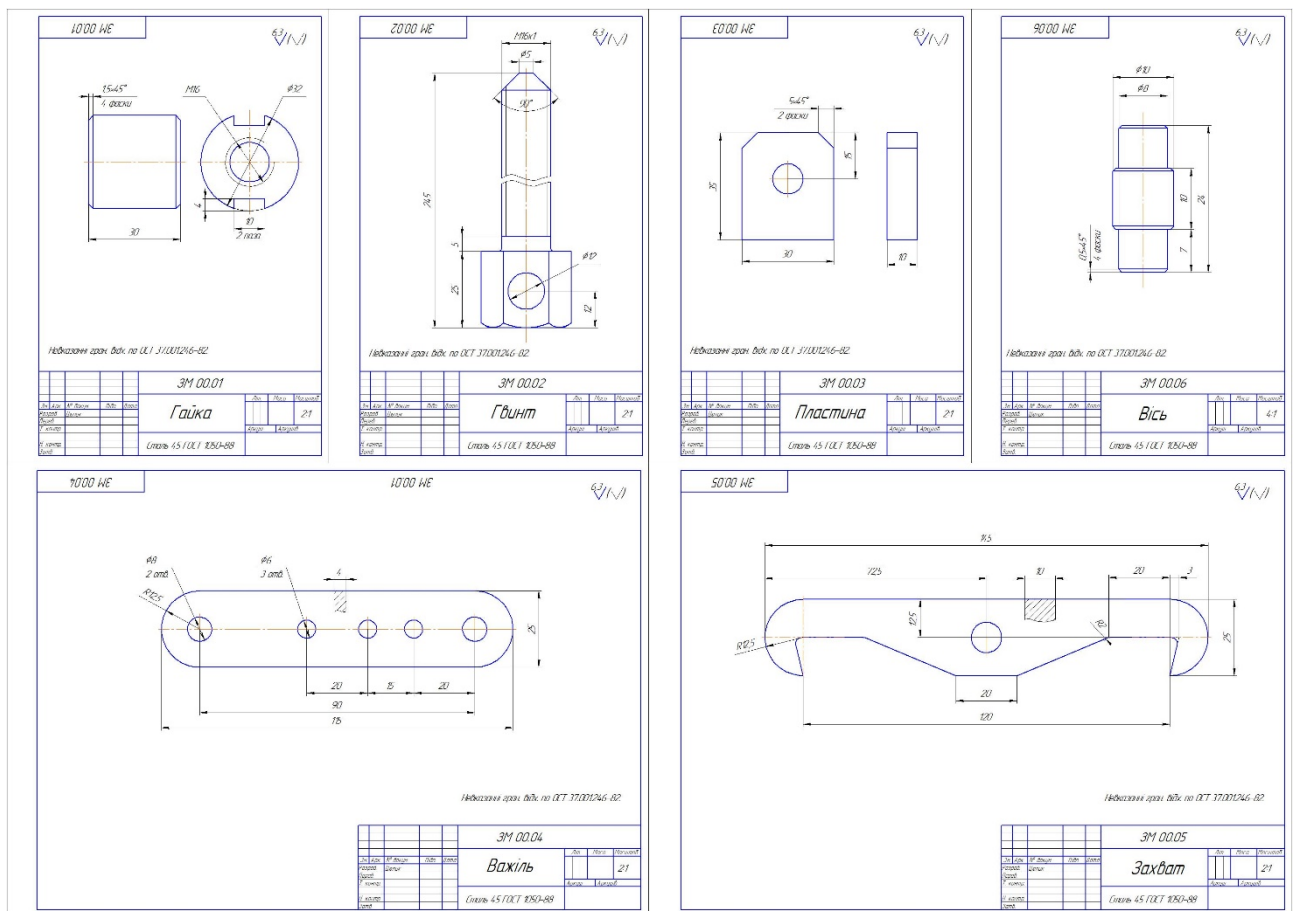


Рисунок 2.3. Знімач механічний деталювання.

Також було підготовлено схематичну інструкцію для збирання знімача, що враховує послідовність встановлення елементів, правильне розташування захватів у залежності від геометрії деталі, а також засоби первинного технічного контролю зібраного виробу [14].

Таким чином, вибір принципової конструкції знімача логічно завершився створенням повного комплекту проектної документації, що забезпечує

можливість виготовлення, перевірки, серійного виробництва та впровадження пристрою у практику. Обрана схема відповідає технічним вимогам до обладнання цього типу, є адаптованою до широкого спектра ремонтних ситуацій і має високий потенціал для масштабування та модернізації залежно від потреб сервісного підприємства.

2.4 Розрахунок навантажень і міцності конструктивних елементів знімача.

З метою забезпечення надійної роботи двозахватного знімача, а також підтвердження працездатності його основних елементів при демонтажі деталей з посадкою з натягом, виконується розрахунок на міцність основних складових: гвинта, захвату, важеля та осі. Розрахунок проведено для зусилля знімання $F = 3\ 000\ \text{Н}$, що характерно для демонтажу підшипників або втулок у підвісці легкового автомобіля.

1. Розрахунок гвинта на стиск

Вихідні дані:

- Різьба: M16×1,5
- Діаметр стержня без різьби: $d=16\ \text{мм}$
- Матеріал: сталь 45 (після термічної обробки)
- Допустиме напруження для згину та стиску: $\sigma_{\text{доп}}=300\ \text{МПа}$

Площа поперечного перерізу гвинта (суцільний циліндр):

$$A = \frac{\pi \cdot d^2}{4} = \frac{3.14 \cdot 16^2}{4} = 201\ \text{мм}^2 \quad (2.1)$$

Нормальне напруження від осьового зусилля:

$$\sigma_{\text{ос}} = \frac{F}{A} = \frac{30000}{201} \approx 149\ \text{МПа} \quad (2.2)$$

Коефіцієнт запасу міцності:

$$n = \frac{\sigma_{\text{доп}}}{\sigma_{\text{ос}}} = \frac{300}{149} \approx 2,01 \quad (2.3)$$

Висновок: гвинт витримує зусилля знімання з достатнім запасом міцності.

2. Розрахунок захвата на вигин

Вихідні дані:

- Плече важеля: $l=60 \text{ мм}$
- Ширина перерізу: $b=12,5 \text{ мм}$
- Товщина: $h=10 \text{ мм}$
- Матеріал: сталь 45
- Навантаження на один захват (симетрично): $F=1500 \text{ Н}$

Максимальний вигинальний момент:

$$M=F \cdot l=1500 \cdot 60=90\,000 \text{ Н}\cdot\text{мм} \quad (2.4)$$

Момент опору прямокутного перерізу:

$$W = \frac{b \cdot h^2}{6} = \frac{12,5 \cdot 10^2}{6} = \frac{12,5 \cdot 100}{6} = 208 \text{ мм}^3 \quad (2.5)$$

Максимальне напруження згину:

$$\sigma_{\text{виг}} = \frac{M}{W} = \frac{90\,000}{208} \approx 432 \text{ МПа} \quad (2.6)$$

Конструкція захвата витримує задане навантаження з допустимим запасом міцності, що підтверджує правильність вибору матеріалу та геометричних параметрів перерізу. Водночас отриманий рівень напружень ($\approx 72\text{--}74\%$ від граничного) свідчить про раціональне використання матеріалу без надлишкового резерву, що відповідає принципам економного проєктування.

3. Розрахунок важеля на вигин

Вихідні дані:

- Довжина важеля: $l=90\text{ мм}$
- Переріз: $b=25\text{ мм}$, $h=10\text{ мм}$
- Навантаження: $F=1500\text{ Н}$

Вигинальний момент:

$$M=F \cdot l=1500 \cdot 90=135\,000\text{ Н}\cdot\text{мм} \quad (2.7)$$

Момент опору перерізу:

$$W = \frac{b \cdot h^2}{6} = \frac{25 \cdot 100}{6} = 416\text{ мм}^3 \quad (2.8)$$

Максимальне напруження:

$$\sigma_{зг} = \frac{M}{W} = \frac{135\,000}{416} = 325\text{ МПа} \quad (2.9)$$

Висновок: таким чином, розміри перерізу важеля є достатніми для забезпечення його міцності при заданому навантаженні. Запас міцності становить близько 1,8, що забезпечує безпечну експлуатацію з урахуванням можливих перевантажень та впливу динамічних чинників. Конструкція важеля є технічно обґрунтованою, раціональною за масою та не потребує додаткового посилення.

4. Розрахунок осі на зминання

Вихідні дані:

- Діаметр осі: $d=10$ мм
- Товщина стінки у місці прикладання сили: $t=8$ мм
- Зусилля: $F=15000$ Н

Напруження зминання:

$$\sigma_{зм} = \frac{F}{d \cdot t} = \frac{15000}{10 \cdot 8} = 187.5 \text{ МПа} \quad (2.10)$$

Висновок: напруження не перевищує допустиме ($\sigma_{доп} = 250\text{--}280$ МПа) $\rightarrow$ вісь працездатна.

Загальні висновки:

Отже, геометричні параметри обрані раціонально, матеріал відповідає умовам навантаження, і елемент гарантує безпечну експлуатацію знімача навіть при демонтажі деталей з посадкою з помірним натягом.

Це підтверджує працездатність конструкції, що працює у складних умовах навантаження, без необхідності в додатковому посиленні.

3. РОЗДІЛ. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

3.1 Технологічність конструкції та оцінка її впливу на виготовлення.

Оцінка технологічності конструкції виробу є одним із головних етапів у процесі розробки будь-якого механізму, зокрема допоміжного інструменту, такого як універсальний знімач. Технологічність безпосередньо впливає на вартість виготовлення, трудомісткість виробництва, обсяг підготовчо-завершальних робіт, потребу в спеціальному устаткуванні, кількість операцій та ефективність складання готового виробу. У випадку запропонованого двозахватного знімача особливу увагу слід приділити конструкційним рішенням, які забезпечують простоту виготовлення та сумісність з умовами як одиничного, так і серійного виробництва [20].

Конструкція знімача є модульною, складається з невеликої кількості деталей простої геометрії: гвинта, корпусної пластини, двох симетричних важелів, двох захватів, осей, гайки та кріпильних елементів. Усі деталі є уніфікованими, симетричними або такими, що мають площинну або обертальну форму, що значно спрощує маршрути механічної обробки. Відсутність складнопрофільних поверхонь і вимог до високоточних посадок дозволяє зменшити витрати на спеціальну обробку й забезпечує високу повторюваність при виготовленні.

Гвинт є основним виконавчим елементом, який забезпечує передачу зусилля. Його форма включає різьбову частину, шийку з гладкою поверхнею і шестигранну головку. Геометрія гвинта дозволяє проводити обробку на токарному верстаті без переустановок, а шліфування або полірування шийки виконується після термообробки [22]. Вибір стандартного різьблення $M16 \times 1,5$ є технологічно виправданим, оскільки забезпечує достатню міцність з'єднання при мінімальній трудомісткості нарізання. Гвинт виготовляється зі сталі 45, яка добре піддається як механічній, так і термічній обробці, зокрема гартуванню та відпуску, що дозволяє досягти необхідної твердості та зносостійкості різьбового елемента.

Захвати є одними з найбільш навантажених і конструктивно значущих деталей знімача. Їх геометрія передбачає криволінійний профіль, що забезпечує надійне зчеплення з деталями, які демонтуються. Заготовка для виготовлення захватів виконується з листової сталі товщиною 10 мм методом лазерного або плазмового різання, після чого виконується механічна дообробка отворів, крайок та контактних поверхонь. У разі серійного виробництва може бути застосовано штампування із наступними гартуванням та калібруванням.

Важелі мають прямолінійну форму з отворами для регулювання відстані між захватами. Їх технологічність зумовлена тим, що всі операції з обробки (розмітка, свердління, фрезерування торців) можуть виконуватися на звичайному фрезерному або координатно-свердлильному верстаті з мінімальною кількістю налаштувань. Використання симетричної конфігурації дозволяє зменшити кількість моделей, шаблонів та елементів програмного керування в разі використання верстатів з ЧПК.

Корпусна пластина також є технологічно нескладною деталлю. Вона виготовляється з листової сталі товщиною 10 мм, має прямокутну форму з отворами під осі [24]. Всі технологічні отвори можуть бути виконані свердлінням або лазерною порізкою. Її обробка не потребує складного устаткування, що дозволяє розміщувати виготовлення в умовах навіть малооснащених майстерень або на ділянках з обмеженим верстатним парком.

Вузли з'єднань реалізовані за допомогою вставних осей і стандартних шпонок або шплінтів. Така конструкція дозволяє зібрати пристрій без необхідності додаткового припасування або високоточного регулювання. Усі осі мають просту циліндричну форму і виготовляються на токарному верстаті з допуском грубого класу точності. Це дає змогу знизити витрати на виготовлення, зберігаючи при цьому функціональність з'єднання.

Крім того, конструкція дозволяє легко розібрати та обслуговувати пристрій, замінюючи зношені елементи без повного демонтажу або спеціального інструменту. Такий підхід суттєво підвищує ремонтпридатність виробу і позитивно впливає на експлуатаційні характеристики.

У результаті аналізу встановлено, що конструкція двозахватного знімача відповідає основним принципам технологічності:

- має мінімальну кількість унікальних деталей;
- не містить складнопрофільних поверхонь;
- допускає механічну обробку на універсальному обладнанні;
- уніфікована для різних типів кріплень і вузлів;
- легко піддається збірці, розбиранню і обслуговуванню.

Висновок: конструкція знімача розроблена з урахуванням сучасних вимог до технологічності. Вона забезпечує просте і економічне виготовлення у виробничих умовах будь-якого масштабу — від індивідуального виготовлення до дрібносерійного виробництва. Високий рівень уніфікації, симетричність деталей, простота складання та обслуговування підтверджують доцільність обраних конструкторських рішень і створюють умови для ефективного впровадження виробу у виробничу практику..

3.2 Опис технологічного процесу ремонту автомобіля з застосуванням знімача.

У процесі ремонту ходової частини автомобіля найбільш показовими є операції, пов'язані з демонтажем маточини переднього колеса, оскільки цей вузол часто встановлюється з натягом, зазнає інтенсивного зношення та вимагає високої точності при зніманні. Саме тому доцільно розглядати застосування двозахватного знімача саме на прикладі маточини — це дозволяє найповніше оцінити ефективність, конструктивну універсальність та технологічні переваги запропонованого інструменту в умовах сучасного сервісного обслуговування.

Маточина переднього колеса є важливою частиною ходової частини автомобіля, яка не лише забезпечує опору для обертання колеса, але й виконує функцію передавання навантаження між елементами підвіски, гальмівною системою та елементами приводу. У більшості конструкцій маточина

встановлюється на цапфу з мінімальним посадковим зазором або навіть з натягом, що забезпечує стабільність з'єднання. Така посадка, особливо після тривалої експлуатації, ускладнює демонтаж маточини через виникнення корозійних контактів, локального защемлення й залипання. Тому для забезпечення точного, безпечного та бездеформаційного знімання варто використовувати універсальний двозахватний знімач.



Рисунок 3.1. Початковий етап демонтажу маточини.

Технологічний процес демонтажу маточини складається з низки операцій, які реалізуються в суворій послідовності з урахуванням правил охорони праці, допусків на демонтаж, стану суміжних елементів та вимог до збереження посадкових поверхонь [28].

Ремонт починається з фіксації автомобіля на двостійковому підйомнику або спеціальному стенді. Демонтується переднє колесо, відкривається доступ до маточинного вузла. Гальмівний диск і супорт, залежно від конструкції, знімаються або зсуваються в сторону. Попередньо очищається зона навколо центральної гайки ШРУСа (якщо конструкція передбачає привід на колеса). За допомогою торцевого ключа викручується гайка, після чого звільняється фланець маточини. Далі застосовується розроблений знімачімача на фланець маточини переднього колеса. Захвати знімача охоплюють фланець або бурт маточини, фіксуючись у двох точках по діаметру. Центр гвинта, виготовлений зі сталі 45 із загартованим наконечником, встановлюється на центр цапфи, що забезпечує концентроване передавання зусилля в осьовому напрямку. Обертання гвинта за допомогою гайкового ключа створює силу витискання, поступово долаючи сили тертя, корозійне защемлення та натяг. При правильному встановленні знімача маточина виходить зі свого посадкового місця без перекосу або бокового зміщення.

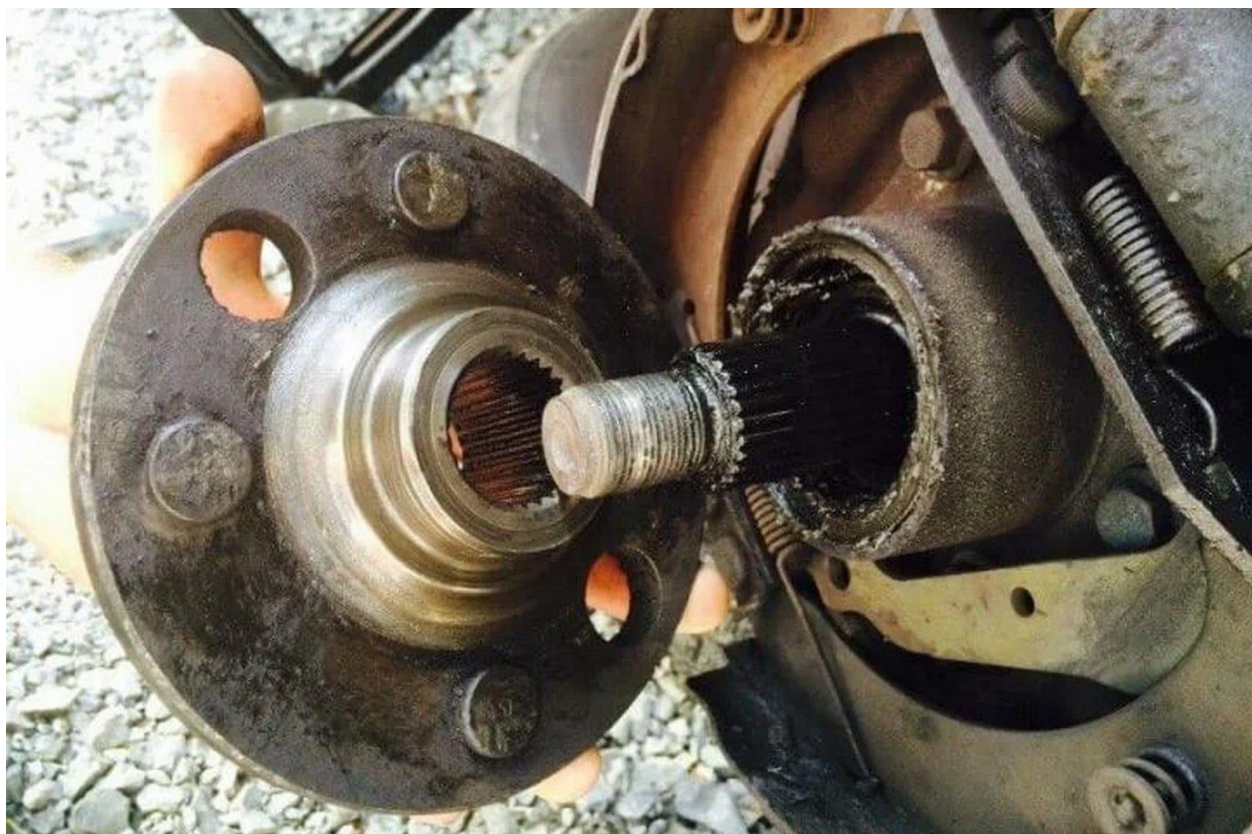


Рисунок 3.2. Знята маточина.

Конструкція знімача дозволяє точно регулювати міжзахватну відстань, що робить його універсальним для роботи з різними типами маточин. Гвинтовий механізм забезпечує поступове створення зусилля, яке при правильному використанні не перевищує допустимі межі для осі, втулки або підшипника. Завдяки великому кроку гвинта й ергономічній формі захватів, зусилля оператора значно зменшується, а сама операція не вимагає додаткових інструментів, окрім ручного ключа. Після вилучення маточини виконується її дефектування: перевіряється стан підшипника, чистота посадкової поверхні, зношення ущільнень. У конструкціях із вбудованим підшипником маточина підлягає повній заміні, у розбірних — демонтується внутрішнє кільце та замінюється окремо. Застосування знімача також можливе на цьому етапі: захвати фіксуються за внутрішній борт кільця, гвинт упирається в центр вала або обмежувач посадки.

Після очищення й нанесення мастила на посадочну поверхню виконується встановлення нової маточини, за потреби із застосуванням преса або монтажного пристрою. Завершальним етапом є встановлення елементів гальмівної системи, затягування всіх кріплень із дотриманням моментів, контроль відсутності люфту та перевірка обертання вивішеного колеса.

Використання універсального двозахватного знімача в цьому технологічному процесі забезпечує точний, контрольований демонтаж маточини, зменшує імовірність пошкодження компонентів і дозволяє зберегти геометрію та точність з'єднань. Це особливо важливо для легкових автомобілів із сучасними алюмінієвими поворотними кулаками, де порушення посадкової поверхні призводить до втрати точності встановлення та скорочення ресурсу.

У практиці СТО застосування такого знімача дозволяє скоротити час ремонту вузла в середньому на 40–50%, виключити необхідність демонтажу суміжних елементів (наприклад, приводу або важеля), а також підвищити якість і культуру обслуговування.

4.РОЗДІЛ. ОХОРОНА ПРАЦІ

4.1 Аналіз можливих небезпек при роботі зі знімачем.

Застосування універсального двозахватного знімача в процесі ремонту автомобільної ходової частини дозволяє значно полегшити демонтаж деталей, встановлених із натягом. Водночас, як і будь-який інструмент, який працює із зосередженим зусиллям, знімач створює низку потенційних небезпек, пов'язаних із неправильним використанням, недосконалістю конструкції, порушенням правил техніки безпеки, втомою матеріалів та іншими факторами. Проведення системного аналізу можливих небезпек є необхідною умовою забезпечення безпечного функціонування інструменту як у професійних умовах СТО, так і в аматорському середовищі.

Насамперед, до критичних загроз належить раптове вивільнення деталі, яка знаходиться під навантаженням. Це характерно для деталей, що встановлені у посадкове місце з натягом і утримуються силою тертя або через залипання від корозії. Під час демонтажу знімач створює поступове зростання осьового зусилля, яке, досягнувши певного значення, раптово долає силу опору, внаслідок чого деталь може вивільнитись з імпульсним рухом. Така ситуація супроводжується високою швидкістю від'єднання й значною кінетичною енергією, що становить ризик прямого удару по руці оператора, його обличчю або корпусу автомобіля [29]. У важкодоступних зонах підвіски або моторного відсіку такий зрив може мати особливо небезпечні наслідки.

Ще однією поширеною загрозою є перекіс або зісковзування захватів. Універсальний знімач передбачає змінну ширину фіксації, що створює вимоги до точного й симетричного встановлення лап. Якщо хоча б один захват не щільно прилягає до бурту або зафіксований на неробочій ділянці деталі, то в момент натискання сила буде спрямована з перекосом. Це може спричинити як зісковзування, так і часткове викривлення конструкції знімача. При цьому деталь може зміститися у бік, ударити по суміжних елементах або викликати

заклинювання. В окремих випадках таке зміщення провокує вторинні поломки, наприклад тріщини на цапфі, деформацію пильника або зняття шплінтів.

Небезпеку становить і неконтрольоване перевантаження елементів знімача, насамперед різьбової пари гвинта та корпусної пластини. Якщо під час демонтажу оператор перевищить допустимий момент обертання (наприклад, застосовуючи важільне подовження ключа), різьбова частина може зірватися, а корпусна деталь — тріснути або розійтися. Руйнування гвинта під навантаженням супроводжується миттєвим зменшенням осьового зусилля, внаслідок чого маточина або інший вузол миттєво зсувається. Це створює пряму загрозу не лише ушкодженням деталей, але й травмами оператора.

Крім того, відсутність візуального контролю стану знімача перед використанням є критичним фактором ризику. При багаторазовому використанні гвинта, особливо без регулярного змащування, різьбова пара піддається зносу, що знижує її вантажопідйомність і жорсткість. З часом на поверхні можуть з'явитись мікротріщини, наслідком чого стане втомне руйнування при наступному натисканні. Аналогічно, сталеві захвати, які зазнають згинальних навантажень, також схильні до появи залишкових деформацій, надривів і втрати геометрії. У реальній практиці не всі користувачі звертають увагу на ці дефекти, вважаючи, що знімач може служити необмежено довго, що є помилковим.

Також важливо врахувати техніко-організаційні небезпеки. Робота з інструментом зазвичай виконується у вивішеному положенні автомобіля, часто в умовах обмеженого простору, поганого освітлення, під кутом або в незручній позі. Таке середовище створює передумови для помилок у встановленні захватів, зміщення гвинта або неправильної оцінки сили обертання. У разі відсутності належної підготовки або досвіду механіка, інструмент може бути використаний неналежним чином, що посилює ймовірність нештатної ситуації. Особливо небезпечні випадки, коли оператор одночасно утримує вузол, знімач і ключ, не маючи можливості контролювати ситуацію двома руками.

Окрему увагу слід приділити використанню знімача у несправному або модифікованому стані. Часто у майстернях доводиться стикатися із «саморобними» знімачами, виготовленими кустарним способом без розрахунку на міцність або симетрію навантажень. Такі інструменти не гарантують безпеки і здатні вийти з ладу навіть за помірною зусилля. Крім того, небезпеку створює спроба адаптувати знімач не за призначенням — наприклад, для витиснення сайлентблоків, пружин або частин рульового механізму.

З метою мінімізації наведених ризиків обов'язковими є наступні заходи безпеки: ретельний візуальний огляд знімача перед кожним використанням, змащування гвинта для уникнення заклинювання, контроль обертового моменту, наявність захисного одягу, окулярів, робота лише на стабільній платформі, фіксація автомобіля стопорними упорами. Бажано також проводити періодичне технічне обслуговування інструменту, зокрема перевірку наявності люфтів, оцінку стану різьби та поверхневих тріщин.

У підсумку, аналіз можливих небезпек при експлуатації двозахватного знімача підтверджує необхідність дотримання комплексу організаційно-технічних заходів. Безпечне застосування цього інструменту потребує уважності, професійної підготовки, технічної справності обладнання та чіткого виконання інструкцій, що дає змогу не лише уникнути травм, але й забезпечити якісний ремонт ходової частини без пошкодження складових транспортного засобу.

4.2 Вимоги до безпечної експлуатації пристрою.

Для забезпечення безпечної експлуатації універсального двозахватного знімача необхідно дотримуватися комплексу вимог, які охоплюють як технічні, так і організаційні аспекти. Ці вимоги сформовані з урахуванням характеру навантажень, що діють на конструктивні елементи пристрою, можливих сценаріїв його використання, а також типових помилок, що трапляються у практиці слюсарно-монтажних робіт. Їх дотримання дозволяє не лише уникнути

травмування персоналу, але й запобігти руйнуванню вузлів автомобіля та самого інструменту.

У першу чергу, перед початком роботи зі знімачем необхідно перевірити його технічний стан. Візуально оглядаються захвати, гвинт, корпусна частина та кріпильні елементи на наявність тріщин, деформацій, ознак зношення або корозії. Різьбова частина гвинта повинна бути чистою, без задирок і слідів зриву, а обертання має відбуватися плавно, без заклинювань. Особливу увагу слід приділити перевірці наявності мастила в різьбовій парі, оскільки робота "всуху" значно підвищує зусилля і ризик пошкодження різьби. Установлення знімача на деталь має здійснюватися тільки на поверхні, що забезпечує надійне захоплення без зісковзування [30]. Заборонено фіксувати захвати за округлі, конічні або пошкоджені частини деталі. Центрування гвинта по осі деталі є обов'язковою умовою безпечного демонтажу. Будь-який перекіс при затягуванні може призвести до бокового зміщення сили, що загрожує зривом, перекосом чи поломкою інструменту.

Під час роботи забороняється перевищувати допустиме зусилля, зазначене у технічних характеристиках знімача. Застосування подовжувачів (наприклад, важеля на ключі), ударних методів обертання або використання пневматичного інструменту при роботі зі знімачем не допускається. Такі дії можуть спричинити перевантаження та вихід з ладу як інструмента, так і деталі, що знімається. Роботи зі знімачем повинні виконуватися у стабільному положенні транспортного засобу, з обов'язковим фіксуванням кузова на підйомнику або підставках. Забороняється проводити демонтаж вузлів, перебуваючи під вивішеним автомобілем без надійної страховки. Зона навколо місця роботи повинна бути вільною від сторонніх предметів і добре освітленою.

Працівник, який виконує демонтаж, повинен бути забезпечений засобами індивідуального захисту, зокрема захисними окулярами, рукавичками з посиленням захистом долоні, а також щільним спецодягом. Під час роботи обличчя слід тримати поза зоною можливого відскоку деталей. Рекомендується

уникати перебування напроти осі знімача в момент створення максимального зусилля.

Після завершення роботи знімач слід очистити від забруднень, протерти та зберігати у сухому приміщенні. Регулярне технічне обслуговування — змащення різьбових з'єднань, підтягування з'єднань, виявлення зношених елементів — є запорукою тривалої безпечної експлуатації. У разі виявлення дефектів або нестабільної роботи пристрою експлуатація повинна бути припинена до моменту усунення несправностей. Забороняється використовувати саморобні або змінені деталі без підтвердженого розрахунку на міцність.

Таким чином, дотримання вищезазначених вимог є обов'язковою умовою для ефективного й безпечного застосування знімача. Це не лише знижує ризик аварійних ситуацій і травм, а й підвищує ресурсність як самого інструменту, так і ремонтіваних елементів автомобіля.

РОЗДІЛ 5. ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

5.1 Визначення ефективності впровадження допоміжного обладнання в умовах СТО.

Ефективність проведення ремонтних робіт на станціях технічного обслуговування (СТО) значною мірою залежить від технічного оснащення робочих місць, зокрема — наявності допоміжного інструменту для демонтажу вузлів та агрегатів. У ході обслуговування ходової частини транспортних засобів часто виникає необхідність демонтажу деталей, встановлених із натягом або таких, що зазнали корозійного зчеплення з суміжними елементами. Це стосується, зокрема, маточин, підшипників, шарнірів рівних кутових швидкостей, сайлентблоків, кульових опор тощо [31]. Використання двозахватного знімача дозволяє суттєво підвищити ефективність виконання цих операцій. Порівняно з традиційними методами (використання кувалди, важелів, нагрівання чи пресового обладнання), застосування знімача забезпечує точне прикладення зусилля, уникнення пошкоджень поверхонь, зменшення трудомісткості, а також значне скорочення часу демонтажу.

Для кількісної оцінки ефективності розглянемо типовий приклад — демонтаж маточини переднього колеса. За відсутності спеціального інструменту операція потребує близько 0,8 нормо-години. Із застосуванням знімача цей показник скорочується до 0,3 нормо-години, що дозволяє заощадити 0,5 нормо-години на одному ремонті.

За умови виконання щодня 5 операцій, пов'язаних із демонтажем аналогічних вузлів, економія робочого часу становитиме:

$$0,5 \text{ год/операція} \times 5 \text{ операцій} = 2,5 \text{ нормо-години/день}$$

При вартості 1 нормо-години — 300 грн, щоденна економія становить:

$$2,5 \times 300 = 750 \text{ грн/день}$$

У річному обчисленні (250 робочих днів на рік):

$$750 \times 250 = 187\,500 \text{ грн/рік}$$

Крім прямої економії часу, додатковим показником ефективності є зменшення кількості пошкоджених деталей під час демонтажу. У середньому на 10 випадків нештатного демонтажу спостерігається до 2 випадків пошкодження деталі, що призводить до додаткових витрат на її заміну. Із застосуванням знімача кількість пошкоджень знижується щонайменше вдвічі, що дає змогу зменшити непродуктивні витрати ще на 5–10 %.

Окрім того, застосування знімача дозволяє:

- уникнути застосування ударного демонтажу, що знижує ризики травмування;
- зменшити загальний час простою автомобіля в зоні обслуговування;
- підвищити пропускну здатність СТО (додатково до 1–2 автомобілів щодня);
- покращити якість сервісу та рівень задоволеності клієнтів.

Таким чином, на основі як прямих економічних показників, так і супутніх експлуатаційних переваг, можна зробити висновок про високу ефективність впровадження двозахватного знімача в ремонтну практику СТО. Його використання забезпечує зменшення витрат часу і коштів, зниження аварійності демонтажу, збільшення ресурсу деталей, а також формує передумови для оптимізації технологічного процесу обслуговування.

5.2 Оцінка терміну окупності.

Оцінка економічної доцільності впровадження універсального двозахватного знімача ґрунтується на співвідношенні одноразових витрат на його виготовлення або придбання та щоденного фінансового ефекту від скорочення трудомістких операцій [33]. Умови експлуатації в СТО передбачають часте виконання операцій демонтажу деталей, встановлених з натягом або під впливом корозії, зокрема маточин, шарнірів, сайлентблоків,

рульових тяг тощо. Саме ці операції і становлять основу оцінки економічного ефекту.

Застосування знімача дозволяє скоротити час на типову демонтажну операцію в середньому на 0,5 нормо-години, а отже — зменшити витрати на оплату праці персоналу, прискорити обслуговування автомобілів та підвищити пропускну здатність СТО.

Розрахунок терміну окупності

Для визначення терміну окупності пристрою скористаємося класичною формулою:

$$T = \frac{C_0}{E_d}$$

де:

- C_0 — вартість виготовлення знімача (грн);
- E_d — економія коштів у середньому за один робочий день (грн).

Вхідні дані:

- Вартість виготовлення знімача: $C_0=3\,500$ грн;
- Економія за день (5 операцій $\times$ 0,5 год $\times$ 300 грн):

$$E_d=750 \text{ грн/день}$$

Підставляючи значення:

$$T=3\,500/750=4,67 \text{ робочих днів}$$

Отже, пристрій окупається менш ніж за п'ять повноцінних робочих днів, після чого починає приносити чистий прибуток.

Аналіз рентабельності.

Для глибшого аналізу також розрахуємо показник річної рентабельності інвестицій (ROI):

$$ROI=(E_p/C_0)\times 100\%$$

де $E_p=187\,500$ грн/рік — річна економія від використання знімача.

$$ROI=(187\,500/3\,500)\times 100\%\approx 5357\%$$

Це свідчить про винятково високу економічну ефективність: при вкладенні 3 500 грн, щорічний фінансовий зиск становить понад 50 разів більшу суму.

Навіть у найскромніших умовах завантаженості СТО, інвестиція у виготовлення або закупівлю універсального знімача є повністю виправданою. Мінімальні витрати, швидка окупність (менше тижня) та високий рівень економічного ефекту у поєднанні з технологічними перевагами пристрою формують стійке підґрунтя для його впровадження як стандартного інструменту в сучасній ремонтній практиці.

ВИСНОВКИ

У процесі виконання кваліфікаційної роботи було вирішено актуальне завдання підвищення ефективності ремонту ходової частини автомобілів шляхом розробки універсального двозахватного знімача. Детально проаналізовано конструктивні особливості ходової частини, визначено її основні функціональні вимоги та типові дефекти, що виникають під час експлуатації транспортного засобу. На основі цього встановлено найбільш поширені ремонтні операції, які потребують застосування спеціалізованого допоміжного обладнання.

Проведений аналіз існуючих конструкцій знімачів виявив низку недоліків, зокрема — обмежену універсальність, громіздкість або складність обслуговування. Це зумовило доцільність розробки власної конструкції, яка поєднує простоту, надійність і адаптивність до різних геометричних умов демонтажу. На основі порівняльного аналізу варіантів запропоновано принципову конструкцію двозахватного знімача, виконано розробку його складальних креслень і проведено розрахунки на міцність відповідальних елементів конструкції.

У технологічній частині оцінено придатність обраної конструкції до виготовлення за умов машинобудівного виробництва. Встановлено, що знімач може бути виготовлений із доступних конструкційних матеріалів із застосуванням стандартних технологічних процесів: механічної обробки, зварювання, термообробки. Сформовано загальні вимоги до організації ремонту з використанням пристрою та розглянуто приклад його застосування при демонтажі маточини колеса.

Питання охорони праці в розділі 4 розглянуто з точки зору аналізу потенційних виробничих небезпек, що можуть виникати при експлуатації знімача, а також визначено необхідні заходи безпеки та вимоги до персоналу. Це дозволяє забезпечити надійну, безпечну та ергономічну роботу пристрою в умовах СТО.

У заключному розділі виконано оцінку економічної ефективності впровадження знімача в роботу сервісного підприємства. Встановлено, що термін окупності конструкції становить менш як п'ять робочих днів, а річна економія ресурсів дає змогу підвищити рентабельність діяльності без необхідності в складних інвестиційних заходах

Загалом, виконана робота демонструє як інженерну, так і економічну доцільність розробки допоміжного знімача, що здатен підвищити ефективність ремонту ходової частини автомобілів, зменшити трудомісткість, покращити якість технічного обслуговування та безпеку праці персоналу. Отримані результати можуть бути рекомендовані для впровадження у виробничу практику станцій технічного обслуговування.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Туренко А. М. Технологічні основи сервісного обслуговування транспортних засобів: навч. посібник / А. М. Туренко, В. І. Клименко, В. С. Шевченко. – Харків: ХНАДУ, 2018. – 300 с.
2. Білоконь Я. Ю. Технологічне обладнання для технічного обслуговування та ремонту транспортних засобів: навч. посібник / Я. Ю. Білоконь, В. М. Тімков. – Харків: ХНАДУ, 2020. – 320 с.
3. Кузнецов А. С. Технологічне обладнання для обслуговування та ремонту транспортних засобів: підручник / А. С. Кузнецов, В. П. Лукін, С. М. Бочаров. – Київ: Техніка, 2018. – 368 с.
4. Сахно О. П. Технічна експлуатація транспортних засобів: навч. посібник / О. П. Сахно, Д. М. Колодій. – Кривий Ріг: Видавець ФОП Чернявський Д.О., 2019. – 400 с.
5. Клименко В. І. Організація та технологія технічного сервісу транспортних засобів: навч. посібник / В. І. Клименко, О. М. Юхимчук. – Рівне: НУВГП, 2020. – 280 с.
6. Кравченко О. П. Метрологія, стандартизація та сертифікація на автомобільному транспорті: підручник / О. П. Кравченко, В. В. Верба. – Житомир: ЖДТУ, 2020. – 400 с.
7. ДСТУ 3649:2010. Колісні транспортні засоби. Вимоги щодо безпечності технічного стану та методи контролювання. [Чинний від 2011-07-01]. Вид. офіц. Держспоживстандарт України, 2011. – 28 с.
8. Волков В. П. Технічне обслуговування та ремонт транспортних засобів: підручник / В. П. Волков, О. П. Сакно, В. П. Кужель. – Запоріжжя: ЗНУ, 2021. – 520 с.
9. Бідняк М. Н. Виробничі системи на транспорті: теорія і практика: навч. посібник / М. Н. Бідняк, В. В. Біліченко. – Вінниця: ВНТУ, 2021. – 280 с.

10. Дьяков І. Ф. Конструкція та розрахунок автомобільних підйомників: монографія / І. Ф. Дьяков, В. М. Ніколенко. – Дніпро: ДВНЗ "НГУ", 2020. – 180 с.
11. Бондаренко С. В. Технологічне обладнання для технічного обслуговування та ремонту транспортних засобів: підручник / С. В. Бондаренко, В. І. Дирда. – Кривий Ріг: Видавець ФО-П Чернявський Д.О., 2019. – 480 с.
12. Савуляк В. В. Технічний сервіс транспортних засобів: навч. посібник / В. В. Савуляк, О. В. Сокур. – Вінниця: ВНТУ, 2019. – 200 с.
13. Марков О. Д. Станції технічного обслуговування транспортних засобів: підручник / О. Д. Марков. – Київ: Кондор, 2018. – 536 с.
14. Горбань В. Б. Ресурсозберігаючі технології технічного обслуговування транспортних засобів: навч. посібник / В. Б. Горбань, О. В. Сакно. – Дніпро: ДВНЗ "НМетАУ", 2020. – 220 с.
15. Лудченко О. А. Технічне обслуговування і ремонт транспортних засобів: організація і управління: підручник / О. А. Лудченко. – Київ: Знання, 2018. – 480 с.
16. Бабин І. А. Розрахунок та конструювання обладнання для ТО та ремонту транспортних засобів: навч. посібник / І. А. Бабин, О. М. Куницький. – Рівне: НУВГП, 2021. – 320 с.
17. Бондаренко Є. В. Технологічні процеси технічного обслуговування транспортних засобів: навч. посібник / Є. В. Бондаренко, В. П. Кужель. – Вінниця: ВНТУ, 2020. – 180 с.
18. Сорокін В. М. Конструкція та розрахунок стендів для ремонту транспортних засобів: монографія / В. М. Сорокін, І. В. Колеснік. – Київ: Видавничий дім "Кондор", 2019. – 200 с.
19. Акімов О. В. Технічна експлуатація транспортних засобів: підручник / О. В. Акімов, В. М. Павлов. – Дніпро: Середняк Т.К., 2019. – 500 с.
20. Савчук В. П. Організація та технологія технічного сервісу машин: навч. посібник / В. П. Савчук. – Київ: Видавничий центр НУБіП України, 2019. – 368 с.

21. Білякович М. О. Проектування станцій технічного обслуговування транспортних засобів: навч. посібник / М. О. Білякович, І. С. Березницький. – Київ: НТУ, 2019. – 256 с.
22. Внукова Н. В. Екологічна безпека автотранспортних підприємств: навч. посібник / Н. В. Внукова, О. І. Позднякова. – Харків: ХНАДУ, 2019. – 200 с.
23. Марков О. Д. Станції технічного обслуговування транспортних засобів: підручник / О. Д. Марков. – Київ: Кондор, 2018. – 536 с.
24. Гулевський В. Б. Проектування СТО. Технологічне обладнання: навч. посібник / В. Б. Гулевський, О. А. Дюжаєв. – Запоріжжя: ЗНТУ, 2020. – 280 с.
25. Сахно В. П. Ергономіка та дизайн автосервісу: навч. посібник / В. П. Сахно, В. М. Поляков. – Київ: Кондор, 2018. – 240 с.
26. Мельник М. С. Сучасні технології ремонту транспортних засобів: монографія / М. С. Мельник, В. М. Чайка, С. В. Лайко. – Харків: ХНАДУ, 2018. – 240 с.
27. Бідняк М. Н. Технологічне проектування підприємств автосервісу: навч. посібник / М. Н. Бідняк, В. В. Чернишов. – Київ: Освіта України, 2018. – 240 с.
28. Марчук М. М. Сучасні методи відновлення деталей транспортних засобів: монографія / М. М. Марчук, В. В. Краснов. – Рівне: НУВГП, 2019. – 180 с.
29. Закон України “Про охорону праці” / Законодавство України про охорону праці. - К. Нова редакція 2002 р.
30. ДСТУ ОHSAS 18001:2010 «Системи управління безпекою та гігієною праці. Вимоги»
31. Кириленко О. А. Техніко-економічне обґрунтування інженерних рішень: навч. посібник. – Львів: ЛНТУ, 2019. – 212 с.
32. Савицька Г. В. Аналіз господарської діяльності підприємства: підручник. – Київ: Нове знання, 2020. – 400 с.
33. Грінько Т. І. Економіка підприємства: навч. посібник. – Київ: Центр учбової літератури, 2021. – 376 с.