

Міністерство освіти і науки України
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя
(повне найменування вищого навчального закладу)
Інженерії машин, споруд та технологій
(назва факультету)
Автотранспорту та логістики
(повна назва кафедри)

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня

Бакалавр

(назва освітнього ступеня)

на тему: Технологічний процес ремонту та відновлення маточини переднього колеса автомобіля Opel Vectra II

Виконав: студент 4 курсу, групи МА-41
спеціальності 274

«Автомобільний транспорт»

(шифр і назва спеціальності)

Владислав ОРЛИТА
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник Андрій ГУПКА
(підпис) (прізвище та ініціали)

Нормоконтроль Роман ХОРОШУН
(підпис) (прізвище та ініціали)

Зав. кафедри Олег ЦЬОНЬ
(підпис) (прізвище та ініціали)

Рецензент
(підпис) (прізвище та ініціали)

м. Тернопіль – 2026

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

Кафедра Кафедра автотранспорту та логістики
(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 Орліті Владиславу Володимировичу
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Технологічний процес ремонту та відновлення маточини переднього колеса автомобіля Opel Vectra II

Керівник роботи Гупка Андрій Богданович к.т.н., доцент
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Затверджені наказом ректора від «21» січня 2026 року № 4/9-40

2. Термін подання студентом завершеної роботи 8 червня 2026

3. Вихідні дані до роботи Базовий технологічний процес ремонту маточини переднього колеса автомобіля Opel Vectra II

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)

Загальна схема маточини переднього колеса автомобіля Opel Vectra II – А1;

Аналіз характерних дефектів маточини переднього колеса – А1;

Схема технологічного процесу відновлення маточини переднього колеса – А1;

Операційно-технологічна карта відновлення маточини переднього колеса – А1;

Гідравлічний пристрій для демонтажу підшипників маточини. загальний вигляд – А1;

Деталювання гідравлічного пристрою для демонтажу підшипників маточини – А1;

6. Консультанти розділів роботи

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

7. Дата видачі завдання 21 січня 2026р.**КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН**

№ з/п	Назва етапів роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Загально-технічний розділ	29.01.2026	
2	Технологічний розділ	12.02.2026	
3	Конструкторський розділ	04.06.2026	
4	Безпека життєдіяльності, основи охорони праці	11.06.2026	
5	Оформлення графічної частини	12.06.2026	
6	Захист кваліфікаційної роботи бакалавра		

Студент

_____ (підпис)

Владислав ОРЛІТА

_____ (прізвище та ініціали)

Керівник роботи

_____ (підпис)

Андрій ГУПКА

_____ (прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка до бакалаврської кваліфікаційної роботи на тему: «Відновлення маточини переднього колеса автомобіля Opel Vectra 2».

Робота складається із вступу, чотирьох розділів, висновків, списку використаних джерел та графічної частини.

У загальнотехнічному розділі розглянуто призначення, конструкцію та принцип роботи маточини переднього колеса автомобіля Opel Vectra 2, проаналізовано умови роботи, навантаження та характерні дефекти деталі. Виконано аналіз сучасних способів відновлення маточин і конструкцій існуючих знімачів підшипників.

У технологічному розділі розроблено технологічний процес відновлення маточини переднього колеса, наведено перелік дефектів, способів їх усунення та послідовність виконання ремонтно-відновлювальних операцій.

У конструкторському розділі розроблено гідравлічний пристрій для демонтажу підшипників маточини, виконано вибір конструктивної схеми, проведено розрахунок зусилля випресування, вибір гідроциліндра, перевірочні розрахунки елементів конструкції на міцність та наведено техніко-економічні переваги його використання.

У розділі охорони праці та безпеки життєдіяльності проаналізовано небезпечні та шкідливі виробничі фактори, виконано розрахунки освітлення та вентиляції ремонтної дільниці, розроблено заходи щодо забезпечення безпечних умов праці.

Результатом роботи є удосконалений технологічний процес відновлення маточини переднього колеса та розроблений гідравлічний пристрій, який забезпечує зниження трудомісткості ремонтних робіт, скорочення часу демонтажу підшипників та підвищення якості ремонту.

ЗМІСТ

РЕФЕРАТ	4
ЗМІСТ	5
ВСТУП	7
1 ЗАГАЛЬНО-ТЕХНІЧНИЙ РОЗДІЛ	8
1.1 Призначення, конструкція та принцип роботи маточини переднього колеса автомобіля Opel Vectra 2	8
1.2 Умови роботи та навантаження, що діють на маточину переднього колеса	10
1.3 Аналіз характерних дефектів та причин виходу маточини з ладу	12
1.4 Аналіз сучасних технологічних методів відновлення маточин	14
1.5 Аналіз існуючих конструкцій пристроїв для демонтажу підшипників маточини	16
1.5.1 Механічні двозахоплюючі знімачі	17
1.5.2 Механічні тризахоплюючі знімачі	18
1.5.3 Гідравлічні знімачі	19
1.5.4 Порівняльний аналіз конструкцій знімачів	20
2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ	22
2.1 Розробка технологічного процесу відновлення маточини переднього колеса автомобіля	22
2.2 Технологічний процес ремонту маточини переднього колеса	27
2.3 Обґрунтування вибору способу відновлення маточини	33
3 КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ	36
3.1 Технічне завдання на розробку пристрою	36
3.2 Опис конструкції пристрою для демонтажу кілець підшипників	38
3.3 Принцип роботи пристрою	42
3.4 Вибір матеріалів основних деталей пристрою	44
3.5 Конструкторські розрахунки основних силових елементів пристрою	46
3.5.1 Розрахунок зусилля випресування підшипника	46

3.5.2 Вибір гідроциліндра пристрою	48
3.5.3 Розрахунок знімних лапок пристрою на міцність	50
3.5.4 Розрахунок пальців та болтових з'єднань	51
3.6 Переваги використання розробленого пристрою	52
3.7 Вибір контрольно-вимірювального інструменту	54
4 БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ ТА ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ	57
4.1 Аналіз небезпечних та шкідливих виробничих факторів при відновленні маточини переднього колеса автомобіля	57
4.2 Розрахунок виробничого освітлення ремонтної ділянки	58
4.3 Розрахунок вентиляції та заходи безпеки при експлуатації розробленого пристрою	60
ВИСНОВКИ	62
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	63

ВСТУП

Автомобільний транспорт є однією з найважливіших складових транспортної системи держави та забезпечує значну частину вантажних і пасажирських перевезень. Надійність, безпека та економічність експлуатації автомобілів значною мірою залежать від технічного стану їх вузлів і агрегатів. У процесі експлуатації деталі автомобілів зазнають дії механічних навантажень, вібрацій, температурних впливів та агресивного навколишнього середовища, що призводить до їх поступового зношування та втрати працездатності.

Одним із відповідальних елементів ходової частини автомобіля є маточина переднього колеса. Вона забезпечує кріплення колеса, передачу крутного моменту від трансмісії до ведучого колеса, сприйняття радіальних та осьових навантажень, а також взаємодіє з підшипниковим вузлом. Від технічного стану маточини безпосередньо залежить безпека руху автомобіля, його керованість та довговічність елементів підвіски.

У процесі експлуатації маточина піддається впливу значних змінних навантажень, ударів від нерівностей дорожнього покриття, корозійних процесів та абразивного зношування. Найбільш характерними дефектами є зношення посадочних поверхонь під підшипники, пошкодження поверхонь кріплення колеса, деформація отворів під шпильки та утворення втомних тріщин. У результаті виникає необхідність виконання ремонтно-відновлювальних робіт.

Відновлення зношених деталей є важливим напрямком сучасного ремонтного виробництва, оскільки дозволяє зменшити витрати на технічне обслуговування та ремонт автомобілів, скоротити споживання металу та підвищити ефективність використання матеріальних ресурсів. Значний економічний ефект досягається завдяки застосуванню сучасних способів відновлення та спеціалізованих пристроїв для виконання ремонтних операцій.

1 ЗАГАЛЬНО – ТЕХНІЧНИЙ РОЗДІЛ

1.1 Призначення, конструкція та принцип роботи маточини переднього колеса автомобіля Opel Vectra II

Маточина переднього колеса є одним із основних елементів ходової частини автомобіля, який призначений для забезпечення надійного кріплення колеса, передачі крутного моменту від приводу до ведучого колеса, сприйняття радіальних та осьових навантажень, а також забезпечення обертального руху колеса відносно нерухомих елементів підвіски. Від технічного стану маточини значною мірою залежать безпечність руху транспортного засобу, стійкість автомобіля, точність керування та довговічність елементів ходової частини.

У конструкції автомобіля Opel Vectra 2 маточина переднього колеса входить до складу ступичного вузла і розташовується у поворотному кулаку передньої підвіски. Вона взаємодіє з підшипниками кочення, приводним валом, гальмівним диском, кріпильними елементами колеса та іншими деталями вузла. Конструктивно маточина являє собою металеву деталь складної форми, що містить посадочні поверхні під підшипники, фланець для кріплення гальмівного диска та колеса, а також отвори або шпильки для монтажу колеса.

Під час роботи автомобіля на маточину діють значні механічні навантаження, які виникають внаслідок передачі маси транспортного засобу, впливу дорожніх нерівностей, гальмівних сил та крутного моменту приводу колеса. Радіальні навантаження виникають під дією ваги автомобіля і сил взаємодії колеса з дорожнім покриттям, а осьові навантаження виникають під час проходження поворотів, гальмування та прискорення транспортного засобу.

Конструкція маточинного вузла переднього колеса автомобіля Opel Vectra 2 передбачає використання підшипників кочення, які забезпечують плавне обертання колеса та зменшення втрат енергії на тертя. Підшипники встановлюються у посадочні місця поворотного кулака та маточини із забезпеченням необхідних посадок і натягів. Крім цього, на фланці маточини

встановлюється гальмівний диск, який під час взаємодії з гальмівними колодками створює гальмівний момент, необхідний для зменшення швидкості руху автомобіля або його повної зупинки.

Принцип роботи маточини полягає у передачі крутного моменту від приводного валу до колеса та забезпеченні його обертання за допомогою підшипникового вузла. Під час руху автомобіля крутний момент через шліцьове з'єднання передається від шарніра рівних кутових швидкостей до маточини, а від неї – до колеса. Одночасно підшипники забезпечують сприйняття навантажень та зменшення опору обертанню. У процесі експлуатації поверхні маточини піддаються дії змінних механічних навантажень, вібрацій, ударних впливів, температурних перепадів та абразивного середовища, що з часом призводить до появи дефектів і необхідності проведення ремонтно-відновлювальних робіт.

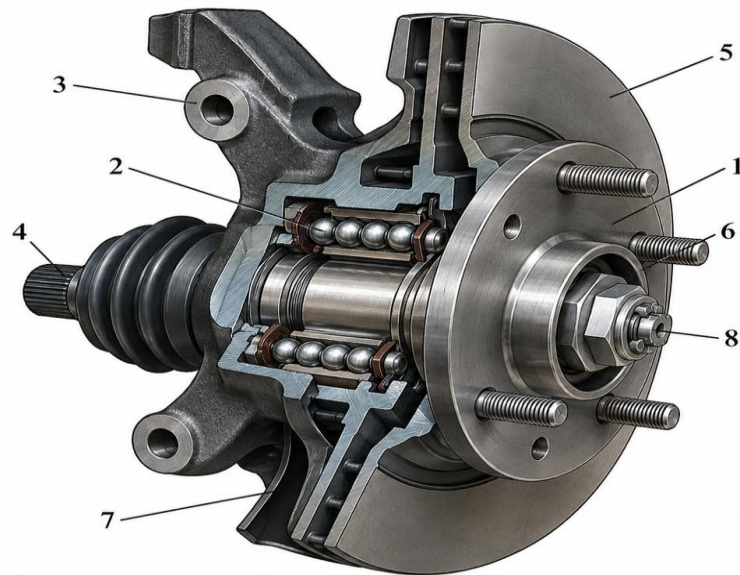


Рисунок 1.1 – Конструкція маточини переднього колеса автомобіля Opel Vectra 2

1 – маточина; 2 – підшипник; 3 – поворотний кулак; 4 – приводний вал; 5 – гальмівний диск; 6 – шпильки кріплення колеса; 7 – захисний кожух; 8 – гайка кріплення маточини.

1.2 Умови роботи та навантаження, що діють на маточину переднього колеса

Маточина переднього колеса автомобіля є відповідальним елементом ходової частини, який у процесі експлуатації працює в умовах дії складного комплексу механічних, теплових та зовнішніх факторів. У процесі руху транспортного засобу на маточину передаються різноманітні навантаження, що мають змінний характер і суттєво впливають на її довговічність та працездатність. Характер навантажень визначається умовами експлуатації автомобіля, якістю дорожнього покриття, швидкістю руху, режимами прискорення і гальмування, а також конструктивними особливостями підвіски та ступичного вузла.

Під час роботи на маточину діють статичні та динамічні навантаження. Статичні навантаження обумовлені власною масою автомобіля та розподілом навантаження між колесами. Вони мають відносно постійний характер і створюють радіальне навантаження на підшипниковий вузол. Динамічні навантаження виникають під час руху автомобіля внаслідок зміни швидкості, розгону, гальмування та проходження поворотів. Їх величина може значно перевищувати статичні навантаження, що призводить до збільшення контактних напружень у вузлі.

Крім цього, під час руху автомобіля по нерівностях дорожнього покриття виникають ударні навантаження, які передаються від колеса через маточину до елементів підвіски. Ударні навантаження мають короткочасний характер, але можуть досягати значних величин, спричиняючи локальні перевантаження матеріалу, появу залишкових деформацій та утворення втомних тріщин.

У процесі експлуатації маточина також піддається дії вібрацій, які виникають внаслідок нерівномірності дорожнього покриття, дисбалансу коліс, неточності складання вузла або зношування деталей підвіски. Тривала дія вібрацій сприяє послабленню різьбових з'єднань, виникненню додаткових циклічних навантажень та прискоренню процесів руйнування матеріалу.

Важливим фактором є контактні напруження, що виникають у місцях взаємодії маточини з підшипниками, посадковими поверхнями та кріпильними елементами. Контактні навантаження мають локальний характер і можуть викликати пластичну деформацію поверхневих шарів матеріалу, контактну втому та поступове зношення робочих поверхонь.

На технічний стан маточини також впливають зовнішні фактори середовища. Потрапляння води та дорожнього пилю в зону контакту призводить до виникнення корозійних процесів та збільшення інтенсивності абразивного зношення. Особливо несприятливим є проникнення частинок піску та дрібних твердих включень у зону роботи підшипників. Крім того, під час гальмування температура вузла може значно зростати через нагрівання гальмівного диска, що викликає температурні деформації та зміну властивостей мастильного матеріалу.

Основними факторами, які прискорюють зношення маточини переднього колеса, є недостатня герметичність вузла, порушення режимів мащення, перевантаження автомобіля, незадовільний стан дорожнього покриття, неправильне регулювання підшипників, порушення технології монтажу та тривала експлуатація транспортного засобу в несприятливих умовах.

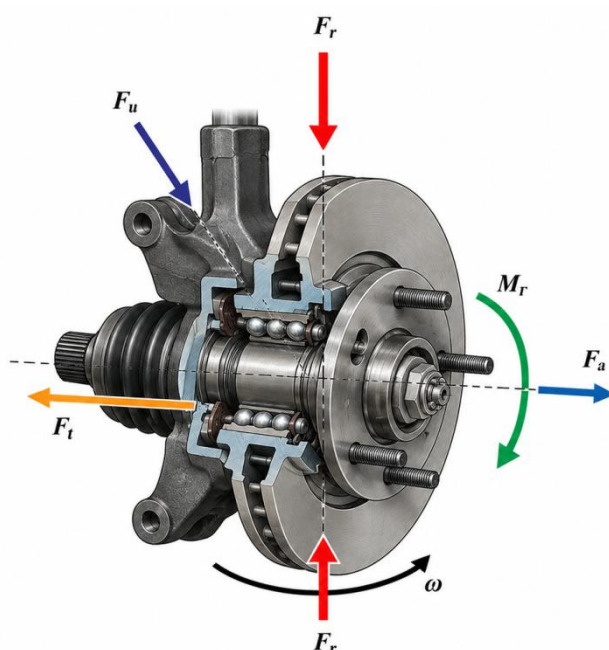


Рисунок 1.2 – Схема навантажень, що діють на маточину переднього

колеса

F_r – радіальне навантаження від маси автомобіля; F_a – осьове навантаження при русі в повороті; F_t – сила передачі крутного моменту; F_u – ударне навантаження від нерівностей дороги; M_g – гальмівний момент; ω – напрямок обертання колеса.

1.3 Аналіз характерних дефектів та причин виходу маточини з ладу

У процесі експлуатації автомобіля маточина переднього колеса працює в умовах складного навантаженого стану та постійного впливу механічних, теплових і зовнішніх факторів навколишнього середовища. Зміна режимів руху автомобіля, нерівномірність дорожнього покриття, дія ударних навантажень, забруднення та інтенсивна робота вузла призводять до поступового погіршення технічного стану деталі та виникнення різних видів пошкоджень.

Одним із найбільш поширених дефектів маточини є абразивне зношення. Воно виникає внаслідок проникнення в зону контакту твердих частинок пилу, піску, продуктів зношування та інших абразивних включень. У результаті відбувається механічне руйнування поверхневих шарів металу, що супроводжується збільшенням шорсткості поверхонь та поступовою зміною геометричних розмірів посадкових місць. Найбільш інтенсивно абразивне зношення проявляється на поверхнях встановлення підшипників, посадочних поверхнях гальмівного диска та отворах кріплення.

Важливим видом руйнування є втомне руйнування матеріалу, яке виникає під дією багаторазових змінних навантажень. Під час руху автомобіля на маточину постійно діють циклічні сили різної величини, що викликають появу внутрішніх напружень у матеріалі. При тривалому впливі циклічних навантажень у поверхневих та підповерхневих шарах металу виникають мікротріщини, які з часом збільшуються та можуть спричинити руйнування деталі.

Одним із наслідків втомних процесів є утворення тріщин, які переважно

виникають у місцях концентрації напружень. Такими зонами є переходи між різними геометричними поверхнями, отвори під кріпильні елементи, а також зона фланця маточини. Поява тріщин суттєво знижує міцність деталі та може призвести до аварійного руйнування вузла під час експлуатації транспортного засобу.

У процесі експлуатації маточини часто спостерігається деформація посадкових поверхонь. Даний дефект виникає внаслідок дії надмірних навантажень, неправильного монтажу підшипників або порушення режимів роботи вузла. Втрата геометричної точності посадкових поверхонь призводить до порушення посадок підшипників, появи биття колеса та збільшення навантаження на елементи підвіски.

Крім механічних пошкоджень, маточина піддається корозійному руйнуванню, яке виникає під впливом вологи, атмосферних опадів, дорожніх реагентів та агресивних середовищ. Корозія спричиняє появу локальних пошкоджень поверхні, утворення раковин, погіршення механічних властивостей металу та прискорення процесів зношення.

Характерним дефектом також є зношення та деформація отворів під шпильки кріплення колеса. Причиною виникнення такого пошкодження може бути послаблення затягування колісних болтів, дія вібрацій, перевантаження транспортного засобу або тривала експлуатація автомобіля. У результаті збільшується діаметр отворів, порушується центрування колеса та знижується надійність його кріплення. Для наочності основні характерні дефекти маточини переднього колеса представлено у вигляді схеми.



Рисунок 1.3 – Характерні дефекти маточини переднього колеса

1 – тріщини фланця маточини; 2 – зношення поверхні встановлення диска колеса; 3 – зношення посадочних поверхонь під підшипники; 4 – деформація та зношення отворів під шпильки; 5 – корозійні пошкодження поверхні.

1.4 Аналіз сучасних технологічних методів відновлення маточин

У процесі експлуатації автомобілів маточини коліс піддаються інтенсивному механічному та тепловому навантаженню, що призводить до виникнення різноманітних дефектів: зношення посадкових поверхонь, утворення тріщин, деформацій, корозійних пошкоджень та інших видів руйнувань. Для забезпечення відновлення працездатності деталей застосовуються різні технологічні методи ремонту, вибір яких залежить від характеру дефекту, матеріалу деталі, величини зношення та економічної доцільності виконання ремонтних робіт.

Одним із найбільш поширених способів відновлення деталей є наплавлення, яке полягає у нанесенні додаткового шару металу на зношену поверхню деталі. Наплавлення дозволяє компенсувати втрату матеріалу та відновити геометричні параметри деталі. Основними перевагами цього способу є можливість відновлення значних величин зношення, висока міцність

з'єднання та відносно невисока собівартість ремонту. Недоліком є виникнення температурних деформацій і необхідність подальшої механічної обробки поверхонь.

Іншим способом є металізація, яка передбачає нанесення металевого покриття на поверхню деталі шляхом розпилення розплавленого металу потоком стисненого повітря або газу. Цей метод дозволяє відновлювати посадочні поверхні з невеликим зношенням та забезпечує високу швидкість виконання робіт. Перевагою металізації є незначне теплове навантаження на деталь, проте отримані покриття можуть мати пористу структуру та меншу міцність зчеплення.

Для відновлення поверхонь деталей також застосовується електроконтактне відновлення, яке ґрунтується на локальному нагріванні поверхні в зоні контакту під дією електричного струму. Даний метод характеризується незначною зоною термічного впливу та високою продуктивністю. Електроконтактний спосіб широко використовується для відновлення деталей з невеликим ступенем зношення та дозволяє зменшити ймовірність деформації деталі.

Поширеним способом ремонту є газотермічне напилення, при якому на поверхню наноситься шар порошкового матеріалу або металевого дроту. Метод забезпечує високу зносостійкість відновлених поверхонь та дозволяє використовувати різні композиційні матеріали. Недоліком даного способу є необхідність застосування спеціального обладнання та ретельної підготовки поверхні.

При ремонті посадочних поверхонь маточини широко використовують ремонтні втулки, які встановлюються на попередньо оброблені поверхні деталі. Такий метод характеризується простотою виконання, невисокою вартістю та забезпечує достатню точність відновлення. Недоліком способу є обмежена можливість застосування при значному зношенні або складній геометрії деталі.

Завершальним етапом більшості ремонтних процесів є механічна обробка, яка використовується для забезпечення необхідних геометричних

параметрів, точності та шорсткості поверхонь. До основних видів механічної обробки належать точіння, шліфування, розточування та хонінгування. Механічна обробка самотійно не дозволяє компенсувати значні втрати матеріалу, однак є необхідною складовою більшості технологічних процесів відновлення.

Для вибору найбільш доцільного способу ремонту маточини переднього колеса проведено порівняльний аналіз основних методів відновлення (табл. 1.1).

Таблиця 1.1 – Порівняльний аналіз методів відновлення маточин

Метод відновлення	Переваги	Недоліки	Рекомендоване застосування
Наплавлення	Відновлення значних зношень, висока міцність	Температурні деформації, потреба механічної обробки	Відновлення посадочних поверхонь і тріщин
Металізація	Невеликий нагрів деталі, висока продуктивність	Менша міцність покриття	Поверхні з незначним зношенням
Електроконтактне відновлення	Мала зона термічного впливу, висока продуктивність	Складність обладнання	Деталі з малими величинами зношення
Газотермічне напилення	Висока зносостійкість покриття	Висока вартість обладнання	Відновлення відповідальних поверхонь
Ремонтні втулки	Простота виконання, низька вартість	Обмежена область застосування	Посадочні поверхні
Механічна обробка	Висока точність	Не компенсує значні зношення	Завершальна обробка

1.5 Аналіз існуючих конструкцій пристроїв для демонтажу підшипників маточини

Під час виконання ремонтних робіт, пов'язаних із демонтажем підшипників маточини переднього колеса, важливе значення має застосування

спеціальних пристроїв, які забезпечують необхідне зусилля випресування без пошкодження деталей вузла. Використання спеціалізованих знімачів дозволяє зменшити трудомісткість ремонтних робіт, скоротити час виконання операцій, підвищити якість ремонту та забезпечити безпечні умови праці.

Сучасні конструкції знімачів відрізняються типом приводу, конструкцією захватів, способом створення робочого зусилля та сферою використання. Для вибору найбільш доцільного конструктивного рішення проведено аналіз існуючих пристроїв для демонтажу підшипників маточини.

1.5.1 Механічні двозахоплюючі знімачі

Механічні двозахоплюючі знімачі є одним із найбільш поширених типів пристроїв, які використовуються для демонтажу підшипників, шестерень та інших деталей, встановлених із натягом. Створення зусилля демонтажу здійснюється за рахунок різьбового механізму, при обертанні якого виникає осьова сила випресування.

Прикладом такого пристрою є механічний двозахоплюючий знімач ВУСО 16/1. Особливістю даної конструкції є наявність змінних лапок, що дозволяє працювати з деталями різного діаметра. Конструкція передбачає можливість перестановки захватів, завдяки чому знімач може використовуватись як для зовнішнього, так і для внутрішнього захоплення деталей.

До переваг механічних двозахоплюючих знімачів належать:

- простота конструкції;
- невелика маса; – універсальність використання;
- невисока вартість.

Недоліки:

- обмежене зусилля демонтажу;
- можливість перекосу під час роботи;
- необхідність прикладання значних фізичних зусиль оператором.



Рисунок 1.4 – Механічний двозахоплюючий знімач BUCO 16/1

1.5.2 Механічні тризахоплюючі знімачі

Для забезпечення більш рівномірного розподілу навантаження під час демонтажу деталей використовують тризахоплюючі конструкції знімачів. Наявність трьох точок опори дозволяє підвищити стійкість пристрою та зменшити ймовірність перекосу.

Представником даного типу обладнання є знімач Ombra A90034 та JTC-35143. Конструкції цих пристроїв мають змінні або універсальні лапки, що дозволяє використовувати їх для демонтажу деталей різних типорозмірів.

Основні переваги таких пристроїв:

- більш рівномірний розподіл навантаження;
- покращене центрування;
- менша ймовірність зриву захватів;
- можливість роботи з деталями різного діаметра.

Недоліки:

- збільшення габаритів конструкції;
- складність роботи в обмеженому просторі;
- недостатнє зусилля при демонтажі деталей із великим натягом.



Рисунок 1.5 – Механічний тризахоплюючий знімач Ombra A90034



Рисунок 1.6 – Механічний тризахоплюючий знімач JTC-35143

1.5.3 Гідравлічні знімачі

Гідравлічні знімачі використовуються для демонтажу деталей, встановлених із великими натягами, коли механічні пристрої незабезпечують необхідного зусилля. Принцип роботи гідравлічних знімачів ґрунтується на створенні високого тиску робочої рідини, яка передає зусилля на шток гідроциліндра.

Прикладом такого обладнання є гідравлічний знімач СГ-5, який забезпечує зусилля випресування до 5т. Дана конструкція знімача має самоцентрування та дозволяє виконувати демонтаж підшипників без ударного навантаження.

Основні переваги гідравлічних знімачів:

- велике зусилля випресування;

- висока плавність роботи;
- зменшення фізичного навантаження на оператора;
- висока надійність процесу демонтажу.

До недоліків можна віднести:

- більшу складність конструкції;
- вищу вартість;
- необхідність технічного обслуговування гідравлічної системи.



Рисунок 1.7 – Гідравлічний знімач СГ-5

1.5.4 Порівняльний аналіз конструкцій знімачів

Для вибору найбільш ефективної конструкції пристрою виконано порівняльний аналіз існуючих знімачів за основними технічними характеристиками (табл. 1.2).

Таблиця 1.2 – Порівняльний аналіз конструкцій знімачів

Модель	Тип приводу	Кількість захватів	Максимальне зусилля, т	Переваги	Недоліки
BUCO 16/1	Механічний	2	3,5	Універсальність, змінні лапки	Можливий перекіс
Ombra A90034	Механічний	3	3	Стійкість та центрування	Більші габарити
ЛТС-	Механічний	3	3,5	Рівномірне	Працює в

35143				навантаження	обмежено му діапазоні
СГ-5	Гідравлічний	3	5	Велике зусилля демонтажу	Складніша конструкц ія

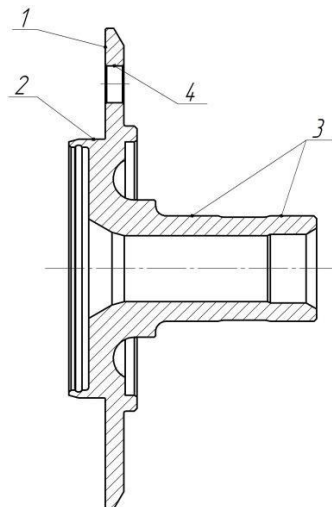
Проведений аналіз показує, що гідравлічні конструкції знімачів забезпечують найбільше зусилля демонтажу та найкращу стабільність процесу випресування підшипників. Водночас механічні знімачі мають простішу конструкцію та меншу вартість. З урахуванням умов виконання ремонтних робіт та необхідності забезпечення високого зусилля демонтажу доцільним є використання гідравлічного принципу роботи при розробці вдосконаленої конструкції знімача.

2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ

2.1 Розробка технологічного процесу відновлення маточини переднього колеса автомобіля

Перш ніж виконувати відновлення маточини переднього колеса, її необхідно зняти з трансмісії автомобіля та розібрати. Після цього виробляють дефектування маточини, керуючись найбільш характерними видами зносу основних робочих поверхонь маточини. На рисунку 2.1 приведено робоче креслення ступиці переднього колеса із позначенням її поверхонь, які підлягають інтенсивному зношенню.

Характеристика зношування маточини переднього колеса представлена в таблиці 2.1.



Малюнок 2.1 – Поверхні ступиці переднього колеса, на яких виникають основні види зносу

1 – плоска торцева поверхня фланця; 2 – зовнішня циліндрична поверхня для встановлення диска колеса; 3 – зовнішні циліндричні посадочні поверхні під підшипник; 4 – внутрішня циліндрична поверхня (кріпильні отвори).

Необхідно розробити вдосконалений технологічний процес відновлення маточини переднього колеса, із врахуванням основних видів зносу даних поверхонь, які виникають в процесі експлуатації даного вузла (табл. 2.1). На практиці, як правило, рідко зустрічаються всі види зносу одночасно у деталі,

що ремонтується. При розробці технологічного процесу ремонту використовуються лише ті операції, які необхідно виконати для відновлення поверхонь по яким проведено дефектування. Запропонований технологічний процес ремонту ступиці переднього колеса представлений у таблиці 2.2.

Таблиця 2.1 - Види зносу робочих поверхонь ступиці переднього колеса

Умови експлуатації деталі	Матеріал деталі	Характерні види зношення	Причини виникнення зношення	Контрольовані параметри та граничні значення	Характерні дефекти поверхні	Способи відновлення
Змінні контактні навантаження, ударні навантаження, дія вібрацій, вплив вологи та дорожнього пилю	Сталь 40Х (маса приблизно 1,8–2,0 кг)	Абразивне зношення, втомне руйнування, корозійне пошкодження, контактне зминання поверхонь	Тертя підшипників, потрапляння абразивних частинок, циклічні навантаження, порушення герметичності вузла	Посадочна поверхня під підшипник: допустимий знос до 0,05–0,10 мм; поверхня кріплення колеса: до 0,20–0,30 мм; отвори під кріпильні елементи: до 0,30–0,50 мм	Тріщини фланця, зношення посадочних поверхонь під підшипники, деформація або розроблення отворів під шпильки, механічне пошкодження поверхонь	Вібродугове наплавлення; електроконтактне наплавлення; нанесення металевих покриттів; механічна обробка до ремонтного або номінального розміру; заміна деталі при критичних пошкодженнях

Аналіз умов експлуатації маточини переднього колеса автомобіля Opel Vectra 2 показує, що деталь працює в умовах дії змінних механічних навантажень, вібрацій, ударів та впливу абразивних частинок дорожнього

середовища. Найбільш характерними дефектами поверхонь ступиці є зношення посадочних поверхонь під підшипники, деформація кріпильних отворів та утворення втомних тріщин у зоні фланця. Для відновлення працездатності ступиці використовуються методи наплавлення з подальшою механічною обробкою до ремонтних або номінальних розмірів.

Таблиця 2.2. Технологічний процес відновлення ступиці

№ операції	Дефект поверхні	Найменування операції	Зміст операції	Устаткування, інструмент
005	Тріщини фланця маточини, рис. 2.1, поз. 1	Свердлильна	Розсвердлити тріщину по всій довжині для зняття концентрації напружень і підготовки до зварювання	Вертикально-свердлильний верстат
010	Тріщини фланця маточини, рис. 2.1, поз. 1	Зварювальна	Заварити тріщину по всій довжині	Зварювальний автомат
015	Тріщини фланця маточини, рис. 2.1, поз. 1	Зварювальна	Заварити сітку отворів, що мають тріщини	Зварювальний автомат
020	Тріщини фланця маточини, рис. 2.1, поз. 1	Свердлильна	Просвердлити нову сітку отворів зі зміщенням відносно наявної сітки, виконати зенкування	Вертикально-свердлильний верстат
025	Тріщини фланця маточини, рис. 2.1, поз. 1	Токарна	Обточити виступаючі частини зварювального шва по фланцю	Універсальний токарний верстат

			маточини начисто	
030	Абразивне зношення поверхні встановлення диска колеса, тах 0,3 мм, рис. 2.1, поз. 2	Токарна	Обточити зношену поверхню, знімаючи дефектний шар металу	Універсальний токарний верстат
035	Абразивне зношення поверхні встановлення диска колеса, тах 0,3 мм, рис. 2.1, поз. 2	Наплавлення	Наплавити новий шар металу на підготовлену поверхню	Наплавний автомат
040	Абразивне зношення поверхні встановлення диска колеса, тах 0,3 мм, рис. 2.1, поз. 2	Токарна	Обточити поверхню під установлення диска колеса до номінального розміру	Універсальний токарний верстат
045	Абразивне зношення посадочної поверхні під підшипник, тах 0,1 мм, рис. 2.1, поз. 3	Токарна	Обточити зношену посадочну поверхню, знімаючи дефектний шар металу	Універсальний токарний верстат
050	Абразивне зношення посадочної поверхні під підшипник, тах 0,1 мм, рис. 2.1, поз. 3	Наплавлення	Наплавити новий шар металу на підготовлену посадочну поверхню	Наплавний автомат
055	Абразивне зношення	Токарна	Обточити посадочну	Універсальний токарний верстат

	посадочної поверхні під підшипник, тах 0,1 мм, рис. 2.1, поз. 3		поверхню під підшипник із припуском під подальше шліфування	
060	Абразивне зношення посадочної поверхні під підшипник, тах 0,1 мм, рис. 2.1, поз. 3	Шліфувальна	Шліфувати посадочну поверхню під підшипник до номінального розміру	Універсальний круглошліфувальний верстат
065	Абразивне зношення отворів під болти кріплення, тах 0,6 мм, рис. 2.1, поз. 4	Свердлильна	Розсвердлити зношені отвори до повного видалення дефектного шару	Вертикально-свердлильний верстат
070	Абразивне зношення отворів під болти кріплення, тах 0,6 мм, рис. 2.1, поз. 4	Зварювальна	Заварити наявні зношені отвори	Зварювальний автомат
075	Абразивне зношення отворів під болти кріплення, тах 0,6 мм, рис. 2.1, поз. 4	Свердлильна	Просвердлити нову сітку отворів зі зміщенням відносно наявної сітки, виконати зенкування	Вертикально-свердлильний верстат
080	Абразивне зношення отворів під болти кріплення, тах 0,6 мм,	Токарна	Обточити виступаючі частини зварювального шва по фланцю	Універсальний токарний верстат

	рис. 2.1, поз. 4		маточини начисто	
--	---------------------	--	---------------------	--

Після виконання операцій відновлення та доведення геометричних параметрів маточини переднього колеса до номінальних значень здійснюється її встановлення на вузол автомобіля. Монтаж виконується у зворотній послідовності відносно операцій демонтажу з дотриманням технологічних вимог заводу-виробника. Під час складання даного вузла застосовується спеціальне пристосування, розроблене у конструкторському розділі даної роботи, а саме гідравлічний знімач, який забезпечує зменшення трудомісткості виконання робіт, підвищення точності монтажних операцій та зниження ймовірності пошкодження елементів вузла.

2.2 Технологічний процес ремонту маточини переднього колеса

У даному розділі приведено розроблений технологічний процес зняття, розбирання, дефектування, відновлення та подальшого встановлення маточини переднього колеса автомобіля Opel Vectra 2 із використанням спеціального інструменту, розробленого у третьому розділі роботи.

Роботи із демонтажу маточини доцільно виконувати на ділянці поточного ремонту автомобілів із використанням двостійкового підйомника, що забезпечує вільний доступ до вузлів ходової частини автомобіля. Подальше розбирання вузла, очищення деталей, дефектування та виконання ремонтно-відновлювальних операцій рекомендується здійснювати в агрегатному відділенні станції технічного обслуговування.






Послідовність виконання технологічних операцій демонтажу та подальшого встановлення маточини переднього колеса приведена у таблиці 2.3.

Таблиця 2.3 – Технологічний процес зняття та встановлення маточини переднього колеса


№ п/п	Послідовність виконання технологічних операцій	
1	<p>Зняти колесо автомобіля.</p> <p>Від'єднати гальмівний супорт з напрямною колодок і закріпити тимчасово на підвісі до верхнього важеля.</p>	
2	<p>Відвернути регулювальну гайку підшипників маточини.</p> <p>Вийняти конусну втулку.</p>	
4	<p>Розігнути край стопорної пластини гайки переднього кріплення важеля до поворотного кулака.</p> <p>Розконтрувати гайку заднього кріплення.</p>	
5	<p>Відвернути гайку заднього кріплення важеля до поворотному кулаку накидним ключем.</p> <p>Відвернути гайку переднього кріплення.</p>	
6	<p>Зняти стопорну пластину.</p>	

7	<p>Зняти важіль з болтів</p> <p>Відвести ручак від поворотного кулака</p>	
8	<p>Від'єднати гальмівні шланги від поворотного кулака.</p> <p>Від'єднати кріплення верхній і нижньої кульових опор від важелів.</p>	
9	<p>Зняти поворотний кулак у зборі з кульовими опорами, ступичним вузлом та гальмівним диском зі шліців корпусу зовнішнього шарніру приводу переднього колеса</p>	
10	<p>Роз'єднати поворотний кулак і маточину з гальмівним диском. При необхідності затиснути поворотний кулак у лецата.</p>	
11	<p>Виколоткою з м'якого металу вибити маточину.</p>	
12	<p>Вийняти болти кріплення важеля до поворотного кулака.</p>	

13	Для роз'єднання маточини та гальмівного диска наvertsаємо гайку на шпильку та вибиваємо шпильку.	
14	Відвернути гайку, вийняти шпильку. Демонтаж інших шпильок.	
15	Роз'єднати маточину і гальмівний диск.	
16	Виконати дефектування маточини. Провести технологічний процес з ремонту та відновлення маточини.	
17	Зняти бруднозахисне кільце.	
18	Відвернути болт кріплення захисного кожуха з допомогою ключа.	
19	Зняти кожух. Для демонтажу сальників і підшипників ступиці затиснути поворотний кулак у лещата.	

20	Підчепити викруткою сальник і вийняти його.	 
21	Вийняти кільце.	
22	Вийняти внутрішнє кільце зовнішнього підшипника із сепаратором та роликami. Вийняти сальник, кільце та внутрішнє кільце іншого (внутрішнього) підшипника з сепаратором та роликami.	
23	За допомогою гідравлічного знімача вийняти зовнішнє кільце зовнішнього підшипника	
24	З допомогою гідравлічного знімача зняти зовнішнє кільце внутрішнього підшипника. Процес складання провести у зворотній послідовності. Перед встановленням підшипників очистити	

	внутрішню порожнину поворотного кулака від старого мастила.	
25	За допомогою настановної шайби запресувати зовнішні кільця підшипників. Закласти в порожнину поворотного кулака та в сепаратори підшипників 40 г мастила типу «Літол-24» або його аналог.	
26	За допомогою настановної шайби запресувати сальники.	
27	Встановити брудозахисне кільце, законтрити кільця у проточці поворотного кулака.	
28	З'єднати гальмівний диск зі маточкою. Запресувати шпильки.	
29	З метою унеможливлення випадання болтів кріплення важеля до поворотного кулака при його встановленні на автомобіль, навернути на них гайки.	

30	Вставити хвостовик зовнішнього шарніру приводу у шліци маточини, змонтувати поворотний кулак.	
31	Після закінчення процесу складання провести відрегулювання зазор в підшипниках	

2.3 Обґрунтування вибору способу відновлення маточини

Вибір способу відновлення маточини переднього колеса здійснюється з урахуванням конструктивних особливостей деталі, характеру дефектів, величини зношення, матеріалу виготовлення, умов експлуатації та економічної доцільності виконання ремонтних робіт. Основними дефектами, які виникають у процесі експлуатації маточини переднього колеса автомобіля Opel Vectra 2, є зношення посадочних поверхонь під підшипники, зношення поверхонь встановлення гальмівного диска, деформація отворів під кріпильні елементи, а також утворення тріщин у зоні фланця.

Для усунення зазначених дефектів можуть застосовуватися різні технологічні способи відновлення, зокрема металізація, електроконтактне відновлення, нанесення покриттів, використання ремонтних втулок та наплавлення. Однак кожен із зазначених способів має певні переваги та обмеження.

Металізація та газотермічне напилення забезпечують можливість відновлення поверхонь із незначним ступенем зношування, проте міцність зчеплення покриття з основним металом є нижчою порівняно з наплавленням. Крім цього, такі способи мають певні обмеження при відновленні поверхонь, що сприймають значні контактні навантаження.

Електроконтактний спосіб відновлення характеризується незначною зоною термічного впливу та високою продуктивністю, однак потребує

застосування спеціального обладнання та доцільний переважно для невеликих величин зношення. Використання ремонтних втулок також має обмеження, оскільки потребує додаткового збільшення розмірів пошкодженої поверхні та не завжди забезпечує необхідну довговічність вузла.

З огляду на характер пошкоджень маточини переднього колеса та величину можливого зношення найбільш доцільним способом відновлення є застосування наплавлення з подальшою механічною обробкою поверхонь. Наплавлення дозволяє відновлювати значні втрати металу, забезпечує високу міцність з'єднання наплавленого шару з основним матеріалом деталі та дає можливість отримати поверхні з необхідними механічними властивостями.

Після виконання наплавлення виникає необхідність забезпечення точних геометричних параметрів та необхідної шорсткості поверхонь. З цією метою застосовується механічна обробка, яка включає токарні та шліфувальні операції. Механічна обробка забезпечує відновлення номінальних розмірів, необхідної точності посадок і відповідності технічним вимогам заводу-виробника.

Для обґрунтування вибору способу відновлення проведено порівняльний аналіз основних технологічних методів ремонту (табл. 2.4).

Таблиця 2.4 – Порівняльний аналіз способів відновлення маточини

Спосіб відновлення	Можливість відновлення значного зношення	Якість відновленої поверхні	Складність виконання	Доцільність застосування
Металізація	Низька	Середня	Середня	Середня
Електроконтактне відновлення	Середня	Висока	Висока	Середня
Ремонтні втулки	Низька	Середня	Низька	Обмежена
Наплавлення	Висока	Висока	Середня	Висока
Наплавлення + механічна обробка	Висока	Висока	Середня	Найбільш доцільна

Проведений аналіз показав, що найбільш ефективним способом

відновлення маточини переднього колеса автомобіля Opel Vectra 2 є поєднання наплавлення та механічної обробки. Застосування даної технології дозволяє відновити геометричні параметри деталі, забезпечити необхідну якість поверхні та підвищити експлуатаційну довговічність відновленого вузла.

3 КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ

3.1 Технічне завдання на розробку пристрою

Під час виконання ремонтних робіт, пов'язаних із демонтажем підшипників маточини переднього колеса автомобіля Opel Vectra 2, виникає необхідність застосування спеціального обладнання, яке забезпечувало б можливість швидкого та безпечного виконання операцій випресування без пошкодження робочих поверхонь деталей вузла. Використання стандартних механічних знімачів не завжди забезпечує необхідне зусилля демонтажу, а також може призводити до перекосів, пошкодження підшипників та посадочних поверхонь маточини.

У зв'язку з цим виникає необхідність розроблення спеціального пристрою для демонтажу підшипників маточини переднього колеса, який забезпечуватиме необхідне зусилля випресування, надійність роботи та універсальність застосування.

Основним призначенням розроблюваного пристрою є демонтаж зовнішнього та внутрішнього кілець підшипників маточини переднього колеса автомобіля Opel Vectra 2 під час виконання ремонтно-відновлювальних робіт. Крім цього, конструкція повинна передбачати можливість переналагодження пристрою для роботи з підшипниками інших типорозмірів та можливість використання на інших моделях автомобілів.

Під час проектування конструкції пристрою необхідно забезпечити виконання ряду технічних вимог, що визначають функціональні характеристики обладнання та безпечність його використання.

Основні вимоги до розроблюваного пристрою:

- забезпечення демонтажу внутрішнього та зовнішнього кільця підшипника без пошкодження робочих поверхонь;
- забезпечення зусилля випресування в межах 5–10 т;
- можливість роботи з підшипниками діаметром 68–73 мм;

- забезпечення довжини випресування у межах 20–60 мм;
- можливість переналагодження пристрою для інших типорозмірів підшипників;
- мінімізація трудомісткості виконання ремонтних робіт;
- забезпечення надійності та безпеки роботи;
- застосування максимальної кількості уніфікованих елементів конструкції;
- забезпечення простоти технічного обслуговування та ремонту пристрою.

Для визначення основних параметрів розроблюваного пристрою складено його технічні характеристики, які наведено в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 – Технічні характеристики розроблюваного пристрою

Найменування параметра	Значення	Одиниця вимірювання
Призначення	Демонтаж внутрішнього та зовнішнього кільця підшипника	—
Тип приводу	Гідравлічний	—
Тип конструкції	Двозахоплюючий	—
Метод роботи	Тягнучий	—
Зусилля випресування	5–10	т
Зовнішній діаметр підшипника	68–73	мм
Внутрішній діаметр підшипника	40–42	мм
Довжина випресування	20–60	мм
Тип захватів	Змінні	—
Можливість регулювання	Передбачена	—
Кількість операторів	1	особа
Маса пристрою	до 12	кг

Таким чином, сформоване технічне завдання визначає основні вимоги до конструкції пристрою та дозволяє перейти до етапу розроблення конструктивної схеми, вибору основних елементів конструкції та виконання необхідних конструкторських розрахунків.

3.2 Опис конструкції пристрою для демонтажу кілець підшипників

Розроблений пристрій призначений для демонтажу внутрішнього та зовнішнього кілець підшипників маточини переднього колеса автомобіля Opel Vectra 2 під час виконання ремонтно-відновлювальних робіт. Конструкція пристрою розроблена з урахуванням необхідності створення достатнього зусилля випресування, забезпечення надійного контакту із деталлю, універсальності застосування та зменшення трудомісткості ремонтних операцій.

Розроблена конструкція дозволяє виконувати демонтаж підшипників без використання ударного інструменту, що забезпечує зменшення ймовірності пошкодження поверхонь деталей та підвищення якості ремонтних робіт.



Рисунок 3.1 – Загальний вигляд пристрою для демонтажу кілець підшипників

Пристрій виконаний за гідравлічною схемою та складається з декількох основних вузлів, що працюють як єдина система. Основними конструктивними елементами пристрою є напрямна вилка, захоплюючі губки, змінні лапки, гідроциліндр, ручний гідравлічний насос, шланг високого тиску та допоміжні

кріпильні елементи.

Основним несучим елементом конструкції є напрямна вилка, яка являє собою жорсткий металевий елемент рамної конструкції та використовується для розміщення основних вузлів пристрою. Напрямна вилка забезпечує взаємне розташування рухомих елементів конструкції та сприймає основні навантаження, які виникають під час роботи пристрою.

Напрямна вилка має достатню жорсткість для виключення деформацій під час створення максимального робочого навантаження. Для виготовлення даного елемента доцільно застосовувати конструкційну сталь, яка характеризується високою міцністю та високими технологічними властивостями. Конструкція вилки передбачає наявність напрямних поверхонь, по яких переміщуються захоплюючі елементи.

Для забезпечення надійного контакту із деталлю, що демонтується, у конструкції передбачено захоплюючі губки. Губки встановлюються на напрямних вилки та можуть змінювати своє положення залежно від розмірів підшипника. Основною функцією губок є передача робочого зусилля від гідравлічного приводу до захоплюючих елементів.

Конструкція губок передбачає можливість встановлення різних типів лапок, що дозволяє використовувати пристрій для роботи з підшипниками різних типорозмірів. Наявність регулювання забезпечує універсальність використання пристрою та розширює сферу його застосування.

Безпосередній контакт із деталлю, яка демонтується, здійснюється за допомогою змінних лапок. Лапки являють собою змінні елементи спеціальної форми, які встановлюються на губках за допомогою болтових з'єднань.

Конструкція лапок дозволяє здійснювати захоплення як внутрішніх, так і зовнішніх кілець підшипників. Для забезпечення надійного утримання деталі робоча поверхня лапок має спеціальний профіль, який виключає зісковзування захвату під час демонтажу.

Оскільки в процесі роботи лапки піддаються значним навантаженням, для їх виготовлення необхідно використовувати леговані сталі із подальшою

термічною обробкою. Використання матеріалів із високими механічними характеристиками забезпечує довговічність роботи елементів та зменшує ймовірність виникнення пластичних деформацій.

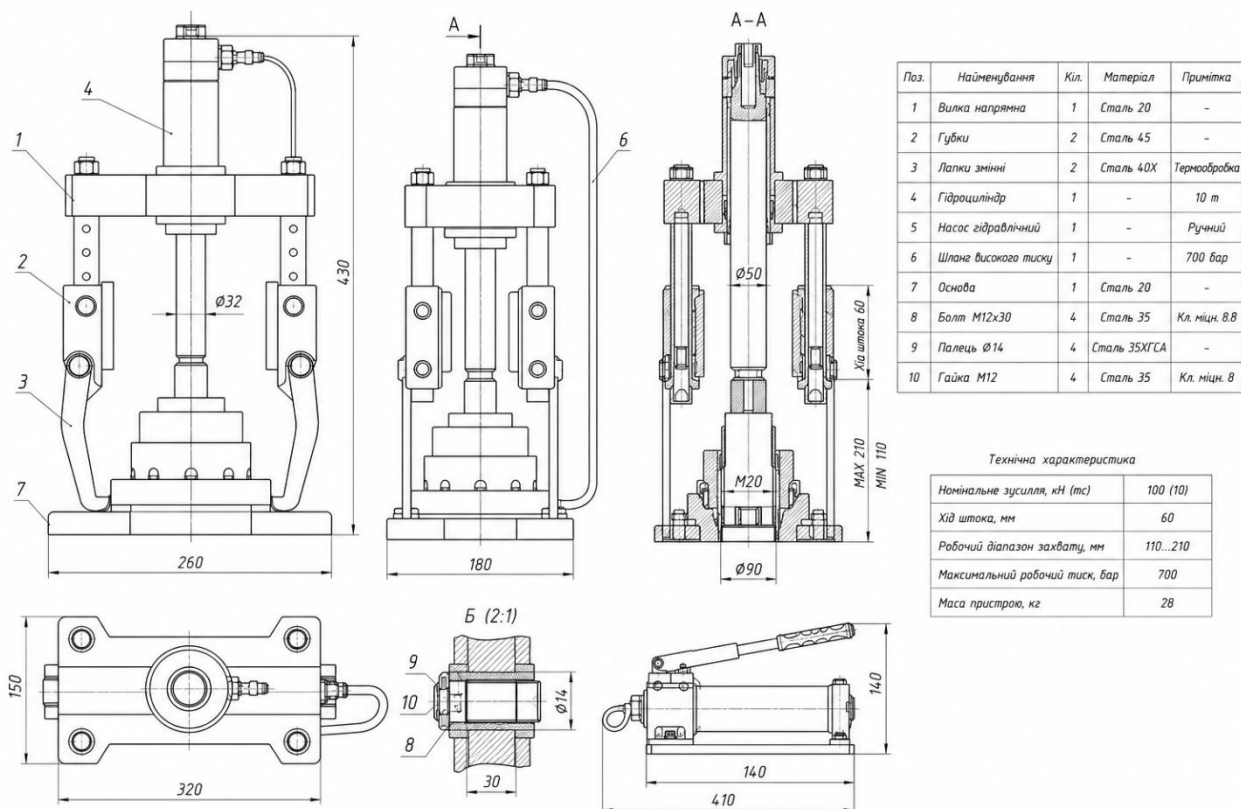


Рисунок 3.2 – Коструктивне схема пристрою

Основним силовим елементом пристрою є гідроциліндр, який забезпечує створення необхідного осьового зусилля випресування. Принцип роботи гідроциліндра полягає у перетворенні енергії робочої рідини в механічне переміщення штока.

Під час роботи шток гідроциліндра впирається у торцеву поверхню валу або маточини, тоді як захоплюючі лопки утримують підшипник. При створенні тиску в гідросистемі виникає осьове зусилля, яке забезпечує поступове переміщення деталі без ударного впливу.

Використання гідравлічного принципу створення навантаження має ряд переваг у порівнянні із механічними пристроями:

- забезпечує плавне навантаження;

- дозволяє отримувати значні зусилля;
- зменшує фізичне навантаження на оператора;
- підвищує безпеку виконання робіт;
- зменшує ймовірність пошкодження деталей.

Для створення необхідного тиску у системі застосовується ручний гідравлічний насос, який забезпечує подачу робочої рідини до гідроциліндра. Насос розміщується окремо від робочої зони демонтажу та з'єднується із силовим вузлом за допомогою гнучкого трубопроводу.

Окреме розташування насоса дозволяє покращити умови роботи оператора, забезпечити зручність керування процесом демонтажу та підвищити безпеку роботи.

Передача робочого тиску від насоса до гідроциліндра здійснюється через шланг високого тиску, який являє собою гнучкий елемент, розрахований на роботу при значних навантаженнях.

Шланг високого тиску повинен забезпечувати:

- герметичність системи;
- стійкість до дії робочого тиску;
- гнучкість;
- стійкість до механічних пошкоджень;
- довговічність експлуатації.

Для з'єднання окремих вузлів конструкції застосовуються кріпильні елементи, які включають болти, гайки, шайби та пальці. Вони забезпечують жорсткість конструкції та можливість швидкого розбирання пристрою під час технічного обслуговування або заміни окремих деталей.

Розроблена конструкція пристрою забезпечує можливість виконання демонтажу підшипників маточини без ударного впливу на деталі вузла, дозволяє підвищити продуктивність виконання ремонтних робіт, зменшити трудомісткість процесу та забезпечити необхідну якість проведення ремонтних операцій.

3.3 Принцип роботи пристрою

Принцип роботи розробленого пристрою ґрунтується на створенні осьового зусилля за допомогою гідравлічного приводу, яке через захоплюючі елементи передається на підшипник або його кільце та забезпечує його демонтаж із посадкового місця. Застосування гідравлічного приводу дозволяє забезпечити плавність роботи, значне зусилля випресування та зменшити ймовірність пошкодження робочих поверхонь маточини й підшипникового вузла.

Процес роботи пристрою виконується у визначеній послідовності та складається з декількох основних етапів. На першому етапі здійснюється встановлення лапок пристрою. Залежно від конструкції підшипника та необхідності демонтажу внутрішнього або зовнішнього кільця вибираються відповідні змінні захоплюючі лапки. Лапки підбираються відповідно до геометричних параметрів підшипника та встановлюються на губках пристрою. Їх робочі поверхні повинні щільно прилягати до деталі для забезпечення рівномірного розподілу навантаження та виключення можливого зісковзування під час роботи.

Після встановлення лапок виконується фіксація пристрою відносно деталі. Напрямна вилка встановлюється таким чином, щоб забезпечити правильне розташування силових елементів відносно осі підшипникового вузла. Захоплюючі лапки заводяться за кільце підшипника та фіксуються у необхідному положенні за допомогою болтових або пальцевих з'єднань. Надійне закріплення елементів конструкції забезпечує правильне прикладання навантаження та виключає перекид під час демонтажу.

Наступним етапом є створення робочого тиску в гідравлічній системі. Для цього оператор приводить у дію ручний гідравлічний насос. Під час переміщення рукоятки насоса робоча рідина під тиском подається через шланг високого тиску до гідроциліндра. Внаслідок цього у системі виникає тиск, величина якого залежить від прикладеного зусилля.

Під дією тиску робочої рідини відбувається переміщення штока гідроциліндра. Шток починає переміщуватись уздовж осі пристрою та створює осьове навантаження. Робоче зусилля через конструкцію губок та захоплюючі лапки передається на підшипник або його кільце. Завдяки осьовому навантаженню забезпечується поступове зміщення підшипника без використання ударних навантажень.

Заключним етапом є демонтаж підшипника із посадкового місця. Під дією створеного зусилля підшипник поступово виходить із посадкової поверхні маточини. Весь процес відбувається плавно, без ривків та ударів, що виключає можливість механічного пошкодження поверхонь деталі. Після завершення демонтажу тиск у гідросистемі скидається за допомогою перепускного клапана насоса, після чого пристрій знімається та розбирається.

Основною перевагою розробленої конструкції є створення контрольованого навантаження під час демонтажу деталей. На відміну від традиційних механічних знімачів або ударних методів демонтажу, використання гідравлічного приводу дозволяє забезпечити рівномірний розподіл навантаження, зменшити трудомісткість робіт та підвищити надійність виконання технологічного процесу.

Для наочного відображення послідовності виконання операцій на рисунку 3.2 представлена схема послідовності виконання робіт із демонтажу кілець підшипників з використанням розробленого пристрою.

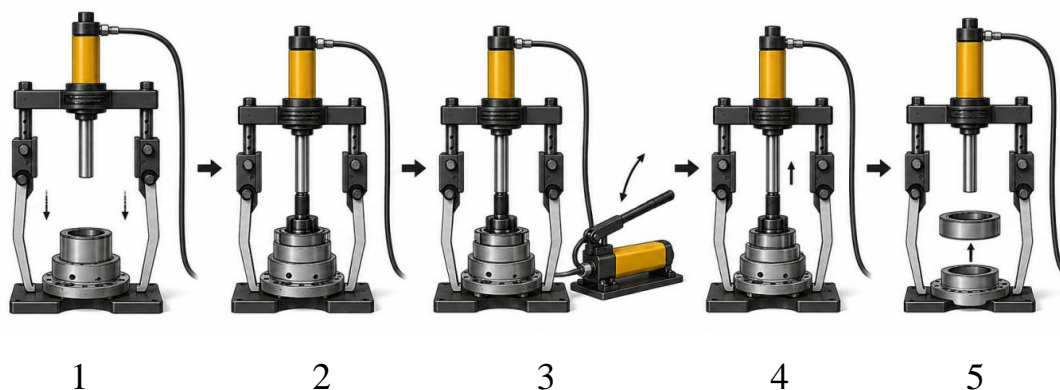


Рисунок 3.2 – Схема роботи пристрою для демонтажу кілець підшипників

1 – встановлення захоплюючих лапок; 2 – фіксація пристрою на деталі; 3 – створення робочого тиску; 4 – переміщення штока гідроциліндра; 5 – демонтаж підшипника.

3.4 Вибір матеріалів основних деталей пристрою

Одним із важливих етапів проектування розроблюваного пристрою є вибір матеріалів для його основних конструктивних елементів. Правильний вибір матеріалу безпосередньо впливає на міцність, жорсткість, довговічність, зносостійкість та надійність роботи конструкції в цілому. Під час вибору матеріалів враховуються характер і величина навантажень, умови експлуатації, технологічність виготовлення деталей, можливість механічної та термічної обробки, а також економічна доцільність їх застосування.

У процесі роботи розроблений пристрій піддається значним статичним та динамічним навантаженням, що виникають під час створення зусилля випресування підшипника. Окремі елементи конструкції працюють в умовах стиску, розтягу, згину та локальних контактних навантажень. Тому для різних деталей конструкції використовуються матеріали з різними механічними властивостями.

Для виготовлення прямої конструкції доцільно використовувати сталь 45, яка належить до середньовуглецевих конструкційних сталей. Даний матеріал характеризується достатньо високими показниками міцності та жорсткості, добре піддається механічній обробці та термічному зміцненню. Використання сталі 45 дозволяє забезпечити необхідну жорсткість конструкції та виключити виникнення залишкових деформацій під час роботи пристрою.

Для виготовлення захоплюючих лапок обрано леговану сталь 40Х, яка широко використовується для виготовлення деталей, що працюють при значних механічних навантаженнях. Під час роботи лапки сприймають значні контактні навантаження та працюють в умовах підвищеного зношення. Після проведення термічної обробки сталь 40Х має високі показники твердості та зносостійкості,

що забезпечує довговічність роботи захоплюючих елементів.

Для виготовлення напрямної вилки прийнято сталь 20, яка характеризується добрими показниками зварюваності та пластичності. Напрямна вилка не піддається значним локальним контактним навантаженням, однак повинна забезпечувати достатню міцність та жорсткість конструкції. Сталь 20 легко обробляється, добре зварюється та дозволяє отримувати якісні зварні з'єднання.

Для виготовлення болтів, пальців та різьбових елементів конструкції використовується сталь 35ХГСА, яка належить до високоміцних легованих конструкційних сталей. Даний матеріал характеризується високими показниками границі міцності та витривалості, що дозволяє використовувати його для деталей, які працюють під дією змінних навантажень.

Вибрані матеріали забезпечують необхідні механічні характеристики конструкції та дозволяють отримати оптимальне співвідношення між міцністю, довговічністю та собівартістю виготовлення пристрою.

Перелік матеріалів для виготовлення основних деталей розробленого пристрою приведено у таблиці 3.2.

Таблиця 3.2 – Матеріали для виготовлення деталей розробленого пристрою

Деталь	Матеріал	Причина вибору
Напрямна конструкція	Сталь 45	Висока міцність, жорсткість, добра оброблюваність
Захоплюючі лапки	Сталь 40Х	Висока зносостійкість, можливість термообробки
Напрямна вилка	Сталь 20	Добра зварюваність та пластичність
Болти та пальці	Сталь 35ХГСА	Висока міцність та витривалість
Губки	Сталь 45	Сприйняття значних механічних навантажень

Осі шарнірів	Сталь 40Х	Висока контактна міцність
Шток гідроциліндра	Сталь 38Х2МЮА	Висока міцність і стійкість до зношення

Таким чином, вибір матеріалів виконано з урахуванням умов роботи кожного конструктивного елемента пристрою. Застосування відповідних конструкційних сталей дозволить забезпечити необхідну міцність, надійність та довговічність роботи розробленої конструкції.

3.5 Конструкторські розрахунки основних силових елементів пристрою

Конструкторські розрахунки розробленого пристрою виконуються з метою перевірки працездатності основних елементів конструкції та обґрунтування вибору гідравлічного приводу. Основним робочим навантаженням пристрою є осьове зусилля, необхідне для випресування підшипника або його кільця з посадкового місця маточини. Під час роботи найбільше навантаження сприймають гідроциліндр, захоплюючі лапки, пальці, болти та напрямна конструкція.

3.5.1 Розрахунок зусилля випресування підшипника

Зусилля випресування підшипника залежить від величини натягу в посадці, діаметра посадкової поверхні, довжини контакту, коефіцієнта тертя та матеріалу деталей. Для розрахунку приймаємо вихідні дані:

- діаметр посадки $d = 68 \text{ мм} = 0,068 \text{ м}$;
- довжина посадкової поверхні $l = 18,5 \text{ мм} = 0,0185 \text{ м}$;
- коефіцієнт тертя при випресуванні $f = 0,12$;
- максимальний натяг $N_{\text{max}} = 0,021 \text{ мм}$;
- питома контактне напруження у з'єднанні $p_{\text{max}} = 7,76 \text{ МПа}$.

Зусилля випресування визначаємо за формулою:

$$R_n = f \cdot p_{\max} \cdot \pi \cdot d \cdot l,$$

Де: R_n – зусилля випресування, Н;

f – коефіцієнт тертя;

p_{\max} – максимальний питомий тиск у посадці, Па;

d – діаметр посадки, м;

l – довжина посадки, м.

Підставляємо числові значення:

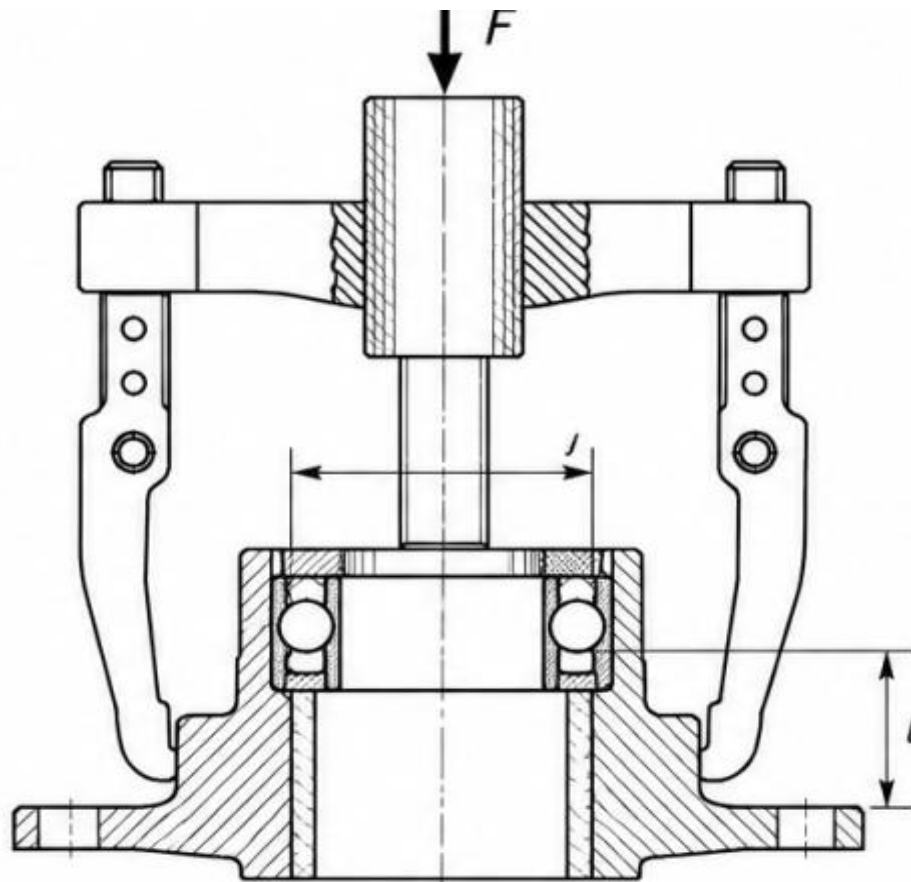
$$R_n = 0,12 \cdot 7,76 \cdot 10^6 \cdot 3,14 \cdot 0,068 \cdot 0,0185 = 3680 \text{ Н} = 3,68 \text{ кН}.$$

З урахуванням можливого перекосу, забруднення посадкової поверхні, корозії та збільшення фактичного опору під час демонтажу приймаємо коефіцієнт запасу 1,25:

$$R_c = 1,25 \cdot R_n.$$

$$R_c = 1,25 \cdot 3,68 = 4,6 \text{ кН}.$$

Отже, мінімальне розрахункове зусилля для випресування підшипника становить приблизно 4,6 кН. Однак для забезпечення універсальності пристрою та можливості демонтажу підшипників із підвищеним натягом доцільно прийняти робоче зусилля гідравлічного приводу в межах 5–10 т.



Напрямок дії сил

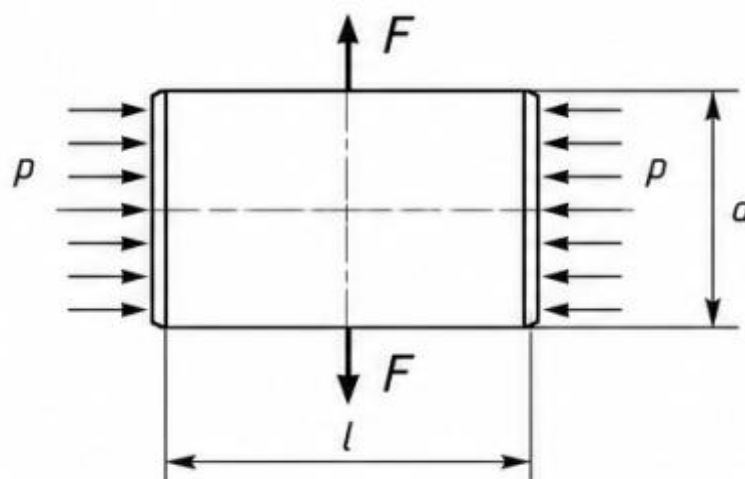


Схема 3.2 – Схема випресування підшипника маточини

3.5.2 Вибір гідроциліндра пристрою

Для забезпечення надійної роботи пристрою гідроциліндр повинен створювати зусилля, яке перевищує розрахункове зусилля випресування.

Оскільки фактичне зусилля демонтажу може збільшуватися через корозію, забруднення, перекіс підшипника або порушення посадки, приймаємо гідроциліндр із запасом за зусиллям.

Розрахункове зусилля випресування становить:

$$R_c = 4,6 \text{ кН.}$$

Приймаємо коефіцієнт запасу для вибору гідроциліндра:

$$k = 2,5 \dots 3,0.$$

Тоді необхідне зусилля гідроциліндра:

$$F_{гц} = k \cdot R_c.$$

$$F_{гц} = 3 \cdot 4,6 = 13,8 \text{ кН.}$$

Отримане значення є мінімально необхідним. Для забезпечення універсальності конструкції приймаємо гідроциліндр із номінальним зусиллям 5–10 т, тобто 50–100 кН. Такий запас дозволяє використовувати пристрій не лише для маточини автомобіля Opel Vectra 2, а й для демонтажу підшипників інших типорозмірів.

Для розробленої конструкції пристрою доцільно прийняти плунжерний гідроциліндр із параметрами:

Параметр	Значення
Тип гідроциліндра	плунжерний
Номінальне зусилля	10 т
Робочий хід штока	50–70 мм
Робочий тиск	до 700 бар
Тип приводу	ручний гідравлічний насос
Спосіб підключення	через шланг високого тиску

Прийнятий гідроциліндр забезпечує необхідне зусилля випресування з достатнім запасом міцності та дозволяє виконувати демонтаж підшипника без ударних навантажень.

3.5.3 Розрахунок знімних лапок пристрою на міцність

Захоплюючі лапки є найбільш навантаженими елементами пристрою, оскільки вони безпосередньо передають зусилля від гідроциліндра на кільце підшипника. Під час роботи лапки працюють переважно на розтяг і згин.

Приймаємо максимальне робоче зусилля пристрою:

$$F = 50 \text{ кН.}$$

Оскільки пристрій має дві лапки, навантаження на одну лапку становить:

$$F_1 = F / 2.$$

$$F_1 = 50 / 2 = 25 \text{ кН.}$$

Приймаємо розрахунковий переріз лапки:

ширина $b = 25 \text{ мм}$;

товщина $h = 12 \text{ мм}$.

Площа поперечного перерізу лапки:

$$A = b \cdot h.$$

$$A = 25 \cdot 12 = 300 \text{ мм}^2.$$

Напруження розтягу в лапці:

$$\sigma = F_1 / A.$$

$$\sigma = 25000 / 300 = 83,3 \text{ МПа.}$$

Для лапок приймаємо матеріал сталь 40Х, для якої допустиме напруження після термічної обробки може бути прийняте:

$$[\sigma] = 300 \text{ МПа.}$$

Умова міцності:

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

$$83,3 \text{ МПа} \leq 300 \text{ МПа.}$$

Умова міцності виконується. Отже, прийнятий переріз лапки забезпечує достатню міцність при роботі пристрою. Додатково враховується дія згинального моменту в зоні захоплення. Для зменшення згинальних напружень лапки повинні мати плавні переходи, достатній радіус заокруглення та збільшену товщину в зоні контакту з кільцем підшипника.

3.5.4 Розрахунок пальців та болтових з'єднань

Пальці та болтові з'єднання забезпечують кріплення лапок до губок і сприймають значні зусилля зрізу. Розрахунок виконуємо для одного пальця, який сприймає навантаження від однієї лапки.

Навантаження на один палець:

$$F_1 = 25 \text{ кН.}$$

Приймаємо діаметр пальця:

$$d_{\text{п}} = 12 \text{ мм.}$$

Площа поперечного перерізу пальця:

$$A_{\text{п}} = \pi \cdot d_{\text{п}}^2 / 4.$$

$$A_{\text{п}} = 3,14 \cdot 12^2 / 4 = 113 \text{ мм}^2.$$

Напруження зрізу:

$$\tau = F_1 / A_{\text{п}}.$$

$$\tau = 25000 / 113 = 221 \text{ МПа.}$$

Для пальців приймаємо сталь 35ХГСА, для якої допустиме напруження зрізу можна прийняти:

$$[\tau] = 250 \dots 300 \text{ МПа.}$$

Умова міцності:

$$\tau \leq [\tau].$$

$$221 \text{ МПа} \leq 250 \text{ МПа.}$$

Умова міцності виконується, однак для підвищення запасу міцності доцільно прийняти діаметр пальця 14 мм.

Для пальця діаметром 14 мм:

$$A_{\text{п}} = 3,14 \cdot 14^2 / 4 = 154 \text{ мм}^2.$$

$$\tau = 25000 / 154 = 162 \text{ МПа.}$$

У цьому випадку запас міцності є достатнім, тому остаточно приймаємо діаметр пальця $d_{\text{п}} = 14 \text{ мм}$.

Болтові з'єднання призначені для фіксації змінних лапок і губок. Для них доцільно застосовувати болти класу міцності не нижче 8.8 або виготовлені зі

сталі 35ХГСА. Приймаємо болтове з'єднання М12.

Площа розрахункового перерізу болта М12 приблизно становить:

$$A_b = 84 \text{ мм}^2.$$

При навантаженні на один болт $F_b = 10$ кН напруження розтягу становить:

$$\sigma_b = F_b / A_b.$$

$$\sigma_b = 10000 / 84 = 119 \text{ МПа}.$$

Допустиме напруження для болтів класу міцності 8.8 становить приблизно 400 МПа, тому: $119 \text{ МПа} \leq 400 \text{ МПа}$.

Умова міцності болтового з'єднання виконується.

Таким чином, виконані конструкторські розрахунки підтверджують працездатність основних елементів пристрою. Прийнятий гідроциліндр має достатній запас за зусиллям, лапки зі сталі 40Х забезпечують необхідну міцність і зносостійкість, а пальці діаметром 14 мм та болтові з'єднання М12 гарантують надійність кріплення вузлів під час роботи пристрою.

3.6 Переваги використання розробленого пристрою

Застосування розробленого гідравлічного пристрою для демонтажу підшипників маточини переднього колеса дозволяє суттєво підвищити ефективність виконання ремонтно-відновлювальних робіт та забезпечити покращення технологічних показників процесу ремонту. Використання спеціалізованого обладнання сприяє зменшенню трудомісткості операцій, підвищенню якості виконання робіт і зниженню ймовірності виникнення пошкоджень деталей вузла.

Однією з основних переваг розробленого пристрою є зменшення трудомісткості ремонтних операцій. Під час використання традиційних механічних знімачів або ударних методів демонтажу виникає необхідність прикладання значних фізичних зусиль, що збільшує складність виконання робіт та призводить до перевтоми оператора. Використання гідравлічного приводу

дозволяє значно знизити фізичне навантаження на працівника та спростити процес демонтажу підшипників.

Важливою перевагою конструкції є зменшення часу виконання ремонтних робіт. Завдяки використанню гідравлічного механізму створення робочого зусилля процес демонтажу здійснюється швидше у порівнянні із застосуванням механічних знімачів. Скорочення часу виконання операцій дозволяє підвищити продуктивність роботи ремонтної дільниці та зменшити загальну тривалість технологічного процесу ремонту.

Розроблений пристрій забезпечує відсутність ударних навантажень під час демонтажу підшипників. Традиційні методи демонтажу часто передбачають використання молотків, оправок та інших ударних інструментів, що може викликати пошкодження поверхонь деталей, деформації або виникнення мікротріщин. У запропонованій конструкції зусилля створюється плавно та передається безпосередньо через гідравлічний привід, що дозволяє уникнути ударного впливу.

Наступною важливою перевагою є зменшення ризику пошкодження деталей вузла. Плавне створення навантаження забезпечує рівномірний розподіл сил по поверхні підшипника та виключає виникнення локальних перевантажень. Це дозволяє зменшити ймовірність пошкодження посадкових поверхонь маточини, руйнування підшипника або деформації інших елементів конструкції.

Розроблений пристрій також характеризується універсальністю використання. Наявність змінних лапок та можливість регулювання положення робочих елементів дозволяють використовувати його для демонтажу підшипників різних типорозмірів. Це забезпечує можливість застосування пристрою не лише для обслуговування автомобіля Opel Vectra 2, але й для виконання ремонтних робіт на інших моделях автомобілів.

Крім зазначених переваг, використання розробленої конструкції пристрою забезпечує:

- підвищення безпечності виконання ремонтних робіт;

- покращення умов праці оператора;
- підвищення надійності виконання технологічних операцій;
- зменшення ймовірності виникнення помилок під час демонтажу;
- збільшення терміну експлуатації відновлених деталей;
- можливість швидкого технічного обслуговування та заміни окремих елементів конструкції.

Основні переваги розробленого пристрою подані у вигляді таблиці 3.3.

Таблиця 3.3 – Переваги використання розробленого пристрою

Показник	Існуючі механічні пристрої	Розроблений гідравлічний пристрій
Трудомісткість виконання робіт	Висока	Низька
Час демонтажу	15–20 хв	5–8 хв
Ударні навантаження	Наявні	Відсутні
Ризик пошкодження деталей	Середній	Мінімальний
Фізичне навантаження на оператора	Значне	Незначне
Універсальність використання	Обмежена	Висока

Таким чином, використання розробленого гідравлічного пристрою дозволяє підвищити ефективність ремонтно-відновлювальних робіт, зменшити трудові витрати та забезпечити високу якість виконання технологічного процесу демонтажу підшипників маточини переднього колеса.

3.7 Вибір контрольно-вимірювального інструменту

Важливою складовою технологічного процесу ремонту та відновлення

маточини переднього колеса є проведення контролю геометричних параметрів деталі на різних етапах виконання ремонтних операцій. Контрольно-вимірвальні операції виконуються під час дефектування, після механічної обробки, а також після завершення процесу відновлення для перевірки відповідності отриманих параметрів вимогам нормативно-технічної документації.

Якість відновлення маточини значною мірою залежить від точності вимірювань. Неправильне визначення величини зношення або відхилення геометричних розмірів може призвести до порушення посадок підшипників, виникнення биття колеса, нерівномірного розподілу навантаження та зменшення ресурсу відновленого вузла. Тому вибір контрольно-вимірвального інструменту здійснюється з урахуванням необхідної точності вимірювання, конструктивних особливостей деталі та характеру контрольованих параметрів.

Для визначення зовнішніх розмірів, діаметрів, товщини фланця та допоміжних геометричних параметрів застосовується штангенциркуль. Даний інструмент характеризується універсальністю та достатньою точністю для виконання загальних вимірювань.

Для контролю посадкових поверхонь під підшипники та вимірювання діаметрів із підвищеною точністю використовується мікрометр. Застосування мікрометра дозволяє виконувати вимірювання з точністю до 0,01 мм, що забезпечує необхідну точність визначення величини зношення поверхонь.

Контроль внутрішніх діаметрів отворів та посадкових поверхонь здійснюється із застосуванням нутроміра. Даний інструмент дозволяє визначати відхилення геометричних параметрів внутрішніх поверхонь та контролювати величину зносу отворів під підшипники й кріпильні елементи.

Для визначення осьового та радіального биття маточини застосовується індикатор годинникового типу. Використання індикатора дозволяє оцінити правильність взаємного розташування поверхонь після механічної обробки та виявити можливі відхилення геометричної форми.

Для контролю шорсткості поверхонь після виконання відновлювальних операцій може використовуватися профілометр або спеціальні еталони шорсткості. Контроль параметрів шорсткості є необхідним для забезпечення правильної роботи посадочних поверхонь підшипників та зменшення інтенсивності подальшого зношення. Перелік основного контрольно-вимірювального інструменту наведено в таблиці 2.5.

Таблиця 2.5 – Контрольно-вимірювальний інструмент для виконання ремонтно-відновлювальних робіт

Найменування інструменту	Діапазон вимірювання	Ціна поділки	Призначення
Штангенциркуль ШЦ-I-150	0–150 мм	0,1 мм	Вимірювання зовнішніх розмірів та товщини елементів
Мікрометр МК-25–50	25–50 мм	0,01 мм	Контроль посадочних поверхонь під підшипники
Нутромір індикаторний НІ-50–100	50–100 мм	0,01 мм	Вимірювання внутрішніх діаметрів
Індикатор годинникового типу ІЧ-10	0–10 мм	0,01 мм	Контроль радіального та осевого биття
Калібр-пробка	відповідно до розміру	—	Контроль посадкових розмірів
Еталони шорсткості	Ra 0,32–10 мкм	—	Контроль якості обробленої поверхні

Таким чином, правильно підібраний контрольно-вимірювальний інструмент забезпечує необхідну точність виконання дефектування та контроль якості відновлення маточини переднього колеса. Використання комплексу вимірювальних засобів дозволяє забезпечити відповідність геометричних параметрів відновленої деталі вимогам заводу-виробника та підвищити надійність її подальшої експлуатації.

4 БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ ТА ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ

4.1 Аналіз небезпечних та шкідливих виробничих факторів при відновленні маточини переднього колеса автомобіля

Відновлення маточини переднього колеса автомобіля Opel Vectra 2 передбачає виконання комплексу технологічних операцій, до яких належать дефектування, токарна обробка, свердління, наплавлення, шліфування, демонтаж і монтаж підшипників за допомогою спеціального пристрою. Під час виконання зазначених робіт на працівника можуть впливати небезпечні та шкідливі виробничі фактори, що здатні призвести до травмування, професійних захворювань або погіршення умов праці. Технологічний процес відновлення маточини включає механічну обробку та застосування гідравлічного знімача для демонтажу підшипників.

До основних небезпечних факторів належать механічні небезпеки, пов'язані з роботою металорізального обладнання. При обробці деталі на токарному верстаті існує ризик захоплення одягу або рук обертовими частинами верстата, а також травмування металевою стружкою. Особливо небезпечними є операції точіння посадочних поверхонь під підшипник, оскільки вони виконуються на значних швидкостях різання.

Під час свердлильних робіт безпеку становлять обертовий інструмент, виліт стружки та можливість заклинювання свердла. При шліфуванні додатково виникає ризик руйнування абразивного круга та утворення дрібнодисперсного пилу.

Окрему групу становлять небезпеки, пов'язані із зварювально-наплавлювальними роботами. Під час наплавлення поверхонь виникає інтенсивне ультрафіолетове та інфрачервоне випромінювання, виділяються шкідливі гази й аерозолі металів. Крім того, існує небезпека опіків розплавленим металом та ураження електричним струмом.

При демонтажі підшипників із використанням розробленого

гідравлічного пристрою виникає небезпека раптового вивільнення накопиченої енергії, руйнування елементів конструкції або зісковзування захватів із деталі. Оскільки зусилля випресування може досягати декількох тонн, недотримання правил експлуатації може призвести до важких травм.

До шкідливих виробничих факторів належать підвищений рівень шуму, вібрації, запиленість повітря, недостатня освітленість робочої зони та несприятливий мікроклімат виробничого приміщення.

Основні небезпечні та шкідливі виробничі фактори наведено в таблиці 4.1.

Таблиця 4.1 – Небезпечні та шкідливі виробничі фактори

Виробничий фактор	Джерело виникнення	Можливі наслідки
Металева стружка	Токарна обробка	Травми очей і шкіри
Рухомі частини верстатів	Токарні та свердлильні верстати	Механічні травми
Шум	Верстати та шліфування	Погіршення слуху
Вібрація	Металообробне обладнання	Захворювання опорно-рухового апарату
Зварювальний аерозоль	Наплавлення	Захворювання органів дихання
Електричний струм	Зварювальне обладнання	Ураження струмом
Високий тиск	Гідравлічний пристрій	Травмування працівника

Для зменшення впливу зазначених факторів необхідно застосовувати комплекс організаційних і технічних заходів, а також використовувати засоби індивідуального захисту.

4.2 Розрахунок виробничого освітлення ремонтної дільниці

Якісне освітлення робочих місць є одним із важливих чинників забезпечення безпечних умов праці. Недостатня освітленість призводить до швидкої втоми працівника, збільшення кількості помилок та підвищення

ризиків виробничого травматизму.

Для розрахунку освітлення приймаємо, що ремонтна дільниця має розміри:

довжина приміщення – 8 м;

ширина приміщення – 6 м;

висота приміщення – 4 м.

Площа приміщення:

$$S = a \cdot b$$

$$S = 8 \cdot 6 = 48 \text{ м}^2$$

Для ремонтно-механічних робіт відповідно до нормативних вимог нормована освітленість становить:

$$E_n = 300 \text{ лк}$$

Коефіцієнт запасу:

$$K = 1,5$$

Коефіцієнт використання світлового потоку:

$$\eta = 0,55$$

Необхідний сумарний світловий потік визначається за формулою:

$$F = \frac{E \cdot S \cdot K}{\eta}$$

Підставляючи значення, одержимо:

$$F = \frac{300 \cdot 48 \cdot 1,5}{0,55}$$

$$F = 39272 \text{ лм}$$

Для освітлення дільниці приймаємо світлодіодні світильники зі світловим потоком:

$$F_1 = 5000 \text{ лм}$$

Необхідна кількість світильників:

$$n = \frac{39272}{5000} = 7,85$$

Приймаємо:

$$n = 8 \text{ шт.}$$

Отже, для забезпечення нормативної освітленості ремонтної ділянки необхідно встановити вісім світлодіодних світильників потужністю 40–50 Вт кожний.

4.3 Розрахунок вентиляції та заходи безпеки при експлуатації розробленого пристрою

У процесі виконання наплавлювальних, шліфувальних і ремонтних робіт у повітря робочої зони виділяються пил, гази та аерозолі металів. Для підтримання нормативних параметрів повітряного середовища необхідно забезпечити достатній повітрообмін.

Об'єм приміщення:

$$V = a \cdot b \cdot h$$

$$V = 8 \cdot 6 \cdot 4$$

$$V = 192 \text{ м}^3$$

Для ремонтно-механічних ділянок приймаємо кратність повітрообміну:

$$n = 4$$

Необхідна продуктивність вентиляційної системи:

$$L = 4 \cdot 192$$

$$L = 768 \text{ м}^3/\text{год}$$

Для забезпечення нормативного повітрообміну приймаємо припливно-втяжну вентиляцію продуктивністю 800 м³/год.

Особлива увага повинна приділятися безпечній експлуатації розробленого гідравлічного пристрою для демонтажу підшипників маточини. Згідно з конструкторською частиною роботи, пристрій забезпечує зусилля випресування до 10 т.

Максимальне робоче зусилля становить:

$$F = 100 \text{ кН}$$

Для забезпечення безпечної роботи приймаємо коефіцієнт запасу міцності:

$$k = 2$$

Тоді розрахункове навантаження:

$$F_p = F \cdot k$$

$$F_p = 100 \cdot 2 = 200 \text{ кН}$$

Таким чином, усі елементи конструкції пристрою повинні бути розраховані на навантаження не менше 200 кН.

Для запобігання травматизму необхідно:

перед початком роботи перевіряти стан гідроциліндра та рукавів високого тиску;

контролювати правильність встановлення захватів;

не перевищувати допустиме робоче навантаження;

використовувати захисні окуляри та рукавиці;

забороняти перебування людей у площині можливого вильоту деталі.

ВИСНОВКИ

У бакалаврській кваліфікаційній роботі проведено аналіз конструкції, умов роботи та характерних дефектів маточини переднього колеса автомобіля Opel Vectra 2. Встановлено, що найбільш поширеними пошкодженнями є зношення посадочних поверхонь під підшипники, деформація кріпильних отворів, корозійні пошкодження та утворення втомних тріщин у зоні фланця.

Виконано аналіз сучасних способів відновлення деталей машин та проведено порівняння існуючих конструкцій пристроїв для демонтажу підшипників. На підставі проведеного аналізу обґрунтовано доцільність використання наплавлення з подальшою механічною обробкою для відновлення зношених поверхонь маточини.

Розроблено технологічний процес відновлення маточини переднього колеса, який включає операції дефектування, механічної обробки, наплавлення, шліфування та контролю відновлених поверхонь. Запропонована технологія забезпечує відновлення геометричних параметрів деталі до номінальних значень та підвищення її експлуатаційної надійності.

У конструкторській частині роботи розроблено гідравлічний пристрій для демонтажу підшипників маточини. Виконані розрахунки підтвердили працездатність і міцність основних елементів конструкції. Використання розробленого пристрою дозволяє зменшити фізичне навантаження на працівника, скоротити час виконання ремонтних операцій та знизити ризик пошкодження деталей вузла.

У розділі охорони праці та безпеки життєдіяльності проведено аналіз небезпечних і шкідливих виробничих факторів, виконано розрахунки освітлення та вентиляції ремонтної дільниці, а також розроблено комплекс заходів щодо забезпечення безпечних умов праці.

Результати виконаної роботи свідчать про ефективність запропонованих технологічних та конструктивних рішень і підтверджують можливість їх практичного використання під час ремонту маточин передніх коліс автомобілів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Методичні вказівки до виконання кваліфікаційної роботи бакалавра за освітнім рівнем «бакалавр» галузі знань 27 «Транспорт» спеціальність 274 «Автомобільний транспорт» / Укладачі : О.Л. Ляшук, Ю.І. Пиндус, М.Г. Левкович, А.Б. Гупка, Р.В. Хорошун. – Тернопіль : ФОП «Паляниця В.А.», 2022. – 61 с .

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

3. Основи технології виробництва та ремонту автомобілів : Навчальний посібник / Укладачі : Гевко І.Б., Рогатинський Р.М., Ляшук О.Л., Гудь В.З., Левкович М.Г., Сташків М.Я., Сіправська М.Д. – Тернопіль : Вид – во ТНТУ імені Івана Пулюя, 2021. 544 с.

4 Підручник з будови автомобіля. Видання третє. Виправлене й доповнене – Моноліт 2021 – 288 с

5. Конспект лекцій з дисципліни «Відновлення деталей» для здобувачів освітнього рівня бакалавр за спеціальністю 274 «Автомобільний транспорт» / Укладачі: Левкович М.Г., Гупка А.Б., Сіправська М.Д. – Тернопіль: Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, 2021. – 136 с.

6. Oleg Lyashuk ,Andrii Gupka, Yuriy Pyndus , Vasily Gupka, Mariia Sipravska, Andrzej Wozniak, Mikola Stashkiv The tribology of the car: Research methodology and evaluation criteria ICCPT 2019: Current Problems of Transport: Proceedings of the 1st International Scientific Conference, May 28-29, 2019, Ternopil, Ukraine (ICCP T 2019), Ternopil, Ukraine, May 28-29, 2019.

7. O. Liashuk O. Livitskyi, V. Aulin , S. Lysenko , A. Hrynkiv, A.Gupka Parameters of the lubrication process during operational wear of the crankshaft bearings of automobile engines Problems of Tribology, V. 27, No 4/106-2022, 69-81.

8. Конспект лекцій (частина I) з дисципліни «Транспортні засоби» для студентів усіх форм навчання першого рівня освіти за спеціальністю 274 «Автомобільний транспорт», 275 «Транспортні технології» галузі знань 27 «Транспорт» / О.Л. Ляшук, Т.Д.Навроцька., Р.Р. Заверуха., Л.М. Слободян., Р.В. Хорошун. – Тернопіль, ТНТУ імені Івана Пулюя, 2021. – 132 с.

9. Кузьмінський Р.Д., Шарибура А.О Технічний сервіс. Ремонт електрообладнання тракторів і автомобілів Львів 2017 – 376 с