

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАРА

на здобуття освітнього ступеня

Бакалавр

(назва освітнього ступеня)

на тему: Удосконалення технологічного процесу відновлення рульового валу
автомобіля Volvo FH

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

«Автомобільний транспорт»

(шифр і назва спеціальності)

Володимир СТРОГОВ
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник Роман РОГАТИНСЬКИЙ
(підпис) (прізвище та ініціали)

Нормоконтроль Роман ХОРОШУН
(підпис) (прізвище та ініціали)

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

Рецензент
(підпис) (прізвище та ініціали)

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

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

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри
Олег ЦЬОНЬ
(підпис) (прізвище та ініціали)
«23» січня 2025 р.

З А В Д А Н Н Я

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ БАКАЛАВРА

на здобуття освітнього ступеня бакалавр
(назва освітнього ступеня)
за спеціальністю 274 «Автомобільний транспорт»
(шифр і назва спеціальності)
студенту Строгов Володимир Олександрович
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Удосконалення технологічного процесу відновлення рульового валу автомобіля Volvo FH

Керівник роботи Рогатинський Роман Михайлович., д.т.н., проф.
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Затверджені наказом ректора від « 23 » січня 2025 року № 4/7-39

2. Термін подання студентом завершеної роботи 09 червня 2025

3. Вихідні дані до роботи Базовий технологічний відновлення деталі.

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)

Рульова колонка вантажного автомобіля – 1А1;

Технологія усунення дефектів – 1А1;

Патентний пошук – 2А1;

Стенд для перевірки рульового механізму – 1А1;

Люфтомір – 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 23.січня 2025р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Загально-технічний розділ	15.05.2025	
2	Технологічний розділ	22.05.2025	
3	Конструкторський розділ	29.05.2025	
4	Безпека життєдіяльності, основи охорони праці	05.06.2025	
5	Оформлення графічної частини	06.09.2025	
6	Захист кваліфікаційної роботи бакалавра	16.06.2025	

Студент

(підпис)

Строгов Володимир Олександрович

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

(підпис)

Рогатинський Роман Михайлович

(прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

Кваліфікаційна робота бакалавра на тему: «Удосконалення технологічного процесу відновлення рульового валу автомобіля Volvo FH».

Робота виконана на кафедрі автомобілів Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя. Керівник кваліфікаційної роботи бакалавра д.т.н., професор Рогатинський Роман Михайлович.

Пояснювальна записка складається з п'яти розділів і 54 сторінки формату А4 та 6 аркушів формату А1 графічної частини сторінок додатків.

Ключові слова: зношування, наплавлення, механічна обробка, зносостійкість, рульовий вал.

ЗМІСТ

Вступ.....	6
1 ЗАГАЛЬНО-ТЕХНІЧНИЙ РОЗДІЛ.....	7
1.1 Гідравлічний рульовий механізм з підсилювачем керма.....	7
1.1.1 Принцип дії гідропідсилювача в режимі прямолінійного руху.....	8
1.2 Висновки та постановка завдання на кваліфікаційну роботу бакалавра....	10
2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ.....	12
2.1 Удосконалення процесу відновлення рульового валу.....	12
2.1.1 Аналіз характерних дефектів валів.....	12
2.1.2 Методи відновлення зношених рульових валів.....	13
2.1.3 Послідовність технологічних операцій для усунення дефектів.....	19
2.1.4 Розрахунок технологічного процесу відновлення деталі.....	20
2.2 Економічний розрахунок відновлення деталі.....	26
2.3 Технологія технічного обслуговування та контролю рульового керування автомобіля Volvo FH.....	27
3 КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ.....	36
3.1 Огляд інструментів та пристроїв для виконання ТП відновлення.....	36
3.1.1 Збірна торцева фреза для обробки зовнішніх циліндричних поверхонь..	36
3.1.2 Інструмент для глибинного шліфування циліндричних поверхонь.....	37
3.1.3 Устаткування для зовнішнього абразивного оброблення циліндричних заготовок.....	40
3.1.4 Устаткування для механічної обробки заготовок циліндричної форми..	42
4 БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ, ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ.....	46
4.1 Методи зменшення шуму на виробництві.....	49
4.2 Створення сприятливих умов праці на робочому місці.....	48
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ.....	51
БІБЛІОГРАФІЯ.....	53
ДОДАТКИ	

ВСТУП

Забезпечення надійної та безпечної експлуатації автомобільного транспорту значною мірою залежить від технічного стану його ключових вузлів і агрегатів. Одним із таких є рульовий вал - складова частина рульового керування, яка безпосередньо впливає на точність і стабільність керування автомобілем. В умовах інтенсивної експлуатації, особливо на комерційному транспорті марки Volvo, рульові вали піддаються значним динамічним і механічним навантаженням, що призводить до їх зношування, деформації чи інших дефектів.

Своєчасне та якісне відновлення рульового валу дозволяє не лише зекономити ресурси на придбання нових запчастин, але й продовжити термін служби автомобіля без втрати функціональних характеристик. Водночас традиційні методи ремонту не завжди забезпечують необхідну точність, зносостійкість або економічну доцільність, що зумовлює необхідність удосконалення технологічних процесів.

Актуальність обраної теми полягає в підвищенні ефективності та якості ремонту рульового валу шляхом впровадження сучасних методів відновлення, таких як наплавлення, нанесення зміцнюючих покриттів, високоточна механічна обробка тощо. Удосконалення технології ремонту сприяє зменшенню витрат, зниженню простоїв транспорту та покращенню експлуатаційних характеристик.

Метою кваліфікацій роботи бакалавра є аналіз існуючих технологічних рішень, вибір оптимального способу відновлення рульового валу автомобіля Volvo, а також розробка пропозицій щодо вдосконалення технологічного процесу ремонту з урахуванням техніко-економічних показників та вимог нормативної документації.

1 ЗАГАЛЬНО-ТЕХНІЧНИЙ РОЗДІЛ

1.1 Гідравлічний рульовий механізм з підсилювачем керма

Гідропідсилювач керма являє собою складову частину рульової системи транспортного засобу, яка забезпечує трансформацію енергії потоку гідравлічної рідини, створеної насосом, у додаткову механічну силу, що суттєво знижує зусилля, необхідне для обертання рульового колеса з боку водія.

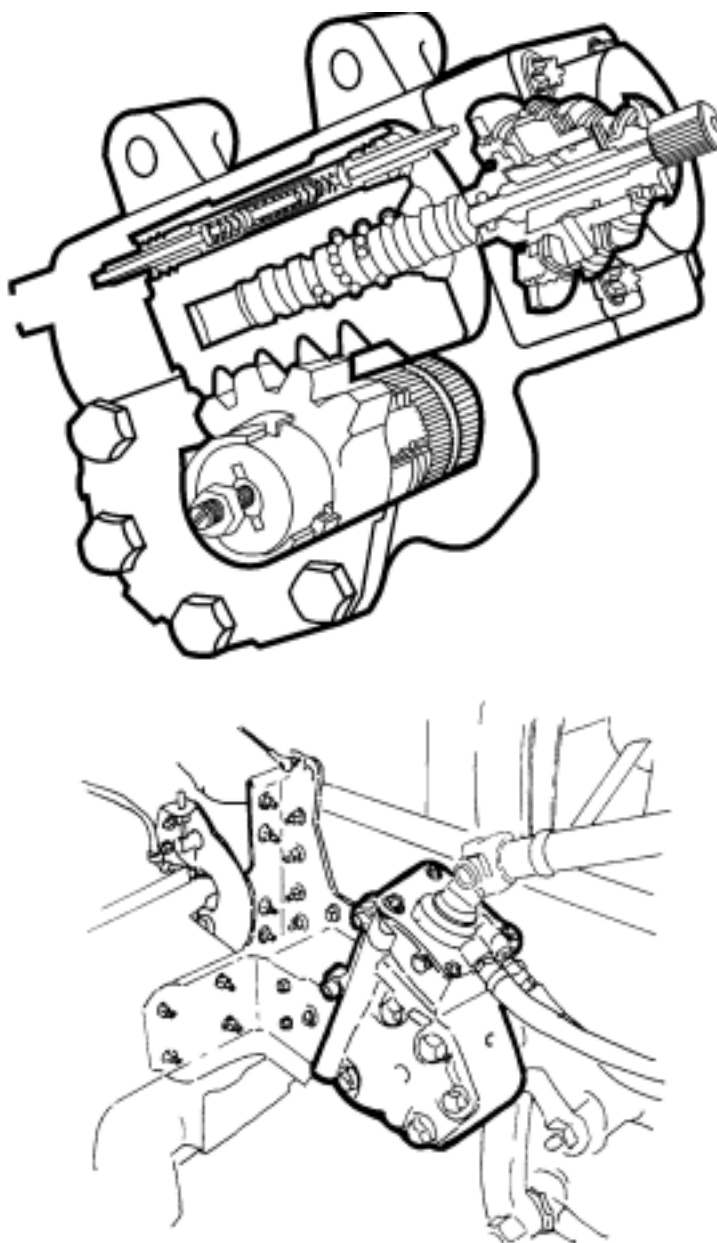


Рис. 1.1. Рульовий механізм.

У процесі функціонування гідравлічний насос подає робочу рідину під підвищеним тиском до гідроциліндра, інтегрованого в рульовий механізм.

Залежно від напрямку обертання кермового колеса, рідина надходить до відповідної сторони поршня, створюючи різницю тисків, яка формує силу, що впливає на зубчасту рейку або сектор. У результаті цього зусилля забезпечується повернення рульових коліс у необхідному напрямі.

Завдяки такій схемі дії, система гідравлічного підсилення суттєво підвищує комфортність керування транспортним засобом, особливо в умовах низькошвидкісного руху або при виконанні маневрів у тісному просторі, водночас зменшуючи втому водія під час експлуатації автомобіля.

1.1.1 Принцип дії гідропідсилювача в режимі прямолінійного руху

У режимі прямолінійного руху автомобіля гідравлічна рідина, яка знаходиться під високим тиском, надходить із насоса до рульового механізму. Потік робочої рідини циркулює через спеціально передбачені отвори у вузлі керувального клапана та черв'ячному валу, оминаючи при цьому плунжер силового циліндра.

За умов відсутності кермового впливу, тиск у гідросистемі вирівнюється з обох боків плунжера, що зумовлює одночасне відкриття обох запірних клапанів. Такий стан забезпечує безперешкодне переміщення рідини з однієї порожнини гідроциліндра в іншу та її подальший злив через відповідні відвідні канали у конструкції черв'ячного вала й керувального елемента.

Механізм дії системи гідропідсилення при повороті керма вправо.

При обертанні рульового колеса за годинниковою стрілкою відбувається обертання вхідного вала рульового механізму. Цей обертовий рух передається торсійному валу та черв'ячному валу, оскільки вони конструктивно пов'язані між собою за допомогою жорсткого з'єднання торсіонного елемента з обома валами.

Під час спроби черв'ячного вала зсунути поршень останній чинить опір, оскільки зусилля, необхідне для повороту секторного вала, перевищує передану силу. Внаслідок цього торсіонний вал деформується на кручення, що призводить до зміни відносного положення каналів і отворів у керуючому клапані та черв'ячному валу. Така зміна конфігурації каналів забезпечує подачу

робочої рідини під високим тиском у верхню порожнину силового циліндра, при цьому нижній запірний клапан перекривається.

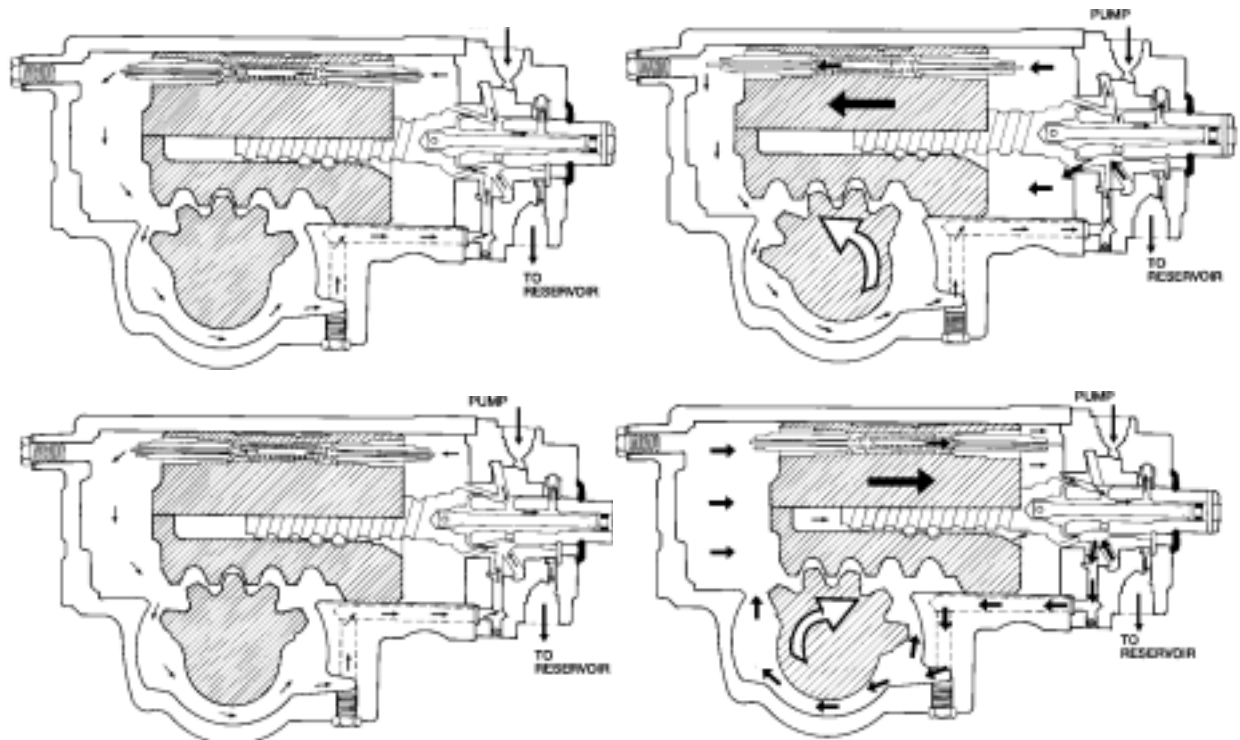


Рис. 1.2. Схема роботи рульового редуктора.

У результаті виникає градієнт тиску між верхньою та нижньою частинами поршня, що спрямовує його рух у бік задньої частини корпусу. Переміщення поршня спричиняє обертальний рух секторного вала, який передає зусилля на сошку кермового приводу, внаслідок чого здійснюється поворот керованих коліс праворуч.

Після завершення повороту нижній зворотний клапан відкривається, тиск у системі вирівнюється, а поршень повертається до центрального (нейтрального) положення під впливом зворотного потоку рідини та реактивного зусилля з боку механічної частини рульової системи, особливо під час руху транспортного засобу.

Функціонування рульового механізму під час повороту вліво та система обмеження крайніх навантажень. У разі обертання рульового колеса проти годинникової стрілки активація рульового механізму відбувається за схожим алгоритмом, як і при повороті вправо, проте з протилежним напрямком подачі робочої рідини. У такому режимі канали в розподільчому клапані та

черв'ячному валу вирівнюються таким чином, що гідравлічна рідина високого тиску спрямовується до зовнішньої порожнини силового циліндра. Водночас верхній зворотний клапан переходить у закритий стан.

Унаслідок створення різниці тиску між зовнішньою та внутрішньою сторонами поршня, виникає зусилля, яке переміщує поршень у напрямку передньої частини корпусу. Це лінійне переміщення трансформується у крутний момент секторного вала, що, своєю чергою, викликає зміщення сошки вбік від осі кермового моста та забезпечує поворот передніх коліс вліво.

Щоб уникнути перевищення допустимих навантажень у крайніх робочих положеннях, у конструкції передбачено захисну функцію. Її реалізовано за рахунок подовження штовхачів запірних клапанів, які виступають за межі клапанних гільз. При досягненні поршнем крайнього положення один зі штовхачів контактує з обмежувачем - відповідно, торцем циліндра при повороті вліво або фіксованим гвинтом при повороті вправо.

У момент контакту запірний клапан частково відкривається, що дозволяє знизити тиск у відповідній порожнині до безпечного рівня. Такий підхід дозволяє зупинити поршень до того, як він досягне жорсткого упору, забезпечуючи ефективний захист елементів рульового механізму та гідравлічного насоса від надмірних механічних і гідродинамічних навантажень.

1.2 Висновки та постановка завдання на кваліфікаційну роботу бакалавра

Провести аналіз типових дефектів рульових валів з урахуванням умов експлуатації. Побудувати схему з позначенням зон можливого зносу, викривлень, тріщин. Зробити висновки щодо причин виникнення кожного типу пошкодження.

Визначити придатні методи ремонту для кожного з виявлених дефектів. Порівняти технології: наплавлення, шліфування, встановлення втулок, зварювання, застосування вставок типу HELICOIL. Скласти таблицю відповідності "дефект – метод усунення – контрольна операція".

Описати повну послідовність технологічних операцій для ремонту валу. Побудувати операційну карту відновлення. Позначити контрольні точки перевірки якості.

Здійснити техніко-економічний розрахунок тривалості та вартості кожної операції. Обґрунтувати вибір режимів механічної обробки (V , S , t). Оформити розрахунок у вигляді таблиці технологічного процесу.

Порівняти вартість ремонту валу з ціною нового виробу. Провести розрахунок економії коштів при відновленні. Обґрунтувати доцільність застосування ТП у виробництві.

Розробити інструкцію з періодичного ТО вузлів рульового керування. Визначити контрольні параметри (вільний хід, зусилля, люфти). Провести аналіз умовного технічного стану на прикладі вибраного транспортного засобу.

Описати конструкцію та призначення фрез, шліфувальних і абразивних інструментів. Побудувати графічні зображення (ескізи) інструментів у проекціях. Визначити оптимальні параметри інструменту для заданих умов обробки.

Провести порівняльну характеристику доступного обладнання. Скласти схему розміщення верстатів на дільниці. Обґрунтувати вибір кожного з типів обладнання згідно завдань відновлення.

Проаналізувати рівень шуму при виконанні операцій обробки валів. Розробити заходи щодо зниження шумового навантаження. Вказати рекомендовані нормативні значення та порівняти з фактичними.

Розробити план робочого місця для оператора верстата (з дотриманням вимог ергономіки). Визначити засоби індивідуального захисту. Запропонувати заходи з профілактики професійних захворювань на дільниці ремонту валів.

2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ

2.1 Удосконалення процесу відновлення рульового валу

2.1.1 Аналіз характерних дефектів валів

В процесі експлуатації рульових валів відбувається поступове погіршення їх геометричних та механічних характеристик, що класифікується як спрацювання (рис. 2.1). Найбільш типовими ознаками зносу є порушення прямолінійності: вали зазнають вигину або скручування, що є наслідком тривалих деформацій під дією змінних навантажень.

На поверхнях шийок валів нерідко фіксуються локальні пошкодження у вигляді задирів, що виникають через порушення мастильного режиму або вплив сторонніх частинок. Крім того, початково циліндричні форми шийок можуть набувати неправильної геометрії - зокрема, конусоподібної, бочкоподібної чи овальної. Такі зміни істотно ускладнюють умови точного спряження із втулками або підшипниками.

Нерівномірне зношення шийок вала, а також внутрішніх поверхонь отворів втулок, зумовлюється переважно асиметричним розподілом навантажень, які виникають при обертанні. У випадку, коли на вал діє лише його власна маса, інтенсивніше зношується нижня половина опорної поверхні підшипника, що добре ілюструється на рис. 2.1.

Таким чином, знання типових видів ушкоджень дозволяє точніше діагностувати стан рульового валу, обґрунтовано вибирати методи ремонту та підвищувати ефективність процесу відновлення.

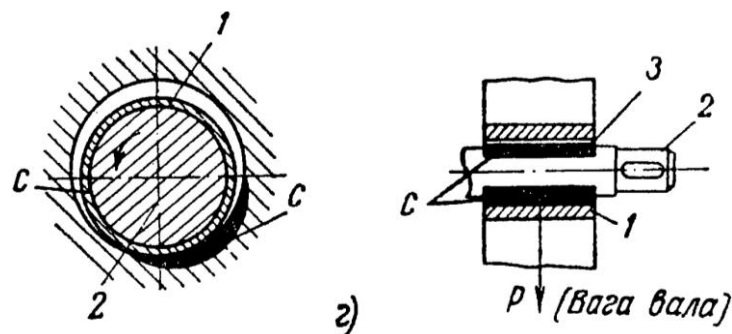


Рис. 2.1. Зони інтенсивного спрацювання (позначені літерою "с")

У процесі тривалої експлуатації циліндричні вали зазнають характерних форм зношування та пошкоджень, які негативно впливають на їх функціональну придатність і точність спряження з іншими елементами вузла. До основних видів дефектів, які спостерігаються у таких деталях, відносяться:

Зношування посадкових шийок, що виникає внаслідок багаторазового циклічного навантаження та втрати стабільності посадок у підшипникових вузлах.

Пошкодження шпонкових з'єднань і шліцевих поверхонь, що призводить до втрати крутильного моменту або появи люфту в з'єднанні.

Деформація або руйнування різьбових ділянок, яка зазвичай виникає внаслідок перевантаження, неправильного монтажу або корозійного впливу.

Порушення геометрії центрувальних отворів, що знижує точність базування вала при обробці або складанні.

Вигин вала, спричинений осьовими та радіальними навантаженнями, що перевищують допустимі значення жорсткості конструкції.

Ці дефекти є типовими причинами виведення вала з експлуатації або потреби у відновлювальному ремонті, а їх виявлення є обов'язковим етапом технічної діагностики.

2.1.2 Методи відновлення зношених рульових валів

Вибір відповідного методу ремонту зношеного циліндричного вала здійснюється на основі попереднього діагностичного обстеження, яке дозволяє визначити як тип пошкодження, так і ступінь його прояву. У разі незначного спрацювання шийок вала - наприклад, наявності дрібних поверхневих подряпин, слідів фретинг-корозії або овальності, що не перевищує 0,1–0,2 мм - застосовується метод фінішного шліфування, який дозволяє відновити вихідну геометрію з мінімальним зніманням матеріалу.

Однак до початку шліфувальних робіт обов'язково перевіряється технічний стан центрувальних отворів, оскільки саме вони визначають точність базування в процесі обробки. У разі виявлення пошкоджень (забоїн, вм'ятин, деформацій), ці ділянки мають бути відновлені в першу чергу шляхом

розточування, заварювання або наплавлення з наступною механічною обробкою.

Після приведення центрувальних баз у відповідний технічний стан проводиться виправлення осьової кривизни вала, що особливо актуально при наявності залишкових пружних деформацій вигину. Цей етап є критично важливим для забезпечення співвісності шийок та недопущення нерівномірного зносу після введення в експлуатацію.

У випадках, коли ступінь спрацювання шийок валів перевищує допустимі межі для фінішної обробки, проводиться їх механічне зменшення до ремонтного розміру шляхом попереднього обточування з подальшим шліфуванням. Результатом такої обробки є формування ремонтного діаметра, що менший за номінальний і забезпечує можливість подальшої експлуатації в умовах допустимого навантаження. Такий метод класифікується як відновлення за рахунок використання ремонтних розмірів.

Зменшення діаметра, як правило, допускається в межах 5–10% від початкового значення, і це рішення приймається з урахуванням типу навантажень, які сприймає деталь, зокрема - наявності ударних або змінних навантажень у зоні обробки.

У ситуаціях, коли технічно доцільно зберегти вихідні геометричні розміри шийок, застосовують встановлення ремонтних втулок. Для цього попередньо обточену поверхню піддають підготовці, після чого втулки напресовують або фіксують за допомогою високотемпературного епоксидного клею. Після встановлення втулки обробляються точінням або шліфуванням до розмірів, що відповідають технічним вимогам. Альтернативними методами відновлення зношених поверхонь є відновлення геометрії за рахунок нанесення додаткового металу. Залежно від специфіки ушкодження та матеріалу вала, можуть бути використані такі технології:

- вібродугове наплавлення,
- газотермічне напилювання (металізація),
- настилення,
- електрохімічне хромування, а також інші сучасні методи нанесення покриттів із підвищеною зносостійкістю.

Для відновлення геометричної прямолінійності вигнутих валів застосовують два основні методи правки - холодний і гарячий. Вибір способу визначається ступенем викривлення та геометричними параметрами вала. Зокрема, термічне вирівнювання використовується у тих випадках, коли величина прогину перевищує 0,008 від загальної довжини вала, або діаметр деталі перевищує 50 мм, що унеможливило ефективну корекцію без попереднього нагрівання.

При холодному способі випрямлення, що виконується за допомогою гідравлічного преса або спеціального скобового пристрою, вал встановлюється на дві опори таким чином, щоб випукла (вигнута) сторона була звернена до силового елемента - гвинта або повзуна. Навантаження прикладається поступово, у напрямку, протилежному вигину, до досягнення деформації, що наближається за величиною до початкового відхилення. Після цього проводиться контрольна правка, спрямована на відновлення заданої прямолінійності відповідно до нормативних допусків.

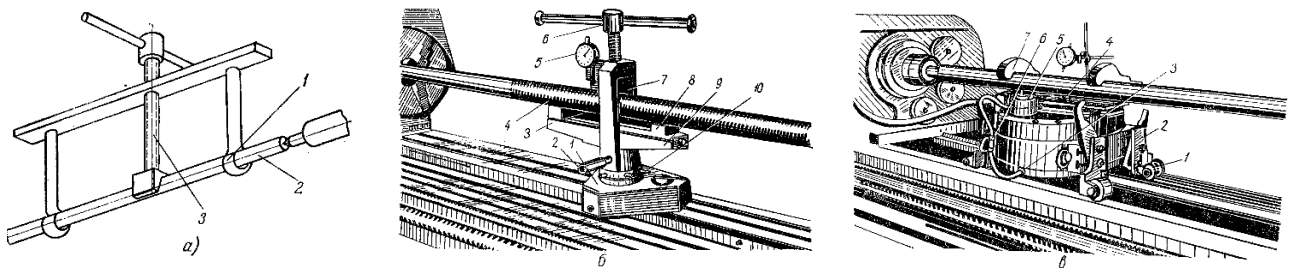


Рис. 2.2. Конструктивні елементи пристрою для рихтування валів:

1 – основа, яка виконує функцію опорної платформи для всієї системи; 2 – рукоятка для переміщення пристрою або повороту зусилля; 3 і 8 – пересувні опори, що забезпечують змінне позиціонування вала відповідно до його довжини; 4 – вал, який підлягає випрямленню; 5 – індикатор, що контролює величину вигину вала під час корекції; 6 – гвинт з рукояткою, який створює локальне зусилля на ділянці максимального прогину; 7 – мідна прокладка, що захищає поверхню вала від пошкоджень у зоні контакту з гвинтом; 9 – балка, яка об'єднує й стабілізує систему; 10 – регулювальна гайка, що дозволяє точно встановити висоту опор і забезпечити правильне позиціонування вала під час правки.

Холодне рихтування валів може виконуватись вручну із застосуванням простих засобів, таких як гвинтові скоби або важелі, однак найоптимальнішим рішенням з точки зору точності та прикладеного зусилля є використання гідравлічного або механічного преса.

На рисунку 2.4, а представлена гвинтова скоба, що застосовується для ручного випрямлення валів. Скоба закріплюється на валу (поз. 2) за допомогою двох захватних елементів (поз. 1) таким чином, щоб гвинт (поз. 3) був розташований безпосередньо над ділянкою з максимальним прогином. Обертаючи гвинт, створюють локальне згинальне зусилля, яке компенсує наявну деформацію. Після випрямлення в одній точці скобу переміщують вздовж осі вала і повторюють операцію на інших ділянках, поки не буде досягнуто загальної прямолінійності.

На рисунку 2.4, б наведено приклад більш складного механізованого пристрою, який має розширений функціонал, зокрема точніше дозування зусиль та стабільніший контроль положення оброблюваної деталі.

Для випрямлення валів із діаметром у межах від 20 до 60 мм доцільно використовувати пневматичний пристрій, зображений на рисунку 8.4, в. Конструкція пристрою передбачає встановлення корпусу на станину токарного верстата за допомогою чотирьох кронштейнів (поз. 2), оснащених роликами (поз. 1). Таке рішення забезпечує плавне переміщення по напрямних станини без значного зусилля з боку оператора.

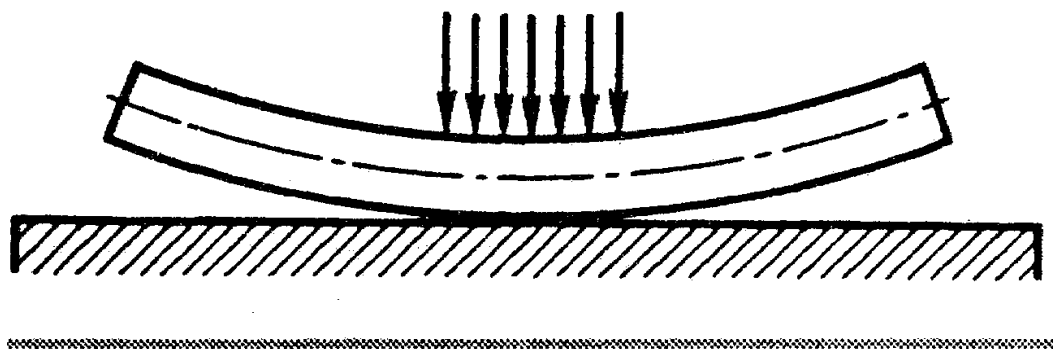


Рис. 2.3. Схема правки вала наклепом

Усередині корпусу розташовано шток (поз. 4), з'єднаний із двома пневматичними діафрагмами, що дозволяють створювати контрольоване зусилля в процесі рихтування. Подача стисненого повітря до верхньої та

нижньої порожнин корпусу здійснюється через штуцери (поз. 3 і 6), які з'єднані трубками із краном подачі повітря (поз. 5). Це дозволяє оператору точно регулювати зусилля натиску в залежності від характеру вигину.

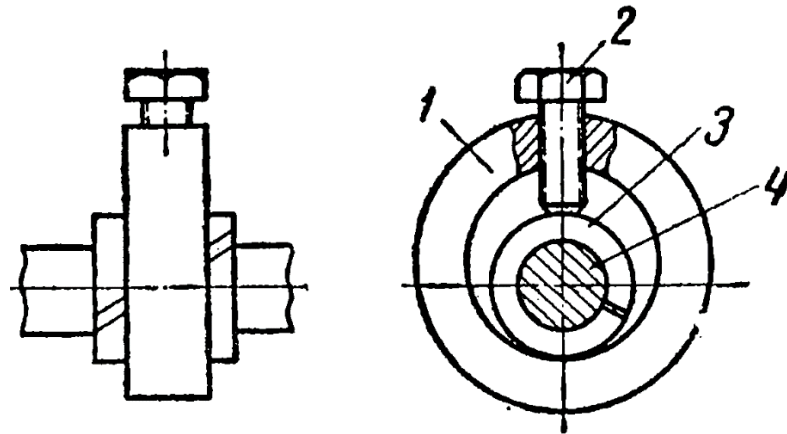


Рис. 2.4. Пристосування для притирання шийок валів та шпинделів:

1 – кільце, яке забезпечує напрямну функцію та центрує втулку відносно оброблюваної поверхні; 2 – затискний болт, що створює осьове навантаження, необхідне для фіксації деталей під час процесу притирання; 3 – розрізна втулка, яка завдяки своїй конструкції щільно охоплює шийку вала, рівномірно передаючи притиральне зусилля на поверхню; 4 – шийка вала, що підлягає обробці до заданого класу точності та шорсткості.

Під час обертання рукоятки керувального крана відбувається подача стисненого повітря одночасно до верхньої та нижньої порожнин пневматичного пристрою, що створює тиск на діафрагми. Останні передають зусилля на шток, забезпечуючи випрямлювальне навантаження до 5 тонн, необхідне для ефективного вирівнювання вигнутого вала.

На верхній частині корпусу пристрою розташовано два відкидні фіксатори (поз. 7), які можуть переміщуватися вздовж спеціальних пазів. Це дозволяє точно налаштувати їх положення відповідно до довжини ділянки викривлення вала. Регулювання міжцентрової відстані фіксаторів можливе в діапазоні від 150 до 500 мм, що робить пристрій універсальним для обробки валів різної довжини та конфігурації.

Для запобігання пошкодженню оброблюваної поверхні, на контактних поверхнях гаків, а також на торці штока встановлено мідні захисні накладки, які знижують ризик виникнення вм'ятин або задирів у процесі рихтування.

Контроль точності вирівнювання здійснюється за допомогою індикатора переміщення, закріпленого безпосередньо на корпусі пристрою. Це дозволяє оператору в режимі реального часу відслідковувати величину залишкового прогину й своєчасно припинити операцію після досягнення заданої прямолінійності.

У випадках, коли ступінь спрацювання шийок валів або шпинделів за діаметром становить 0,01–0,02 мм, доцільним є застосування методу притирання, що виконується безпосередньо на токарному верстаті з використанням спеціального інструменту - жимка (рис. 2.6).

Жимок конструктивно складається з таких елементів:

- 1 - кільце-хомут, яке охоплює шийку з певним натягом;
- 2 - затискний болт, що створює регульоване притирання;
- 3 - втулка-притир із подовжнім розрізом для еластичності посадки;

рукоятка-державка, яка в даному випадку умовно не зображена на рисунку.

Притиральну втулку виготовляють із м'яких металів, таких як чавун, мідь або бронза, а внутрішній діаметр втулки має відповідати номінальному розміру оброблюваної шийки.

Перед початком процесу на поверхню шийки наносять тонкий рівномірний шар суміші дрібнозернистого абразивного порошку та машинного масла. Після цього інструмент надягають на шийку і злегка підтягують болт (поз. 2), забезпечуючи початковий тиск між втулкою-притиром і оброблюваною поверхнею.

Далі запускають верстат, встановивши частоту обертання шпинделя у межах 10–20 м/хв, та здійснюють поступальні рухи жимком уздовж осі шийки для рівномірного притирання по всій довжині. Впродовж обробки періодично оновлюють притиральну суміш і докручують болт, що дозволяє підтримувати стабільний контакт притира з оброблюваною поверхнею.

Після усунення зношування на шийці шпинделя необхідно провести ретельне очищення притирання. Для цього як притир, так і поверхню обробленої шийки промивають гасом, з метою видалення залишків абразивної суміші. Далі на шийку рівномірно наносять фінішну доводочну пасту, основу

якої також становить гас, і здійснюють завершальну обробку для досягнення високої точності та необхідної шорсткості поверхні.

У разі наявності тріщин або переломів валів, їх відновлення проводиться методами електродугового або газового зварювання. Перед зварювальними роботами окремі частини вала укладаються на спеціальні опори - призми чи напрямні, де здійснюється їх вивірення з метою точного поєднання геометричних осей. Лише після досягнення повної співвісності допускається виконання зварювального шва.

Для валів невеликого діаметра, але значної довжини, перед зварюванням рекомендується попередній підігрів до температури близько 300 °С, що дозволяє знизити ризик виникнення внутрішніх напружень і деформацій (жолоблення) в процесі зварювання.

У випадку, якщо після зварювання спостерігається викривлення вала, його випрямляють одним з раніше описаних способів (механічним, пневматичним або термічним). Завершальним етапом відновлення є термічна обробка, яка повертає матеріалу необхідні механічні властивості та стабілізує структуру після зварювання.

2.1.3 Послідовність технологічних операцій для усунення дефектів

1 Зірвана різьба на торці вала (M24×1,5). Видаляється стара різьба. Нарізується нова різьба за допомогою настановної оправки або різьбової вставки типу HELICOIL, що забезпечує відновлення початкового профілю.

2 Спрацювання шийок під підшипник. Проводиться наплавлення зносостійким матеріалом, далі – механічна обробка до ремонтного розміру Ø41,955 мм. Контроль – мікрометричний.

3 Тріщина або злам. Частини вала зварюються електродуговим або газовим зварюванням після точного вивірення осей на призмах. Якщо діаметр ≤60 мм - попередній підігрів до 300 °С. Після зварювання - механічне випрямлення та термічна обробка.

4 Зношення посадкових шийок. Виконується проточування під ремонтний розмір Ø41,90 мм, із подальшим шліфуванням до точності 6–7 квал.

5 Виломана частина зуба шліцьової частини. Здійснюється встановлення вставки (типу "ластівчин хвіст") з подальшим зварюванням і шліфуванням профілю. Можливе використання литої вставки, якщо геометрія складна.

6 Викришений зуб. Відновлення шляхом наплавлення металу по зубу за шаблоном і подальше відновлення форми зуба фрезеруванням або доводкою шліфом.

Обладнання та засоби контролю:

Токарний верстат – для проточування та притирання шийок;

Шліфувальний верстат – для забезпечення точності відновлених ділянок;

Зварювальне обладнання – електродугове/газове;

Призматичні опори – для вивірення валів;

Мікрометри, нутроміри, індикатори – контроль розмірів і геометрії;

Штангенциркулі – первинний вимір;

Шаблони зубчастих профілів – контроль форми зуба після ремонту.

Заключна операція:

Повна очистка, контроль концентричності, динамічне балансування (якщо передбачено) і змазування поверхонь тертя.

2.1.4 Розрахунок технологічного процесу відновлення деталі

1. Розрахунок операції ТП відновлення внутрішньої різьби M24×1,5 з використанням вставки HELICOIL.

1. Вихідні дані:

Деталь: Рульовий вал

Матеріал деталі: Сталь 40, HB 220.

Тип різьби: M24×1,5.

Довжина нарізання різьби: ≈30 мм.

Спосіб відновлення встановлення різьбової вставки HELICOIL.

Інструмент свердло + мітчик під HELICOIL + вставник.

2. Послідовність технологічних переходів:

Свердління отвору під вставку (замість зірваної різьби).

Різьбонарізання спеціальним мітчиком під HELICOIL (тип STI).

Встановлення вставки HELICOIL у підготовлений отвір.

Видалення направляючого хвостовика вставки (при необхідності).

3. Технологічні параметри та вибір інструменту:

Розрахунок свердління:

Діаметр отвору під HELICOIL для M24×1,5 = Ø22,5 мм

Глибина свердління 30 мм

Швидкість різання (для сталі 40, свердло HSS) V=20м/хв

Обертова швидкість шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 20}{3.14 \cdot 22.5} \approx 283 \text{ об/хв}$$

Подача 0,2 мм/об.

Нарізання різьби під вставку:

Мітчик типу STI (Special Thread Insert) M24×1,5 STI.

Швидкість різання V ≈ 8–10 м/хв..

Обертова частота n≈100об/хв..

Подача мітчика: = 1,5 мм/об.

Час нарізання: ~1,5–2 хв.

Встановлення вставки:

Вставка HELICOIL стандартна (довжина 1D або 1,5D).

Час установки ≈ 1 хв

Контроль моменту закручування (при потребі) – торцевим ключем-вставником.

4. Загальний час на операцію:

Етап	Опис	Орієнтовний час, хв
1	Свердління під вставку Ø22,5	0,5
2	Різьбонарізання STI мітчиком	1,5
3	Встановлення вставки HELICOIL	1,0
4	Контроль якості (різьбовий калібр)	0,5
Разом		3,5 хв

5. Необхідне обладнання та інструмент:

Верстат: токарно-гвинторізний або свердлильний 2A135.

Свердло Ø22,5 мм (HSS або з твердосплавними напайками).

Мітчик під HELICOIL (STI).

Вставник HELICOIL.

Вставка HELICOIL M24×1,5 (довжина 1,5D).

Калібр-контроль (M24×1,5-6H).

Методика відновлення внутрішньої різьби за допомогою вставки типу HELICOIL дозволяє повністю відновити різьбову посадку без зменшення міцності з'єднання. Відновлена різьба відповідає класу точності 6H, а ремонтна операція є швидкою, точною та технологічно доцільною для повторного використання деталі.

2. Технологічний розрахунок операції відновлення шийок під підшипник.

1. Вихідні дані:

Зона дефекту. шийки під підшипник.

Вид зносу спрацювання діаметра до Ø41,75 мм (вихідний Ø42).

Спосіб відновлення наплавлення зносостійким матеріалом + обробка під Ø41,955 мм.

Спосіб контролю мікрометричний контроль.

2. Послідовність технологічних операцій:

1. Підготовка поверхні шийки до наплавлення (зачистка, знежирення).

2. Наплавлення зносостійким дротом (електродуговим методом).

3. Охолодження в спокійному повітрі або термообробка (за потреби).

4. Попереднє точіння до Ø42,10 мм.

5. Шліфування до розміру Ø41,955 мм.

6. Мікрометричний контроль діаметра та овальності.

3. Рекомендовані режими наплавлення та обробки:

Наплавлення: дріт марки Св-08Г2С або флюсопорошковий тип ПП-АН, струм 120–140 А, напруга 20–24 В.

Швидкість подачі електрода: 10–12 м/год.

Швидкість наплавлення: 6–8 м/год.

Обробка після наплавлення: припуск на чистове точіння 0,15 мм; на шліфування - 0,05 мм.

Розмір після шліфування: Ø41,955 мм.

4. Орієнтовний час виконання:

Етап	Опис	Час, хв
1	Підготовка поверхні до наплавлення	10
2	Наплавлення зносостійким дротом	15
3	Охолодження та термостабілізація	20
4	Попереднє точіння до Ø42,10	10
5	Шліфування до Ø41,955	12
6	Контроль точності мікрометром	3
	Разом	70

5. Обладнання та засоби контролю.

Зварювальний апарат типу ВДУ-506 або аналогічний.

Токарний верстат мод. 1К62 або подібний.

Шліфувальний верстат.

Мікрометри, штангенциркуль, контрольне кільце.

Операція наплавлення з наступною механічною обробкою дозволяє точно відновити зношені шийки під підшипники до ремонтного розміру Ø41,955 мм. Застосування мікрометричного контролю гарантує відповідність геометричних параметрів та експлуатаційну надійність деталі.

3. Розрахунок операції ТП відновлення відновлення вала зі зламаною або тріснутою ділянкою.

Технологічна сутність операції:

У разі наявності тріщини або повного зламу вала здійснюється відновлення методом зварювання. Перед початком зварювальних робіт проводиться точне встановлення частин вала на призмах або у спеціальних напрямних із забезпеченням співвісності. Допуск на співвісність – не більше 0,03 мм.

Технологічна послідовність:

1. Попередня підготовка зламаних поверхонь: механічне зачищення та знежирення.

2. Встановлення частин вала на призмах і вивірення співвісності.

3. Попередній підігрів до температури 300 °С (за діаметра ≤ 60 мм).
4. Електродугове або газове зварювання за декілька проходів.
5. Повільне охолодження вала (в термоізоляції або печі).
6. Механічне випрямлення за допомогою преса, скоби або пневмопристосування.
7. Термічна обробка: відпал або нормалізація з метою зняття залишкових напружень.

Контроль якості:

Візуально-оптичний контроль зварного шва;

Контроль геометрії – індикатором;

Додатково (за потреби) – ультразвуковий контроль.

Обладнання:

Призми для встановлення;

Піч або газовий пальник для підігріву;

Зварювальний апарат (ММА або TIG);

Прес або пристрій для випрямлення;

Піч для термообробки.

Матеріали.

Електроди типу E50A або аналогічні (залежно від матеріалу вала);

Теплоізоляційний матеріал (азбестова тканина, мінеральна вата).

Обов'язкове ведення температурного режиму зварювання і охолодження для уникнення утворення мікротріщин.

4. Відновлення посадкових шийок шляхом проточування та шліфування.

Характер дефекту: зношення посадкової шийки вала.

Номінальний розмір до зношення: Ø42,00 мм.

Ремонтний розмір після обробки: Ø41,90 мм.

Точність після шліфування: 6–7 квалітет.

Тип обробки: механічне проточування з подальшим шліфуванням.

Контроль якості: мікрометричний контроль за допомогою мікрометра.

Технологічний маршрут:

1. Установлення деталі в центрах токарного верстата.

2. Проточування шийки до розміру $\varnothing 41,94$ мм з припуском на шліфування.

3. Термічна стабілізація (за необхідності).

4. Шліфування шийки до $\varnothing 41,90$ мм з точністю 6–7 квал.

5. Контроль геометрії, шорсткості та точності.

Розрахункова частина:

Приймаємо припуск на шліфування: 0,04 мм (двобічний).

Після токарної обробки: $\varnothing 41,94$ мм.

Після шліфування: $\varnothing 41,90$ мм $\pm 0,008$ мм (для 6–7 квал).

Параметри шорсткості R_a після шліфування: 0,32–0,63 мкм.

Обладнання та інструмент:

Токарний верстат моделі 16K20 або аналогічний.

Шліфувальний верстат типу 3Б151.

Твердосплавний різець типу T15K6.

Шліфувальний круг 25A F60 K5 V.

Мікрометр для контролю $\varnothing 25$ –50 мм.

Обробка виконується у два етапи: попереднє проточування до $\varnothing 41,94$ мм та фінішне шліфування до $\varnothing 41,90$ мм. Обрані методи забезпечують необхідну точність та якість поверхні, а також відновлюють посадкову поверхню згідно з технічними вимогами.

5 Відновлення зуба шліцьової частини.

Опис дефекту:

Виломана частина зуба шліцьової частини вала.

Метод усунення дефекту:

Здійснюється встановлення вставки типу "ластівчин хвіст" у підготовлену порожнину дефектної зони, після чого виконується зварювання по периметру вставки для забезпечення надійного з'єднання. У разі складної геометрії можлива заміна пошкодженої ділянки на спеціально виготовлену литу вставку. Після зварювання проводиться остаточне шліфування профілю з відновленням геометрії шліца відповідно до технічної документації.

Розрахункові параметри:

Площа зварюваної поверхні (орієнтовно): 120–150 мм².

Товщина шва: 2,5–3 мм.

Зварювальний струм: 80–100 А.

Матеріал вставки: сталь аналогічного класу до основного матеріалу вала.

Обладнання: ручне дугове зварювання або аргонно-дугове (TIG).

Інструмент: шаблон шліцьового профілю, абразивний круг для фінішної обробки.

Контроль якості: Візуальний контроль зварного шва. Магнітопорошкова дефектоскопія (на наявність тріщин). Контроль профілю шліца шаблоном. Перевірка з'єднання по посадці (наприклад, з відповідною втулкою).

6 Відновлення викришеного зуба.

Вид дефекту: викришений зуб шліцьової частини вала.

Спосіб відновлення:

1. Виконується наплавлення металу на ушкоджену ділянку зуба згідно з шаблоном початкового профілю.

2. Після наплавлення виконується механічна обробка: фрезерування або шліфування, для досягнення необхідної геометрії та точності профілю зуба.

3. Фінішна обробка виконується відповідно до класу точності шліцьового з'єднання (6–8 квалитет).

Контроль здійснюється за допомогою шаблону або калібру-шліцеміра відповідного стандарту. Можливий контроль мікрометричним інструментом та візуальне порівняння з кресленням.

Додаткові умови: При наплавленні використовуються зносостійкі дроти або порошкові електроди з відповідною твердістю. Після наплавлення можлива термічна обробка для зняття залишкових напружень та зміцнення зуба.

2.2 Економічний розрахунок відновлення деталі

Метою даного розрахунку є визначення доцільності проведення технологічного процесу відновлення вала шляхом аналізу витрат на ремонт у порівнянні з вартістю придбання нової деталі.

У рамках економічного обґрунтування були враховані витрати на наступні технологічні операції. Відновлення зірваної різьби на торці вала за

допомогою різьбової вставки типу HELICOIL. Наплавлення та механічна обробка зношених шийок під підшипник до ремонтного розміру. Зварювання тріщин або зламів із попереднім підігрівом, вивіренням на призмах, механічним випрямленням і термічною обробкою. Проточування і шліфування посадкових шийок до 6–7 квал. Встановлення вставки у вигляді «ластівчиного хвоста» із подальшим зварюванням і фінішною обробкою шліцьової частини. Наплавлення зруйнованого зуба з подальшим формоутворенням методом фрезерування або доводкою.

Вартість нової деталі: 4800.00 грн.

Вартість операцій з відновлення:

Операція	Трудо- місткість (год)	Вартість матеріалів (грн)	Загальна вартість (грн)
Нарізання нової різьби (HELICOIL)	0.50	100.00	175.00
Наплавлення шийок	1.20	250.00	430.00
Механічна обробка після наплавлення	1.00	50.00	200.00
Зварювання тріщини	1.50	200.00	425.00
Проточування та шліфування	1.00	100.00	250.00
Встановлення вставки в шліць	1.20	180.00	360.00
Наплавлення зуба і доведення	1.40	160.00	370.00

Загальні витрати на відновлення: 2210.00 грн.

Економічний ефект (у порівнянні з новою деталлю): 2590.00 грн.

2.3 Технологія технічного обслуговування та контролю рульового керування автомобіля Volvo FH

1. Загальні положення. Рульове керування вантажного автомобіля Volvo FH належить до життєво важливих систем активної безпеки транспортного засобу. Його своєчасне технічне обслуговування (ТО) та контроль технічного

стану забезпечують надійне керування автомобілем і запобігають передчасному зносу деталей і вузлів.

2. Періодичність технічного обслуговування рульового керування Volvo FH

Технічне обслуговування рульового керування автомобіля Volvo FH здійснюється відповідно до заводського регламенту, розробленого компанією Volvo Trucks, та залежить від умов експлуатації транспортного засобу. Основна мета ТО - забезпечити безпечну та безвідмовну роботу рульового механізму та допоміжних елементів, зокрема гідропідсилювача керма.

Регламентована періодичність обслуговування.

Вид обслуговування	Періодичність проведення	Основні операції
ТО-1 (візуальний контроль)	Кожні 10 000–15 000 км або щомісяця	Візуальний огляд рульових тяг і шарнірів на наявність люфту, пошкоджень пильників і слідів витoku Перевірка рівня рідини в бачку гідропідсилювача Оцінка вільного ходу рульового колеса
ТО-2 (повне обслуговування)	Кожні 40 000–60 000 км або двічі на рік	Очищення елементів системи від забруднень Перевірка моменту затягування кріплень рульового механізму та насосів Діагностика гідравлічного підсилювача (шум, тиск, пульсації) Оцінка герметичності магістралей Контроль зусилля на рульовому колесі (не більше 6 Н) Перевірка на відповідність параметрів вільного ходу керма (не більше 15° або 35–40 мм на ободі)

У разі інтенсивної експлуатації в умовах великого навантаження, пересування бездоріжжям або агресивного кліматичного впливу (мороз, пил, волога), періодичність ТО-2 може скорочуватися до 30 000 км, а ТО-1 до 7 000–10 000 км.

Додаткові регламентні заходи (раз на рік або при пробігу понад 100 тис. км):

Заміна гідравлічної рідини в системі підсилювача керма;

Заміна зношених пильників або наконечників рульових тяг;

Балансування передньої осі та контроль кута повороту коліс;

Регулювання рульової рейки або гвинтового механізму.

Висновки щодо організації ТО. Організація технічного обслуговування рульового керування на базі АТП або сервісного центру повинна включати систему обліку пробігу та часу між обслуговуваннями. Обов'язковим є журнал огляду рульового керування, де фіксуються дати, виявлені дефекти та заходи щодо усунення.

3. Технологічна послідовність обслуговування

3.1. Візуальний огляд та перевірка герметичності

На етапі технічного обслуговування рульового управління одним із першочергових заходів є візуальна діагностика елементів системи з метою виявлення потенційних дефектів, зокрема витоків гідравлічної рідини, порушення герметичності та пошкодження зовнішніх елементів захисту.

Огляд здійснюється візуально на підйомнику або оглядовій ямі. Необхідно ретельно перевірити:

Корпус рульового редуктора на наявність слідів витікання рідини по ущільненнях та з'єднаннях;

Шланги високого і низького тиску, що йдуть від насоса до рульового механізму, на предмет роздувань, тріщин, надломів або слідів старіння гуми;

Місця з'єднання шлангів із фітингами, особливо в зонах кріплення до насоса та корпусу редуктора - навіть незначні патьоки свідчать про початок розгерметизації.

Контроль рівня та стану робочої рідини. Наступним кроком є перевірка рівня рідини у бачку гідропідсилювача керма:

Рівень повинен бути в межах позначок MIN–MAX на корпусі бачка;

При недостатньому рівні - слід долити сертифіковану рідину, рекомендовану виробником, зокрема Volvo VDS, Pentosin CHF 11S або інші, що мають відповідність специфікації Volvo 97341;

Одночасно здійснюється оцінка якості рідини: нормальна рідина має бути прозорою або світло-жовтою, без механічних домішок, помутніння або запаху горілого - ці ознаки вказують на необхідність її заміни.

Оцінка стану пильників та шарнірних з'єднань

Пильники, які закривають шарніри та наконечники рулевих тяг, мають бути:

Цілісними, без тріщин і розривів;

Еластичними, без ознак пересихання, задубіння чи деформацій;

При виявленні пошкодження пильника - обов'язково перевіряється стан внутрішнього шарнірного з'єднання на наявність пилу, вологи або іржі, що може спричинити передчасне зношення.

Візуальний контроль рулевого керування є ключовим профілактичним заходом, що дозволяє виявити критичні несправності на ранній стадії. Регулярна перевірка герметичності та стану зовнішніх елементів системи значно підвищує надійність рулевого керування, знижує ймовірність гідравлічних відмов і сприяє підвищенню загального рівня безпеки руху.

3.2. Перевірка зусилля на рулевому колесі. З метою контролю працездатності підсилювача рулевого керування і визначення можливих відхилень у роботі рулевого механізму, проводиться вимірювання зусилля, необхідного для повороту рулевого колеса відносно його початкового положення.

Порядок виконання перевірки.

Підготовка автомобіля:

Автомобіль має бути встановлений на горизонтальну, рівну і суху площадку;

Рухоме обладнання повинно бути зупинене, а колеса виставлені в положення "прямо";

Двигун має працювати на холостому ході, що забезпечує нормальне функціонування гідропідсилювача керма;

У разі застосування пневмопідвіски - рівень кузова має бути стабілізований у транспортному положенні.

Вимірювання зусилля:

До обідка рульового колеса кріпиться динамометричний ключ або інший сертифікований вимірювальний пристрій, з фіксацією прикладеного зусилля;

Плавна здійснюється поворот рульового колеса на кут 30° відносно початкового положення;

В процесі обертання реєструється максимальне значення зусилля, що виникає на обідку рульового колеса в момент початку обертання.

Оцінка результату:

Згідно з нормативами експлуатаційної документації Volvo Trucks, допустиме значення зусилля не повинно перевищувати 6 Н;

Якщо зафіксовано значення, що перевищує вказану межу, слід провести додаткову діагностику гідропідсилювача, перевірити стан насоса, рівень рідини, гідравлічні з'єднання, а також справність кульових шарнірів і рульового редуктора.

Підвищене зусилля на рульовому колесі може свідчити про:

недостатній тиск у гідросистемі,

спрацювання насоса підсилювача керма,

підтікання або забруднення гідравлічної рідини,

зношення або заклинювання шарнірних з'єднань.

3.3. Контроль вільного ходу рульового колеса. Оцінка вільного ходу рульового колеса є важливим етапом технічного обслуговування рульового управління, оскільки надмірний люфт може вказувати на зношення шарнірних з'єднань, послаблення кріплень або несправності в рульовому механізмі.

Порядок виконання перевірки.

Підготовка до вимірювання:

Автомобіль встановлюється на рівну горизонтальну поверхню;

Колеса виставляються у прямолінійне положення;

Двигун може бути вимкнений, проте система повинна бути розвантажена (без зусилля на підсилювач).

Методика вимірювання:

Плавно обертайте рульове колесо в одну сторону до моменту початку реакції з боку рулевих тяг (фіксується перше зміщення поворотної тяги або сошки);

Потім обертайте колесо у протилежному напрямку до моменту аналогічної реакції зворотного ходу;

За допомогою транспортиру або розмітки на обідку керма визначається кут повороту між двома точками від початку до початку руху тяг (або вимірюється переміщення по дузі обідка).

Оцінка відповідності:

Згідно з технічними нормами, допустиме значення вільного ходу не повинно перевищувати 15° , що відповідає приблизно 35–40 мм переміщення по обідку рульового колеса;

Якщо зафіксоване значення перевищує норму, необхідно перевірити:

Стан рулевих тяг і наконечників;

Люфт у шарнірних з'єднаннях;

Кріплення редуктора керма та сошки;

Механізм гідропідсилювача (у тому числі шліцьове з'єднання вала рульового механізму).

Навіть незначне перевищення допустимого вільного ходу може знижувати точність керування автомобілем та призводити до підвищеного зносу вузлів рульового механізму.

3.4. Оцінка люфту в шарнірах і з'єднаннях рульового керування. Контроль технічного стану шарнірних елементів та з'єднань у системі рульового управління є критично важливою процедурою, оскільки надмірний люфт безпосередньо впливає на точність управління та безпеку руху.

Порядок виконання перевірки:

Підготовка:

Автомобіль фіксується на оглядовій ямі або підйомнику;

Передні колеса вивішуються для забезпечення вільного обертання;

Рульове колесо встановлюється у нейтральне положення (прямолінійний рух).

Методика перевірки люфту:

На кожне кероване колесо поперемінно прикладається зусилля в напрямках повороту (вліво/вправо);

При цьому спостерігається за відносним зміщенням шарнірів та рульових тяг;

Вимірювання здійснюється індикатором годинникового типу або кутоміром, встановленим на відповідні елементи з'єднання.

Оцінка результатів:

Максимально допустимий осьовий люфт у шарнірах - до 0,3 мм;

Допустиме кутове зміщення у сферичних наконечниках - не більше 1°;

При перевищенні вказаних меж вузли вважаються непридатними до подальшої експлуатації та підлягають ремонту або заміні.

У разі виявлення люфтів, що наближаються до граничних значень, рекомендовано проводити додаткову діагностику на предмет зносу кульових пальців, втулок, різьбових з'єднань або ослаблення фіксуючих елементів.

3.5. Перевірка функціонування гідропідсилювача рульового механізму

Для забезпечення ефективної керованості та безпеки автомобіля важливо своєчасно перевіряти працездатність гідравлічного підсилювача рульового управління, особливо у важконавантажених транспортних засобах, таких як Volvo FH.

Порядок виконання перевірки:

Підготовка до перевірки:

Автомобіль розміщується на рівному майданчику;

Перевіряється рівень робочої рідини в розширювальному бачку гідропідсилювача;

Запускається двигун у режимі холостого ходу.

Виконання тестових дій:

Кермо обережно повертається від упору до упору в обидві сторони;

Спостерігається за поведінкою системи у момент максимального навантаження.

Оцінювання результатів:

При справному гідропідсилювачі обертання рульового колеса повинно бути плавним, без ривків;

В гідросистемі не повинно бути чути сторонніх шумів (гудіння, вібрацій), які свідчать про кавітацію або зношення насоса;

Рідина в бачку має залишатися прозорою, без ознак спінення або утворення емульсії, що могло б свідчити про потрапляння повітря або води в систему.

У разі виявлення відхилень, необхідно провести додаткову перевірку герметичності магістралей, стану насоса підсилювача, а також замінити фільтр або рідину згідно регламенту обслуговування.

3.6. Перевірка надійності кріплення вузлів рульового керування. Стан кріплень рульових агрегатів безпосередньо впливає на загальну безпеку руху та ефективність передавання зусилля від водія до керованих коліс. Ненадійне з'єднання може призвести до люфтів, зниження точності керування або навіть виходу системи з ладу.

Порядок контролю:

Візуальний огляд:

Оцінити стан кріпильних елементів гідропідсилювача, рульового механізму, рульової колонки, кронштейнів.

Перевірити відсутність слідів послаблення, корозії, тріщин біля отворів під болти.

Динамометричний контроль:

За допомогою каліброваного динамометричного ключа здійснюється перевірка моменту затягування болтів і гайок.

Для рульового механізму рекомендований момент затягування знаходиться в межах 130–150 Н·м, залежно від конкретної модифікації автомобіля та типу встановленого агрегату.

Коригування:

Якщо фактичне зусилля затягування не відповідає нормативним параметрам, здійснюється повторна затяжка до рекомендованого моменту.

Затягування слід виконувати по діагоналі, рівномірно, дотримуючись черговості згідно з технічним регламентом. Повторна перевірка рекомендується після 1000–1500 км пробігу після технічного втручання в систему.

5. Прилади та інструменти. Домкрат або підйомник; Динамометр; Індикатор люфту; Щуп для контролю рівня рідини; Ключі з моментним обмеженням; Вимірювач вільного ходу керма.

Регулярне проведення технічного обслуговування вузлів рульового керування на автомобілях Volvo FH дозволяє підтримувати необхідний рівень безпеки та експлуатаційної надійності, а також запобігає передчасному зносу компонентів. Контроль функціонування підсилювача, герметичності системи, ступеня зносу шарнірів і вільного ходу керма дає змогу виявити несправності на ранній стадії та вчасно усунути їх без суттєвих витрат.

3 КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ

3.1 Огляд інструментів та пристроїв для виконання ТП відновлення

3.1.1 Збірна торцева фреза для обробки зовнішніх циліндричних поверхонь

Згідно з патентом України №62550, авторами якого є Ю.Ф. Белугін, А.Г. Кондрашов та В.І. Жигалов, розроблено конструкцію збірної торцевої фрези, призначеної для обробки циліндричних поверхонь.

Інструмент складається з корпусу, що має форму тіла обертання, в якому розташовані посадкові гнізда для монтажу різальних елементів. Щонайменше одна ріжуча пластина, що має головну та допоміжну різальні кромки, а також мінімум одна зачистна пластина встановлюються у відповідних гніздах за допомогою елементів кріплення.

Конструктивною особливістю цієї фрези є застосування в ролі зачистної пластини елемента, ідентичного до основної ріжучої пластини, але з додатковою зачистною кромкою, орієнтованою в площині, що перпендикулярна осі обертання інструмента. Кількість зачистних пластин визначається відповідно до заданої аналітичної залежності, яка враховує геометричні та експлуатаційні параметри обробки.

$$n = \frac{a}{a_{пл}}$$

де $a_{пл}$ - це довжина прямолінійної ділянки різальної кромки пластини;

a - довжина зони перекриття між суміжними пластинами, яка визначається за аналітичним виразом:

$$a = \frac{D_\phi}{2} - \sqrt{\left(\frac{D_\phi}{2}\right)^2 - \left(\frac{H}{2}\right)^2};$$

де D_ϕ – діаметр фрези;

H – ширина виробу.

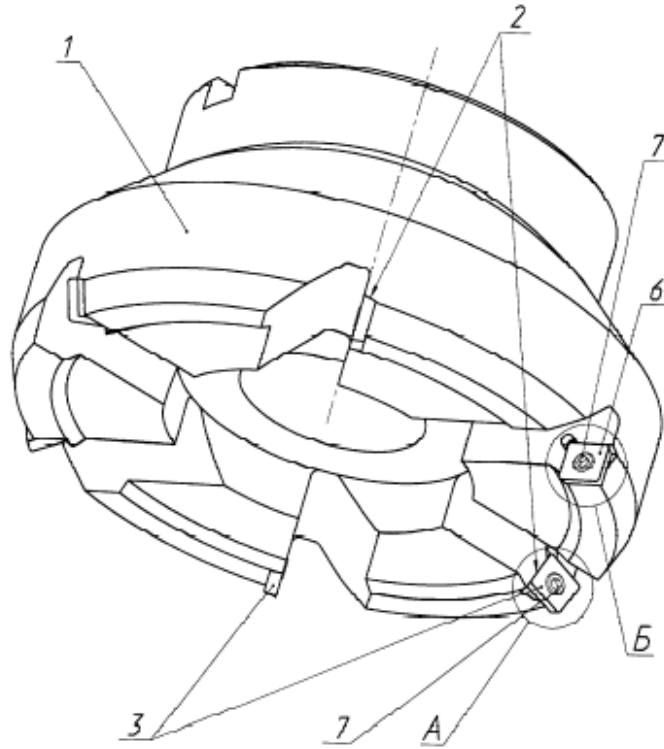


Рис. 3.1. Конструкція збірної торцевої фрези для обробки зовнішніх
циліндричних поверхонь

3.1.2 Інструмент для глибинного шліфування циліндричних поверхонь

Згідно з патентом України №133257, авторами якого є І.Є. Грицай та А.М. Кук, представлена технічна розробка належить до галузі точного абразивного оброблення тіл обертання. Зокрема, вона призначена для виконання високоефективного шліфування зовнішніх та внутрішніх циліндричних поверхонь на шліфувальному обладнанні.

Основною метою запропонованої корисної моделі є розроблення конструкції абразивного інструмента, здатного забезпечити високу точність та якість оброблюваної поверхні за умов інтенсивної експлуатації, а також досягнення підвищеної продуктивності за мінімального зносу шліфувального круга.

Запропоноване технічне рішення передбачає, що шліфувальний інструмент складається з робочого елемента, який містить циліндричну та конічну ділянки. Відповідно до патентованої моделі, ці частини виготовляються з різномірних абразивів. При цьому конічна зона має більш

грубозернисту структуру з відкритою пористістю, що сприяє інтенсивному знімання припуску, тоді як циліндрична частина характеризується дрібнозернистістю та зменшеною пористістю, що дозволяє досягти високої точності шліфування та якісного чистового оздоблення поверхні.

Такий диференційований підхід до структури абразивного матеріалу дозволяє поєднати в одному інструменті функції чорнової та чистової обробки, оптимізуючи процес шліфування за параметрами точності, зносостійкості та ефективності.

Застосування різних абразивних матеріалів для виготовлення окремих функціональних зон інструмента дозволяє оптимізувати процес глибинного шліфування. Завдяки тому, що конічна (ввідна) частина виготовлена з абразиву з великою зернистістю та підвищеною пористістю, забезпечується інтенсивне знімання припуску на оброблюваній поверхні при одночасному зниженні швидкості зношування інструмента. У свою чергу, циліндрична (калібрувальна) частина виконана з дрібнозернистого матеріалу з мінімальною пористістю, що забезпечує стабільну геометричну точність та високий клас чистоти поверхні після завершення обробки.

Запропонована технічна ідея ілюструється схемою, яка демонструє загальний вигляд шліфувального інструмента, призначеного для глибинної обробки зовнішніх або внутрішніх циліндричних поверхонь.

Конструкція інструмента включає два основні сегменти:

1 – ввідну (конічну) ділянку, виготовлену з абразивного матеріалу з крупною зернистістю та розвиненою поровою структурою, призначену для ефективного зняття припуску;

2 – робочу (циліндричну) калібрувальну ділянку, яка характеризується наявністю дрібнозернистих абразивів і зниженою пористістю, що дозволяє досягти високих показників точності й якості обробленої поверхні.

Таким чином, поділ інструмента на функціонально спеціалізовані частини дозволяє значно підвищити ефективність процесу шліфування за рахунок збалансованого поєднання продуктивності та точності.

Під час експлуатації шліфувальний інструмент монтується на круглошліфувальному верстаті таким чином, щоб його конічна ділянка була

орієнтована у бік оброблюваної заготовки. Завдяки конструктивній особливості - поєднанню двох функціональних зон - інструмент забезпечує можливість знімання повного припуску за один прохід, що дозволяє уникнути багаторазових циклів обробки.

На початковій стадії процесу першою в контакт із поверхнею заготовки входить конічна (ввідна) частина інструмента (поз. 1). За рахунок своєї відкритої структури з крупними абразивними зернами та високою пористістю вона інтенсивно знімає основний об'єм припуску. Геометрична форма цієї частини - зокрема, скошена поверхня - сприяє поступовому входженню в зону обробки та рівномірному розподілу навантаження по ширині контактної зони.

Одночасно з підвищенням продуктивності реалізується ще одне ключове завдання - мінімізація зносу шліфувального круга за рахунок диференціації зернистості по довжині інструмента.

Після первинного знімання матеріалу до процесу приєднується циліндрична (калібрувальна) ділянка інструмента (поз. 2), яка, маючи дрібнозернисту структуру з низькою пористістю, виконує фінішне шліфування. Завдяки цьому забезпечується досягнення високого класу чистоти поверхні, збереження геометричної точності та мінімізація мікронерівностей.

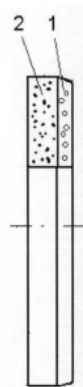


Рис. 3.2. Загальний вигляд пристрою для глибокого шліфування циліндричних поверхонь

Таким чином, комбінована дія двох абразивних зон дозволяє об'єднати функції чорнової та чистової обробки в межах одного технологічного циклу, що суттєво підвищує ефективність процесу та якість кінцевого результату.

3.1.3 Устаткування для зовнішнього абразивного оброблення циліндричних заготовок

Згідно з патентом України №31840, автором якого є О.Ф. Сивоконь, розроблена корисна модель, що належить до галузі верстатобудування, зокрема до конструкцій спеціалізованих пристроїв, призначених для шліфування циліндричних елементів типу валів, трубчастих заготовок, стрижнів тощо. Особливість пристрою полягає в його здатності ефективно обробляти довгі деталі зі значним відношенням довжини до діаметра (понад 10:1), що ускладнює забезпечення жорсткості та точності в умовах традиційної обробки.

Окрім того, запропонована модель може застосовуватись для оброблення деталей складної геометрії, таких як колінчасті вали з шатунними шийками, що розташовані поза основною віссю обертання, а також елементів з поперечним перерізом у вигляді еліпса, овалу чи інших нерегулярних форм. Це розширює сферу використання пристрою у різних секторах машинобудування, зокрема в автомобільній промисловості, при виготовленні енергетичних машин, компресорів та інших вузлів, де потрібна висока точність шліфування складнопрофільних поверхонь.

Універсальність конструкції дозволяє застосовувати пристрій як у серійному, так і в одиничному або дрібносерійному виробництві, що робить його доцільним для використання як у великогабаритних верстатах, так і у високоточних малогабаритних системах.

Основним завданням, покладеним в основу запропонованої корисної моделі, є розроблення високоефективного пристрою для зовнішнього шліфування деталей типу стрижнів, труб, а також заготовок з нетрадиційною формою поперечного перерізу - зокрема, еліптичних, овальних або асиметричних, шліфувальні поверхні яких розташовані зі зміщенням відносно осі обертання. Особливу увагу приділено обробці довгомірних деталей зі значним співвідношенням довжини до діаметра (понад 10:1), де використання стандартних шліфувальних систем виявляється неефективним або технологічно обмеженим.

На відміну від традиційних аналогів, ця конструкція реалізує метод

охоплюючого (обертowego) шліфування, забезпечуючи стабільність розташування деталі та точність обробки по всій її довжині, навіть за наявності складної геометрії. Окрім цього, нова архітектура механізму виключає типові проблеми, пов'язані з вібрацією, деформаціями та зниженням точності при шліфуванні нестандартних форм.

Конструкція пристрою реалізована у вертикальному компонуванні, що дозволяє оптимізувати розподіл маси, зменшити площу установки та підвищити стійкість системи при роботі з довгими або нестійкими деталями. Принципова схема пристрою представлена на рисунку 3.3, де зображено його структурну компоновку та ключові елементи.

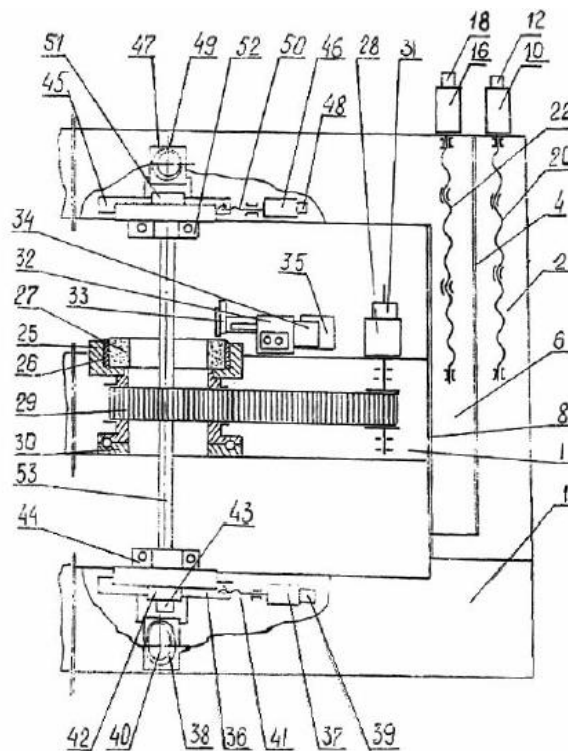


Рис. 3.3. Структурно-функціональна схема пристрою

Досягнення поставленої інженерної мети реалізується шляхом застосування спеціалізованої конструкції пристрою для зовнішнього шліфування деталей циліндричної форми. Зокрема, пристрій включає жорстку опорну раму (станину), оснащену напрямними елементами для забезпечення точності переміщення. На цій станині встановлено інструментальний модуль, який містить тримач шліфувального круга, а також оснащений приводами поперечного та поздовжнього переміщення, що дозволяє реалізовувати різні траєкторії обробки.

Для надійної фіксації та обертання оброблюваної деталі передбачено вузол закріплення з інтегрованим приводом обертання, який також жорстко встановлений на станині. Конструкція включає вертикальні опори (стійки), які фіксуються на рамі та забезпечені напрямними для розміщення повзуна.

Повзун П-подібної форми здатен переміщуватися вздовж напрямних за допомогою автономних приводів, що дозволяє точно позиціонувати інструмент або інші робочі вузли. На напрямних повзуна додатково закріплена консоль, що також має можливість регулювання положення в залежності від параметрів обробки. Така конфігурація конструктивних елементів сприяє реалізації стабільного процесу шліфування з високими показниками точності, надійності та адаптивності до обробки деталей складної форми.

Переміщення повзуна відносно напрямних стояків реалізується за допомогою електроприводів, які встановлені безпосередньо на стійках і обладнані датчиками контролю кутового положення. Це дозволяє здійснювати точне регулювання просторового положення повзуна під час обробки.

Аналогічно, регулювання положення консолі відносно повзуна виконується за рахунок електроприводів, інтегрованих у конструкцію повзуна. Вони також оснащені кутовими енкодерами для забезпечення високої точності зворотного зв'язку.

Передача механічного зусилля від електродвигунів до виконавчих елементів (повзун і консоль) здійснюється через кулько-гвинтові передачі (КГП), які забезпечують високу точність лінійного переміщення, мінімальні втрати енергії та відсутність люфтів у кінематичному ланцюгу.

3.1.4 Устаткування для механічної обробки заготовок циліндричної форми

Згідно з патентом України №95063, автором якого є В.В. Самчук, представлена корисна модель належить до технологій обробки матеріалів шляхом різання. Вона може бути застосована як для обробки металевих, так і неметалевих заготовок, зокрема тих, що мають витягнуту циліндричну форму: штоки, труби, прутки, осі, вали та інші аналогічні деталі.

Основною метою розробки є вдосконалення точності формоутворення елементів типу «циліндр», зокрема підвищення точності показників круглості, циліндричності та профілю поздовжнього перерізу. Це досягається шляхом врівноваження складових сили різання під час обробки, що сприяє зменшенню деформацій та коливань заготовки у процесі формоутворення.

Ще одним важливим аспектом є конструктивна спрощеність пристрою, яка дозволяє інтегрувати його в оснащення типових універсальних токарних верстатів без потреби у складних переналаштуваннях або використанні спеціалізованого обладнання. Такий підхід забезпечує високу технологічну гнучкість і розширює сферу застосування моделі в умовах одиничного, дрібносерійного чи ремонтного виробництва.

Поставлену технічну задачу вдалося реалізувати шляхом удосконалення конструкції пристрою для механічної обробки заготовок циліндричної форми. Запропонований пристрій включає монтажну плиту, яка надійно фіксується на поперечних салазках токарного верстата, забезпечуючи жорстке з'єднання з базовою системою координат обробки. До цієї плити прикріплюється корпус із наскрізним отвором, у стінках якого симетрично по колу виконано парну кількість прорізів.

У зазначених пазах встановлено цангові патрони з можливістю обертального руху. В кожному патроні фіксується кінцева фреза: одна частина фрез обладнана правозакрученими гвинтовими зубцями, інша - із лівозакрученим профілем. Така організація інструментального вузла дозволяє ефективно врівноважувати осьові сили різання в процесі обробки.

Цангові патрони жорстко змонтовані на валах електродвигунів, що безпосередньо закріплені на зовнішній поверхні корпусу. Така компоновка забезпечує стабільну передачу крутного моменту, мінімізує вібрації та підвищує загальну динамічну стійкість системи під час виконання операцій торцевого та обвідного фрезерування циліндричних поверхонь.

Функціональна суть запропонованої корисної моделі деталізується за допомогою графічного матеріалу:

- на рисунку 3.4 представлено загальний вигляд пристрою для механічної обробки тіл обертання;

- на рисунку 3.5 подано проєкцію "А" відповідно до загальної схеми, представленої на рисунку 3.6;

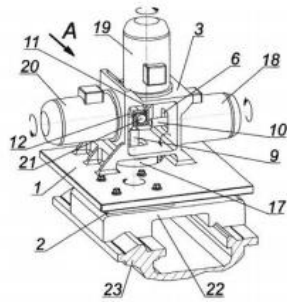


Рис. 3.4. Пристрій для механічної обробки циліндричних виробів

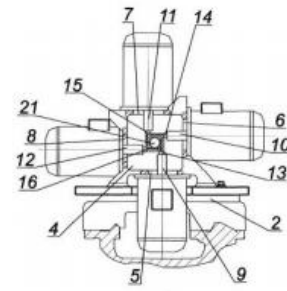


Рис. 3.5. Вид А

- на рисунку 3.7 зображено схематичну діаграму дії складових сил різання, які прикладаються до заготовки з боку кінцевих циліндричних фрез при зустрічному фрезеруванні;

- на рисунку 3.8 ілюструється розподіл сил різання при побіжному (односторонньому) фрезеруванні з боку інструментального вузла.

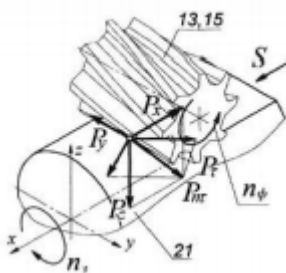


Рис. 3.6. Силова схема взаємодії при зустрічному фрезеруванні

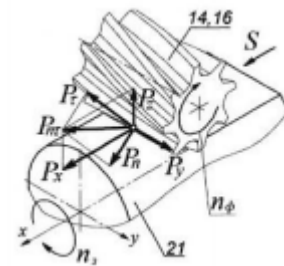


Рис. 3.7. Схема дії сил різання при побіжному фрезеруванні.

Конструкція пристрою включає кріпильну плиту (поз. 1), яка монтується на поперечних салазках (поз. 2) токарного верстата та виконує функцію базового елемента для розміщення корпусу. До плити жорстко приєднано корпус (поз. 3), у центральній частині якого виконано наскрізний отвір (поз. 4). По колу отвору розташовано парну кількість рівномірно розміщених прорізів (поз. 5–8) - наприклад, чотири.

У зазначених пазах встановлюються цангові патрони (поз. 9–12), що мають можливість обертання. У патронах закріплюються кінцеві циліндричні фрези (поз. 13–16). Половина інструментів виконана зі спрямуванням спіралей

у правий бік, а решта - з лівим напрямом витків. Така симетрія забезпечує динамічне врівноваження системи при обробці, зменшуючи осьові сили.

Кожен цанговий патрон жорстко з'єднаний з електродвигуном (поз. 17–20), привідні вали яких встановлені на корпусі. Це забезпечує синхронізоване обертання інструментів та стабільність у роботі на високих швидкостях.

Функціонування запропонованого пристрою для механічної обробки циліндричних деталей ґрунтується на послідовному узгодженні дій декількох кінематичних ланцюгів. На початковому етапі, обертальний рух передається патрону токарного верстата за допомогою головного приводу (на рисунках 8.24–8.27 цей елемент умовно не позначено). У патроні фіксується циліндрична заготовка (поз. 21), яка при цьому набуває обертання навколо власної осі.

Наступним кроком є запуск електроприводів (поз. 17–20), які передають крутний момент на вали цангових патронів, у яких закріплені кінцеві циліндричні фрези (поз. 13–16). При цьому фрези з номерами 13 та 15 обертаються в одному напрямку, тоді як фрези 14 та 16 - у протилежному. Така протилежна схема обертання пар фрез дозволяє компенсувати радіальні зусилля, що виникають під час різання, тим самим підвищуючи точність обробки та зменшуючи навантаження на вузли кріплення заготовки.

Після встановлення умов обертання, за допомогою вузла поздовжньої подачі (не зображеного на рисунках), супорт (поз. 22) переміщується вздовж направляючих станини (поз. 23) зі сталою швидкістю S , що забезпечує поступальний рух кріпильної плити (поз. 1) разом з інструментальним блоком.

У результаті поступального переміщення система інструментів входить у зону обробки, і циліндрична заготовка (21) потрапляє під дію ріжучих крайок фрез 13–16, що здійснюють знімання матеріалу з її зовнішньої поверхні за один прохід.

4 БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ, ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ

4.1 Методи зменшення шуму на виробництві

При розробці плану заходів щодо боротьби із шумом на виробництві слід насамперед встановити, чи не можна ізолювати особливо гучні роботи й устаткування від інших робіт, в цеху, чи принаймні зосередити найбільше гучні роботи в одному місці.

При наявності в цеху декількох джерел шуму завжди треба починати боротьбу проти основного джерела. Справа в тім, що при одночасному звучанні декількох джерел більш голосний з них заглушає менш голосні і при різниці в рівнях, що доходить до 10 дБ, менш голосний звук зовсім не сприймається вухом. Наприклад, якщо в приміщенні два джерела шуму v . при цьому рівень голосності одного складає 90 дБ, а іншого - 80 дБ, останній при схожих спектрах залишається нечутним, і зменшення шуму такого джерела ефекту не дає.

В практиці намітилося три основних напрямки боротьби із шумом:

усунення шуму в джерелі його утворення;

зниження інтенсивності шумів і звукових вібрацій по шляху їхнього поширення;

зменшення шкідливого впливу шуму на організм шляхом застосування засобів індивідуального чи захисту зміни режиму праці.

Усунення шуму в джерелі його утворення може бути досягнуте насамперед технологічними і конструктивними заходами. До таких мір можна віднести наступні:

застосування кінематичних схем з більш рівномірним ходом (наприклад, заміна зворотно-поступального руху обертальним, заміна зубчастих передач клинопасовими й ін.);

вишукування найкращих конструктивних форм деталей для їхньої ненаголошеної взаємодії і плавного обтікання їх газоповітряними потоками;

зменшення технологічних допусків при виготовленні, обробці і зборці деталей, що приводить до зменшення зазорів і виникаючих від цього

динамічних навантажень, а також підвищення точності центрування деталей, що сполучаються, і застосування динамічного балансування вузлів;

зміна чи маси твердості деталі щоб уникнути резонансних явищ і для зменшення амплітуд коливань;

ослаблення звучання ударних частин шляхом зменшення розмаху коливань, обмеження розмірів поверхні співударних частин, заміни металу у вузлах, що зчленовують, менш звучними матеріалами;

ретельне зрівноважування (статичне і динамічне) усіх частин, що рухаються, для зменшення динамічних сил, що збуджують звукову вібрацію;

зменшення інтенсивності вібрації деталей агрегатів, що мають великі звучні поверхні (корпуса агрегатів, кожухи, кришки і т.п.), шляхом облицювання цих поверхонь звуковбирними чи матеріалами заповнення спеціально передбачених у них повітряних порожнин речовинами з великим внутрішнім тертям, що поглинають коливальну -енергію;

демпфування вібрації співударних деталей і окремих вузлів агрегату шляхом зчленування їх з матеріалами, що мають велике внутрішнє тертя: з гумою, пробкою, бітумом, бітумними картонами, повстю, азбестом, пластмасами і спеціальними противібраційними мастиками.

Значну роль у боротьбі із шумом у джерелі грає також правильний режим експлуатації устаткування, гарний відхід за ним, регулярне змащення співударних деталей грузлими рідинами, висновок у рідинні масляні й інші ванни вібруючих і деталей, що видають шум, (наприклад, шестерних редукторів), своєчасний поточний ремонт устаткування.

Найбільш ефективним засобом для ізоляції гучних агрегатів є застосування звукоізолюючих кожухів, що закривають агрегат цілком, з висновком назовні органів керування і контролю.

Коли джерело високочастотного шуму не може бути укритий чи кожухом обгороджений, зниження рівнів шуму на робочому місці досягається екрануванням джерела (Рис. 5.1).

Варто мати на увазі, що екран захищає робітника від прямого впливу потоку звукової енергії, але не послабляє розсіяної в цеху звукової енергії, що характеризує шумове тло цеху.

Дія екрана, установлюваного між робітником і джерелом шуму, засновано на відображенні падаючих на нього звукових хвиль і утворенні за екраном області звукової тіні. Екрани доцільно застосовувати для захисту від високочастотних шумів.

Для зниження загального шумового тла застосовується облицювання внутрішніх поверхонь приміщень матеріалами з великим коефіцієнтом поглинання звуку. Дія облицювань заснована на переході звукової енергії в теплову за рахунок тертя в порах звуковбирного матеріалу.

Звуковбирні облицювання варто розташовувати можливо більш близько до джерел шуму. Це знижує рівень перешкод. У виробничих приміщеннях висотою до 3,5-4 м облицювання впливає в першу чергу монтувати на стелі.

З цією же метою рекомендується застосовувати підвісні так називані «штучні» чи «функціональні» звукопоглиначі з мінеральної вати, укладеної у футляр з листового перфорованого матеріалу, наприклад алюмінію. Ці звукопоглиначі варто підвішувати над гучними агрегатами.

Для зниження шумового тла в приміщенні додатково до облицювання його поверхонь можна застосовувати також звуковбирні вертикальні панелі. Такі панелі розміщують рівномірно по всьому приміщенню між джерелами шумів.

4.2 Створення сприятливих умов праці на робочому місці

Робоче місце – це зона трудової діяльності одного чи декількох виконавців, оснащена необхідними засобами для виконання виробничих завдань. Наведене визначення в цілому відповідає поняттю робочого місця співробітника органів внутрішніх справ. Тут потрібно лише вказати, що воно має бути добре оснащене не тільки звичайними організаційно-технічними засобами, але й апаратурою зв'язку, звукозапису та іншими спеціальними приладами. Характерним для працівників органів внутрішніх справ майже усіх посадових категорій є виконання ними трудових процесів як в службових кабінетах, так і в інших, самих різноманітних місцях: на місцях подій, маршрутах патрулювання, в квартирах громадян і таких специфічних

установах, як місця позбавлення волі, слідчі ізолятори, медичні витверезники і т. ін. Ця обставина потребує розробки засобів, що створюють умови для праці поза службових кабінетів, зокрема: спеціального одягу, взуття, засобів зв'язку, виявлення та фіксування слідів злочину, оргтехніки, транспорту і т. ін.

Організація робочих місць передбачає здійснення комплексу організаційно-технічних заходів, спрямованих на підвищення продуктивності й привабливості праці, збереження здоров'я працівників. Конкретний зміст таких заходів має багато спільного, але чимало й специфічного, обумовленого характером праці. Вихідним моментом в організації та обслуговуванні робочих місць є визначення предмета праці й характеру використовуваних засобів праці. Оснащення робочих місць осіб, які займаються управлінською працею, підпорядковане меті забезпечення ефективності їхньої роботи з інформацією і людьми. Тут потрібний облік інтелектуальних, моральних та емоційних витрат. Це повинно мати вирішальне значення при проведенні конкретних заходів по НОУП, що передбачають створення найсприятливіших умов праці.

Обладнання (оснащення) робочого місця підрозділяється на основне і допоміжне, постійне і тимчасове. Обладнання і оснащення, котрі не використовуються в основному трудовому процесі, належать до допоміжного (наприклад, шафа для одягу). Постійними предметами обладнання є все те, що знаходиться на робочому місці незалежно від виконуваних в даний момент трудових процесів і операцій. Тимчасовими предметами обладнання виступають різного роду пристосування, графіки, таблиці, діаграми, засоби оргтехніки і зв'язку, що застосовуються тільки для здійснення певного трудового процесу або конкретної операції. Підбір основного і допоміжного обладнання робочого місця співробітника слід проводити з урахуванням конкретних умов його діяльності, а також індивідуальних фізіологічних даних. В обладнання кабінетів осіб, які займаються розумовою працею, доцільно включати м'яке крісло для короткочасного відпочинку протягом робочого дня. Досвід багатьох людей свідчить про те, що 10–15 хв. відпочинку в розслабленому стані допомагає повністю усунути стомлення і відновити працездатність без вживання різних тонізуючих засобів, надлишковий прийом котрих є шкідливим для здоров'я.

На попередньому етапі організації робочого місця насамперед необхідне його правильне планування, тобто найбільш раціональне взаємне розміщення предметів і обладнання, оснащення засобами праці, а також оптимальне розташування самого працівника для успішного виконання ним своїх функціональних обов'язків, економії його розумових і фізичних зусиль.

Раціональне планування робочого місця полягає в тому, щоб звести до мінімуму зайві рухи та переміщення; створити такі умови праці, які б сприяли підвищенню її продуктивності та зниженню стомлюваності людини; економно використовувати наявні площі. Вказані цілі будуть досягнуті при погодженому плануванні робочих місць, яке враховує рухи взаємодіючих працівників, потоки інформації і т. ін. Співробітники, які найбільш часто вступають в контакти між собою, мають розташовуватися поблизу один від одного¹⁶.

Для нормального функціонування підрозділу важливо забезпечувати робочі місця необхідними засобами зв'язку: зоровою (світлова сигналізація); звуковою (дзвінок, телефонний і радіозв'язок); комбінованою і т. ін. До засобів зв'язку і сигналізації пред'являються такі основні вимоги: час на подання сигналів має бути невеликим, а дії людини, яка реагує на них – простими.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

Робота має чітку та логічну структуру, де послідовно висвітлено технологічні та конструкторські аспекти відновлення рульового валу транспортного засобу, зокрема автомобіля Volvo FH. Студентом проведено детальний аналіз принципу роботи гідروпідсилювача керма, описано механізм його функціонування у різних режимах, а також сформульовано основні завдання для проведення ремонтних робіт.

У технологічній частині якісно описано характерні дефекти, що виникають під час експлуатації рульових валів, а саме: зношування шийок, деформації валів, пошкодження шпонкових та шліцьових з'єднань, руйнування різьбових ділянок. Запропоновано ефективні методи їх ремонту, включаючи шліфування, наплавлення, використання різьбових вставок типу HELICOIL, та проведення зварювальних робіт із подальшим термічним та механічним обробленням. Додатково детально обґрунтовано технологічні параметри кожної з операцій, забезпечуючи високу точність і відповідність технічним вимогам.

Економічний розрахунок доводить доцільність відновлення деталі порівняно з придбанням нової, демонструючи значний економічний ефект, що свідчить про практичну значущість проведених досліджень та обґрунтувань.

У розділі технічного обслуговування докладно представлено регламент ТО рульового керування автомобіля Volvo FH, зокрема методику діагностики, контроль зусиль і люфтів, а також оцінку герметичності гідравлічної системи. Вказані рекомендації щодо оптимізації періодичності обслуговування в залежності від умов експлуатації.

Конструкторський розділ роботи вирізняється глибоким аналізом сучасних інструментів та пристроїв, використовуваних у процесі механічного оброблення та відновлення валів. Описані інструменти і пристрої відповідають сучасним вимогам точності й ефективності технологічних операцій, що підтверджено посиланнями на відповідні патенти України.

Розділ з безпеки життєдіяльності також є змістовним та актуальним, в ньому представлені рекомендації щодо зниження шумового навантаження та створення комфортних умов праці для операторів обладнання.

Таким чином, кваліфікаційна робота характеризується комплексним підходом, технічною грамотністю, високим рівнем деталізації та має практичну значущість для реалізації на автотранспортних підприємствах. Робота відповідає вимогам до кваліфікаційних робіт бакалаврів за спеціальністю «Автомобільний транспорт».

БІБЛІОГРАФІЯ

1. О.Л. Ляшук, Ю.І. Пиндус, М.Г. Левкович, Гупка А.Б., Хорошун Р.В. Методичні вказівки до виконання кваліфікаційної роботи бакалавра за освітнім рівнем «бакалавр галузі знань 27 «Транспорт» спеціальність 274 «Автомобільний транспорт» – Тернопіль: Видавництво ТНТУ, 2022. – 61 с.
2. Sokil, B., Lyashuk, O., Sokil, M., Vovk, Y., Dzyura, V., Aulin, V., Khoroshun, R. Interpreting the main power characteristics choice of the wheel vehicles guided cushioning system (2021) Communications - Scientific Letters of the University of Zilina, 23 (2), pp. B139-B149. (Scopus).
3. Рогатинський Р.М., Ляшук О.Л., Гевко І.Б., Хорошун Р.В. Модель руху автомобіля по криволінійній трасі. Науковий вісник Херсонської державної морської академії : науковий журнал. Херсон: Херсонська державна морська академія, 2021. № 2 (25). С. 72–81.
4. 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.
5. 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.
6. Sokil, B., Lyashuk, O., Sokil, M., Vovk, Y., Lebid, I., Hevko, I., Khoroshun R Matviyishyn, A. (2022). Methodology of Force Parameters Justification of the Controlled Steering Wheel Suspension. Communications, 24(3), B247-B258.
7. Рогатинський Р.М., Ляшук О.Л., Гевко І.Б., Хорошун Р.В. Модель руху автомобіля по криволінійній трасі. Науковий вісник Херсонської державної морської академії : науковий журнал. Херсон : Херсонська державна морська академія, 2021. № 2 (25). С. 72–81.
8. Lyashuk, O., Levkovych, M., Vovk, Y., Gevko, I., Stashkiv, M., Slobodian, L., Pyndus, Y. The study of stress-strain state elements of the truck semi-trailer body bottom. Scientific Journal of Silesian University of Technology.

Series Transport. 2023, 118, 161-172. ISSN: 0209-3324. DOI: <https://doi.org/10.20858/sjsutst.2023.118.11>

8. Коробочка О.М. Основи розрахунків, проектування і експлуатації технологічного обладнання для автомобільного транспорту: Навч. посібник / Коробочка О.М., Скорняков Е.С., Сасов О.О. – Дніпродзержинськ: ДДТУ, 2007 – 252 с.

10. Кукурудзяк, Ю. Ю. Технічна експлуатація автомобілів. Організація технологічних процесів ТО і ПР навчальний посібник / Ю. Ю. Кукурудзяк, В. В. Біліченко. – Вінниця : ВНТУ, 2010. – 198 с.

11. Автомобілі. Теорія : навч. посіб. / В.П. Сахно, В.І. Сирота, В.М. Поляков, В. Г. Головань, О.В. Лисий; Військ. акад. - Одеса: Військ. акад., 2017. - 412 с.

12. Практикум з охорони праці. Навчальний посібник / За ред.. В.Ц. Жидецького. – Львів: Афіша, 2000. – 352 с.

13. Автомобілі. Теорія : навч. посіб. / В.П. Сахно, В.І. Сирота, В.М. Поляков, В. Г. Головань, О.В. Лисий; Військ. акад. - Одеса: Військ. акад., 2017. - 412 с.

14. Кисликов В.Ф., Лущик В.В. Будова й експлуатація автомобілів: Підручник. -. 8-те вид. - К.: Либідь, 2018. - 400 с.

15. Кисликов В.Ф. Лущик В.В. Будова й експлуатація автомобілів. – К.: Либідь, 2016. – 400 с. 5. Ю.А.

16. Ткаченко І. Г., Левкович М. Г. Конспект лекцій з дисципліни «Надійність транспортних засобів». Тернопіль : ТНТУ, 2024. 118 с.

17. Войналович, О. В., Марчиниша, Є. І., Кофто, Д. Г. (2020). Охорона праці в галузі (автомобільний транспорт): навчальний посібник. Харків: ХНАДУ. 695 с.