

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ЛЬВІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ  
ФАКУЛЬТЕТ МЕХАНІКИ, ЕНЕРГЕТИКИ ТА ІНФОРМАЦІЙНИХ  
ТЕХНОЛОГІЙ  
КАФЕДРА АГРОІНЖЕНЕРІЇ ТА ТЕХНІЧНОГО СЕРВІСУ  
ІМЕНІ ПРОФЕСОРА ОЛЕКСАНДРА СЕМКОВИЧА

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА**

першого (бакалаврського) рівня вищої освіти

на тему: „ Удосконалення технології ремонту автомобільних  
стартерів з використанням розробленого обладнання для їх  
розбирання ”

Виконав: студент 4 курсу групи Ат-41  
Спеціальності 274 „Автомобільний транспорт”  
(шифр і назва)

Прихід Любомир Олегович  
(Прізвище та ініціали)

Керівник: к.т.н., доц. Шарибура А.О.  
(Прізвище та ініціали)

Дубляни 2024

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**  
**ЛЬВІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**  
**ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ**  
**ФАКУЛЬТЕТ МЕХАНІКИ, ЕНЕРГЕТИКИ ТА ІНФОРМАЦІЙНИХ**  
**ТЕХНОЛОГІЙ**  
**КАФЕДРА АГРОІНЖЕНЕРІЇ ТА ТЕХНІЧНОГО СЕРВІСУ**  
**ІМЕНІ ПРОФЕСОРА ОЛЕКСАНДРА СЕМКОВИЧА**

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Зав. кафедри \_\_\_\_\_

(підпис)

к.т.н., доцент Андрій ШАРИБУРА

“ 27 ” листопада 2023 р.

**З А В Д А Н Н Я**

на кваліфікаційну роботу студенту

Прихід Любомиру Олеговичу

1. Тема роботи: „Удосконалення технології ремонту автомобільних стартерів з використанням розробленого обладнання для їх розбирання”

Керівник роботи: Шарибура Андрій Остапович, к.т.н., доцент

Затверджена наказом по університету від 27 листопада 2023 року № 641/К-С

2. Строк здачі студентом закінченої роботи 17 червня 2024 року.

3. Вихідні дані: \_\_\_\_\_  
3.1. Звітні матеріали про діяльність ремонтних майстерень підприємств.  
Звітні матеріали власників техніки про наявність і використання  
ремонтно-обслуговуючої бази. Кількість стартерів зони обслуговування  
\_\_\_\_\_

4. Перелік питань, які необхідно розробити

Вступ

1. Аналіз конструкції автомобільних стартерів

2. Технологічна частина

3. Конструктивна частина

4. Охорона праці

5. Розрахунок економічного ефекту від запровадження обладнання для розбирання стартерів

Висновки та пропозиції

Список використаних джерел

5. Перелік ілюстраційного матеріалу:

5.1 Стартер та його елементи;

5.2 Несправності стартерів, їх причини та способи усунення несправностей;

5.3 Розташування органів керування контрольно–вимірювального стенда кк–968 у4;

5.4 Схема виробничого процесу розбирання стартерів вантажних автомобілів;

5.5 Робоче місце ремонту стартерів та інших елементів електричних систем автомобілів;

5.6 Обладнання для розбирання стартерів;

5.7 Результати розрахунків економічної ефективності використання обладнання для розбирання стартерів

6. Консультанти розділів роботи:

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата		Відмітка про виконання
		завдання видав	завдання прийняв	
1, 2, 3, 5	Шарибура А.О. к.т.н., доц. кафедри агроінженерії та технічного сервісу імені професора Олександра Семковича			
4	Городецький І.М., к.т.н., доцент кафедри фізики, інженерної механіки та безпеки виробництва			

7. Дата видачі завдання: 27 листопада 2023 р.

#### КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

Пор. №	Назва етапів дипломної роботи	Строк виконання етапів роботи	Відмітка про виконання
1.	<i>Написання розділу: «Аналіз конструкції автомобільних стартерів»</i>	<i>27.11.2023–15.02.2024</i>	
2.	<i>Виконання другого розділу: «Технологічна частина»</i>	<i>16.02.2024–15.03.2024</i>	
3.	<i>Виконання третього розділу: «Конструктивна частина»</i>	<i>16.03.2024–30.04.2024</i>	
4.	<i>Написання розділу: «Охорона праці»</i>	<i>01.05.2024–15.05.2024</i>	
5.	<i>Виконання розділу: «Розрахунок економічного ефекту від запровадження обладнання для розбирання стартерів»</i>	<i>16.05.2024–01.06.2024</i>	
6.	<i>Завершення оформлення розрахунково-пояснювальної записки. Завершення проєкту в цілому</i>	<i>02.06.2024–17.06.2024</i>	

Студент \_\_\_\_\_ Любомир ПРИХІД  
(підпис)

Керівник роботи \_\_\_\_\_ Андрій ШАРИБУРА

У Д К 631: 629

Кваліфікаційна робота: 50 с. текст. част., 11 рис., 5 табл., 31 джерело.

Удосконалення технології ремонту автомобільних стартерів з використанням розробленого обладнання для їх розбирання. Прихід Любомир Олегович – Кваліфікаційна робота. Кафедра агроінженерії та технічного сервісу імені Олександра Семковича – Дубляни, Львівський НУП, 2024р.

Подана коротка характеристика, будова та принцип роботи автомобільних стартерів, проаналізовано основні несправності та способи їх усунення. Побудовано схему виробничого процесу ремонту стартерів. Удосконалено технологію ремонту стартерів та проведено розрахунок параметрів виробничого процесу. Розроблено конструкцію обладнання для розбирання стартерів.

Розглянуто питання охорони праці, проведено розрахунок освітлення виробничих приміщень робочих місць дільниці.

Доцільність використання розробленого обладнання для розбирання стартерів підтверджена розрахунками економічної ефективності. Економічний ефект за розрахунковий період становитиме сумарний розрахунковий ефект становитиме понад 79,2 тис. грн. при строку окупності 1,24 року.

## ЗМІСТ

ВСТУП.....	5
1. АНАЛІЗ КОНСТРУКЦІЇ АВТОМОБІЛЬНИХ СТАРТЕРІВ .....	6
1.1 Будова та принцип роботи автомобільного стартера.....	6
1.2 Основні несправності автомобільних стартерів.....	9
2. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА .....	15
2.1 Загальна схема виробничого процесу ремонту.....	15
2.2 Технологія ремонту електрообладнання.....	17
2.3 Класифікація і коротка характеристика обладнання, пристроїв і інструментів для виконання ремонту стартерів автомобілів.....	23
2.4. Розрахунок параметрів виробничого процесу.....	24
2.5 Визначення потрібної кількості ремонтних робітників для дільниці.....	27
3. КОНСТРУКТИВНА ЧАСТИНА.....	29
3.1 Огляд існуючих конструкцій пристроїв для розбирання стартерів..	29
3.2 Будова та принцип роботи знімача.....	30
3.3 Розрахунок елементів конструкції знімача.....	33
4. ОХОРОНА ПРАЦІ.....	37
4.1 Виробнича санітарія.....	37
4.2.Розрахунок заземлення електроустаткування.....	38
4.3 Пожежна безпека.....	40
4.4 Заходи безпеки під час виконання технологічних операцій ремонту.....	41
5. РОЗРАХУНОК ЕКОНОМІЧНОГО ЕФЕКТУ ВІД ЗАПРОВАДЖЕННЯ ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ РОЗБИРАННЯ СТАРТЕРІВ.....	43
ВИСНОВКИ І ПРОПОЗИЦІЇ.....	47
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ .....	48

## ВСТУП

Стійкою тенденцією впродовж останніх років є зміна відношення до використання, технічного обслуговування, ремонту та зберігання техніки АПК, що стало наслідком різкого зменшення парку автомобілів, тракторів та сільськогосподарських машин. Додатковим фактором є те, що щорічно росте вартість мастильних матеріалів та пального, ціни на запасні частини та витратні матеріали. З іншого боку, виробництво сільськогосподарської продукції є малорентабельним через ріст цін на добрива та засоби захисту рослин. Тому господарства не можуть скористатися послугами ремонтних підприємств, які давно перестали працювати за своїм основним функціональним призначенням. Створені в останні роки мережі постачальницьких організацій дають змогу придбати будь-які запасні деталі і витратні матеріали, що мають як різну ціну так і різну вартість. Дана ситуація є сприятливою для організації ремонтної справи безпосередньо в умовах сільськогосподарського виробництва. Звичайно, для цього потрібно мати відповідні приміщення, обладнання та інструменти, підготовлених фахівців і належну технологічну документацію [1].

Практика свідчить, що технологічні процеси ремонту автомобілів в умовах підприємств технічного сервісу будуть і надалі складатися з операцій розбирання, складання, регулювання і лише частково з операцій відновлення деяких мало відповідальних деталей. Серед операцій ремонту машин і механізмів значна частка припадає на ремонт електрообладнання, яке перебуває у різному технічному стані, що складає значні труднощі під час його ремонту.

Тому темою кваліфікаційної роботи обрано: „ Удосконалення технології ремонту автомобільних стартерів з використанням розробленого обладнання для їх розбирання ”.

# 1. АНАЛІЗ КОНСТРУКЦІЇ АВТОМОБІЛЬНИХ СТАРТЕРІВ

## 1.1 Будова та принцип роботи автомобільного стартера

Стартер призначений для надання пускової частоти обертання колінчастому валу ДВЗ і є чотириполюсним електродвигуном постійного струму зі змішаним вмиканням обмоток збудження. На корпусі стартера встановлено тягове реле, живлення обмоток якого здійснюється через додаткове реле вмикання. Це запобігає випадковому вмиканню стартера, коли працює двигун.

У корпусі 1 стартера (рис.1.1а) гвинтами закріплено чотири сталевих сердечники (полюси), на яких встановлено котушки обмотки збудження. Дві котушки, що паралельно з'єднані між собою і дві послідовно з'єднані з обмоткою якоря. Під час пуску двигуна через обмотки котушок проходить великий струм (300...800 А), тому їх (як і обмотки якоря) виконано з мідної стрічки. Дві інші котушки (шунтові) між собою з'єднуються послідовно і вмикаються паралельно обмотці якоря [3,4,5,6].

Чотири мідно-графітові щітки встановлено в щіткотримачах, закріплених в алюмінієвій кришці. До двох щіткотримачів позитивних щіток, ізольованих від кришки пластмасовими пластинами, приєднуються виводи котушок статора. Два інших щіткотримачі, до одного з яких приєднано виводи шунтових котушок, прикріплено до кришки нютами (заклепками), тобто з'єднано з масою, й у них вставляються мінусові щітки. Всі щітки притискаються до колектора спіральними пружинами.

Якір складається з вала й напресованих на нього осердя з обмоткою та колектора. Обмотку вкладено в пази осердя, набраного з тонких пластин електротехнічної сталі. Кінці обмотки виведено на ізольовані одна від одної пластини колектора, складені на пластмасовій основі. Вал обертається у двох пористих металокерамічних втулках, просочених оливою й запресованих у кришки стартера. Передня кришка має фланець, яким стартер кріпиться до картера маховика. В цій кришці на валу якоря змонтовано привод стартера,

що вмикає важіль 12 з поворотною пружиною й роликову обгінну муфту (муфту вільного ходу) з шестернею [3,4,5,6].

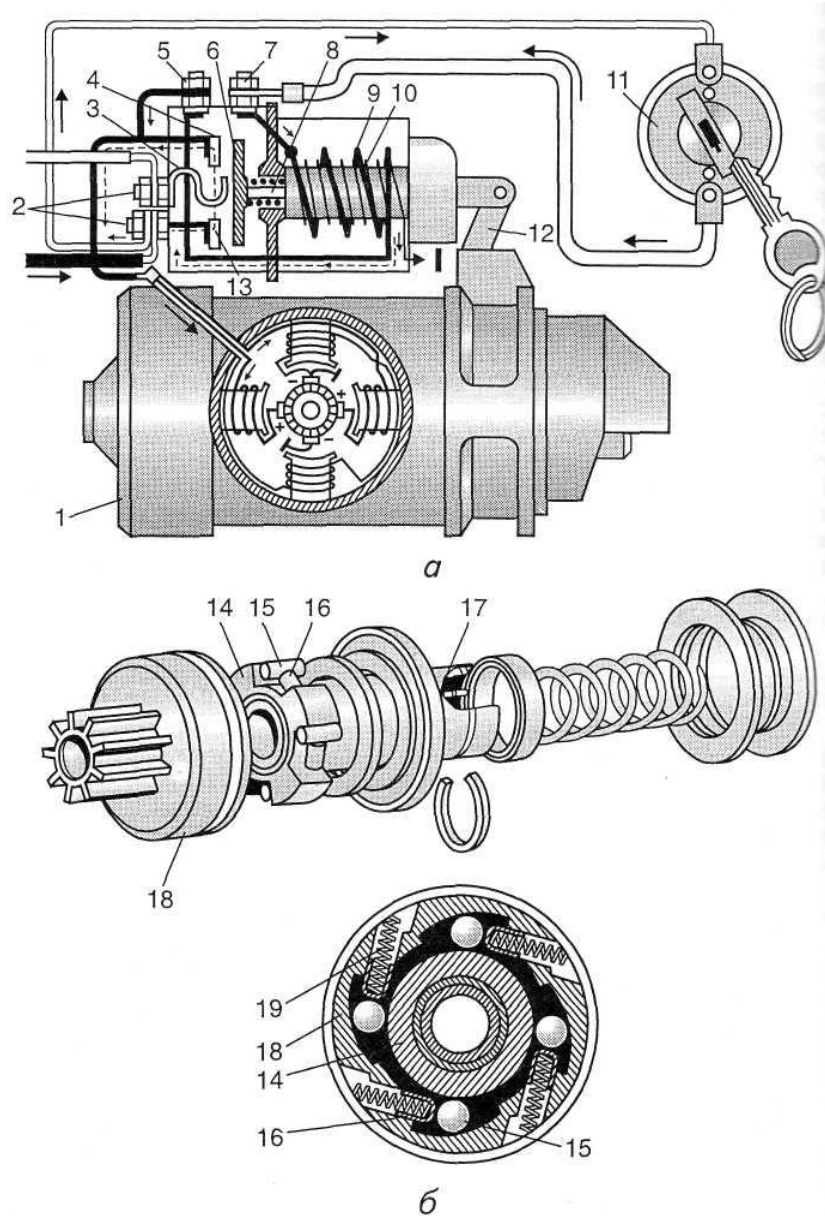


Рисунок 1.1 – Стартер та його елементи: а – принципова схема конструкції; б – муфта вільного ходу (обгінна муфта); 1 – корпус стартера; 2, 5, 7 – затискачі; 3 – додатковий контакт; 4, 13 – основні контакти; б – контактний диск; 8 – шток; 9, 10 – відповідно тягова й утримуюча обмотки; 11 – вмикач запалювання; 12 – важіль вмикання приводу; 14 – ведуча обойма; 15 – ролик; 16 – штовхач; 17 – шліцьова втулка; 18 – ведена обойма; 19 – пружина штовхача

Муфта вільного ходу забезпечує передачу крутного моменту від шестерні стартера до вінця маховика під час пуску двигуна та від'єднання шестерні стартера від маховика після пуску двигуна. Її внутрішня (ведуча)



обойма 14 (рис. 1.1, б) має подовжену маточину, яку на спіральних шліцах встановлено на валу якоря. Таке встановлення забезпечує повертання муфти під час переміщення її вздовж вала, що полегшує введення в зачеплення зубців шестерні стартера та вінця маховика. Зовнішню (ведену) обойму 18 муфти виконано як одне ціле з шестернею стартера. З внутрішнього боку ця обойма має чотири фасонних пази, в яких розміщуються ролики 15, що постійно відтискаються штовхачами 16 із пружинами 19 у звужену частину пазів, заклинюючи таким чином обидві частини муфти. Ефект заклинювання підсилюється, коли обертається ведуча обойма, тобто в разі вмикання стартера [3,4,5,6].

Стартер вмикається повертанням ключа вмикача запалювання праворуч до упора. При цьому невеликої сили струм від акумуляторної батареї спочатку піде в обмотку реле вмикання, намагнічуючи його осердя, яке притягує якірець, замикаючи контакти електричного кола стартера. Після цього також невеликої сили струм піде від акумуляторної батареї до затискача 2 тягового реле, далі – на вмикач запалювання та затискач 7, тягову обмотку 9 тягового реле й через затискач 5 – в обмотки стартера. Водночас струм проходить тонкою утримуючою обмоткою тягового реле. Під дією магнітного поля, створюваного обмотками, осердя тягового реле втягується всередину втулки й переміщує двоплечий важіль вмикання 12, який нижнім плечем переміщує по гвинтовій нарізці привод стартера й вводить його шестерню в зачеплення із вінцем маховика. Водночас осердя тягового реле через шток 8 переміщує контактний диск 6, який замикає контакти 4 і 13 основного кола стартера, що має малий опір, унаслідок чого в обмотку стартера піде великої сили струм, і якір обертає колінчастий вал двигуна. Водночас контактний диск з'єднується з додатковим контактом 3, який дає змогу струму проходити в первинну обмотку котушки запалювання, минаючи додатковий опір.

Коли двигун запуститься, стартер повертанням ключа ліворуч вимикається, й усі деталі приводу під дією пружини повертаються в

початкове положення. Якщо двигун почне працювати, а стартер не буде вимкнено, вінець маховика поведе за собою шестерню стартера та зовнішню обойму муфти з великою швидкістю, ролики зсунуться по похилій поверхні пазів у широку частину, даючи змогу зовнішній веденій обоймі з шестернею обертатися вільно, не передаючи зусилля на ведучу обойму й вал якоря, що запобігає «розносу» стартера. Якщо під час пуску двигуна торець зуба шестерні стартера впреться в торець зуба вінця маховика, то буферна пружина приводу стиснеться, даючи змогу двохплечовому важелю вмикання переміщатися далі й замкнути електричне коло стартера, а коли якір повернеться, шестерня під дією буферної пружини відразу ввійде в зачеплення з вінцем маховика [3,4,5,6].

Оскільки під час пуску (особливо холодного двигуна) стартер споживає великий струм, тривалість вмикання його не має перевищувати 10...15 с. Повторне вмикання стартера можна робити тільки через 30 с.

## **1.2 Основні несправності автомобільних стартерів**

До переважних несправностей стартера належать [9,11]:

- ослаблення кріплення підвідних проводів;
- спрацювання або забруднення щіток і колектора;
- окислення контактів вмикача;
- обрив або замикання в обмотках;
- спрацювання деталей муфти вільного ходу та зубців шестерні.

Зазначені несправності приводять до того, що стартер не працює зовсім або не розвиває потрібних частоти обертання й потужності, його шестерня не з'єднується з вінцем маховика.

Ослаблені проводи слід закріпити, забруднений колектор протерти ганчіркою, змоченою бензином, або зачистити шліфувальною стрічкою, спрацьовані щітки замінити новими. Для усунення решти несправностей стартер знімають, розбирають і виконують відповідні ремонтні роботи.

В таблиці 1.1 наведено несправності стартерів, їх причини та способи усунення несправностей.

Таблиця 1.1 – Несправності стартерів, їх причини та способи усунення несправностей [13,21]

Несправність	Причина несправності	Способи перевірки та усунення несправності
1	2	3
При вмиканні стартера якір не обертається, тягове реле не спрацьовує	Несправна або повністю розряджена акумуляторна батарея	Зарядити або замінити батарею
	Міжвиткове замикання в обмотці тягового реле, замикання її на "масу" або обрив	Замінити тягове реле
	Обрив у ланцюзі живлення тягового реле стартера	Перевірити проводи та їх з'єднання в ланцюзі стартера й акумуляторної батареї
	Не замикаються контакти вимикача запалювання	Замінити контактну частину вимикача запалювання
При вмиканні стартера якір не обертається, тягове реле не спрацьовує	Заїдання якоря тягового реле	Зняти реле і перевірити легкість переміщення якоря
	Несправне реле вмикання стартера	Зачистити контакти реле. Несправне реле замінити
	Обрив у ланцюзі живлення обмотки реле вмикання стартера	Перевірити проводи та їх з'єднання в ланцюзі між вимикачем запалювання і реле
	Несправна або сильно розряджена акумуляторна батарея	Зарядити або замінити батарею
	Окиснені полюсні виводи акумуляторної батареї і наконечники проводів, слабко затягнуті наконечники	Очистити полюсні виводи і наконечники проводів, затягнути і змастити їх вазеліном
	Ослабло кріплення наконечників проводу, що з'єднує силовий агрегат із кузовом або з акумуляторною батареєю	Підтягнути кріплення наконечників проводу

## Продовження таблиці 1.1

1	2	3
	Окиснені контактні болти тягового реле або ослабли гайки кріплення наконечників проводів на контактних болтах	Зачистити контактні болти, затягнути гайки кріплення проводів
	Підгоряння колектора, зависання щіток або їх спрацювання	Зачистити колектор, замінити щітки
	Обрив або замикання в обмотках статора чи якоря. Замикання щіткотримача позитивної щітки на масу	Замінити статор або якір. Усунути замикання або замінити кришку з боку колектора
При вмиканні стартера тягове реле багаторазово спрацьовує і відключається	Розряджена акумуляторна батарея	Зарядити батарею
	Значне зменшення напруги в ланцюзі живлення тягового реле через сильне окиснення наконечників проводів	Перевірити проводи та їх з'єднання в ланцюзі від акумуляторної батареї до тягового реле
	Обрив або замикання в утримуючій обмотці тягового реле	Замінити тягове реле
При вмиканні стартера якір обертається, маховик не обертається	Пробуксовує муфта вільного ходу	Перевірити стартер на стенді, замінити муфту
	Поламаний важіль вмикання муфти або вискочила його вісь	Замінити важіль або встановити на місце його вісь
	Поломка повідкового кільця муфти або буферної пружини	Замінити муфту
Незвичний шум стартера під час обертання якоря Незвичний шум стартера під час обертання якоря	Надмірне спрацювання втулок підшипників або шийок вала якоря	Замінити стартер
	Ослабло кріплення стартера або поламана його кришка з боку приводу	Підтягнути гайки кріплення або відремонтувати стартер
	Стартер закріплений з перекосом	Перевірити кріплення стартера

## Продовження таблиці 1.1

1	2	3
	Ослабло кріплення полюса статора (якір зачіпається за полюс)	Затягнути гвинт кріплення полюса
	Пошкоджені зуби шестірні приводу або вінця маховика	Замінити привід або маховик
	Шестірня не виходить із зачеплення з маховиком: – заїдання важеля приводу – заїдання муфти на шліцах вала якоря; – ослабли чи поламані; пружини муфти або тягового реле; – зіскочило стопорне кільце з маточини муфти; – заїдання якоря тягового реле; – несправна контактна частина запалювання	Виконати таке:замінити важіль очистити шліци і змастити їх моторним маслом; замінити муфту або тягове реле; - замінити пошкоджені деталі; - замінити тягове реле або усунути замикання; перевірити правильність замикання контактів при різних положеннях ключа; несправну контактну частину замінити

Перевірку і випробування стартера виконують на стенді КИ–968 У4. Розташування органів керування контрольно–вимірювального стенда КИ–968 У4 подано на рисунку 1.2.

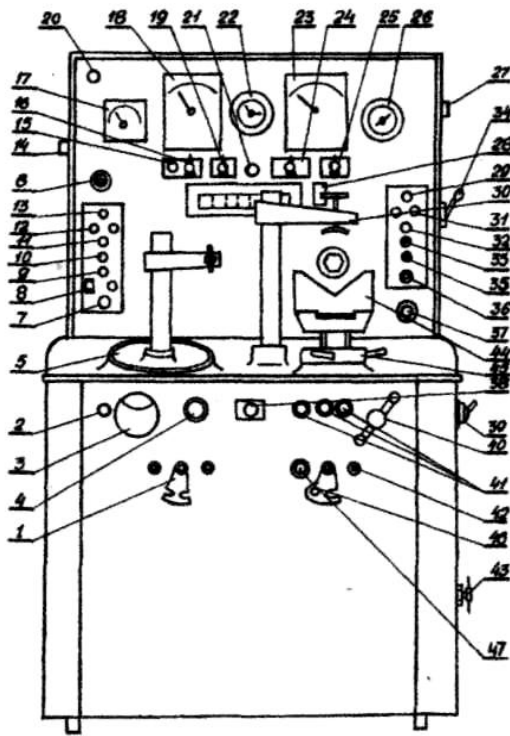


Рисунок 1.2 – Розташування органів керування контрольно-вимірювального  
 станда КИ-968 У4: 1 – затискачі з перекидною планкою перемикачів  
 акумуляторної батареї; 2 – ручка ввімкнення синхрографа; 3 – переривник  
 станда; 4 – вакуумний насос; 5 – синхрограф; 6 – високовольтний вивід  
 еталонної котушки запалювання; 7 – кнопка ввімкнення кола перевірки  
 конденсаторів; 8 – затискач для під'єднання конденсаторів; 9 – гніздо  
 "переривник – розподільник"; 10 – гніздо "батарея"; 11 – гніздо "переривник  
 станда"; 12 – вихідні гнізда вольтметра; 13 – гніздо "синхрограф"; 14 –  
 ручка повзуна регульовального реостата "max–min"; 15 – кнопка вмикання  
 вимірювача кута замкнутого стану контактів переривника–розподільника; 16  
 – ручка встановлення "0" мікроамперметра; 17 – мікроамперметр вимірювача  
 кута замкнутого стану контактів; 18 – вольтметр; 19 – перемикач режимів  
 вольтметра; 20 – сигнальна лампа ввімкнення станда в електричну мережу;  
 21 – сигнальна лампа ввімкнення акумуляторної батареї; 22 – тахометр; 23 –  
 амперметр; 24 – перемикач випробування приладів запалювання; 25 –  
 перемикач шунтів амперметра; 26 – вакуумметр; 27 – ручка повзуна  
 навантажувального реостата; 28 – ручка регулювання зазору  
 іскророзрядника; 29 – лінза контрольної лампи 220 В, 60 Вт.; 30 – кронштейн

кріплення; 31 – гнізда 220 В "контрольна лампа"; 32 – гніздо шунт "Ш"; 33 – затискач "+" під'єднання генератора; 34 – ручка вмикання планетарного редуктора; 35 – затискач "-"; 36 – затискач під'єднання стартера; 37 – перемикач роду навантажень; 38 – кнопка ввімкнення стартера; 39 – перемикач швидкості електродвигуна; 40 – маховик варіатора; 41 – кнопки керування електродвигуном "пуск", "стоп"; 42 – затискач маси "±"; 43 – гвинт натягу пасів варіатора; 44 – призми; 45 – гвинтова пара; 46 – перекидна пластина ввімкнення маси стенда; 47 – кнопка ввімкнення зарядного пристрою стенда.

## 2. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

### 2.1 Загальна схема виробничого процесу ремонту

Виробничий процес ремонту - це сукупність обставин (матеріально-технічна база і часові технологічні зв'язки), необхідних для відновлення повного або часткового ресурсу і роботоздатності, які стартер втратив. Він спрямований на забезпечення ритмічного та безперебійного складання повно-комплектної машини на ремонтному підприємстві, а також на підтримання необхідної готовності парку машин в господарствах АПК.

Основним поняттям, яке виражає фізичну суть системи ремонту, є виробничий цикл.

Виробничий цикл - це сукупність технологічно взаємопов'язаних явищ, дій, робіт, процесів, які утворюють замкнуте кільце. Виробничий цикл починається з моменту надходження машини в систему ремонту, а закінчується виходом з неї і введенням в експлуатацію [22].

Тривалість виробничого циклу - це календарний час, протягом якого об'єкт ремонту проходить усі етапи переміщення у системі ремонту з моменту надходження в неї і до передачі його замовникові.

Схему виробничого процесу розбирання стартерів вантажних автомобілів наведено на рис. 2.1.

Виробничий процес ремонту стартерів здійснюється в наступному технологічному порядку [21, 22]:

1. Зовнішнє миття.
2. Розбирання на вузли.
3. Миття вузлів.
4. Розбирання вузлів на деталі.
5. Миття деталей.
6. Дефектування вузлів і деталей.
7. Намотка.



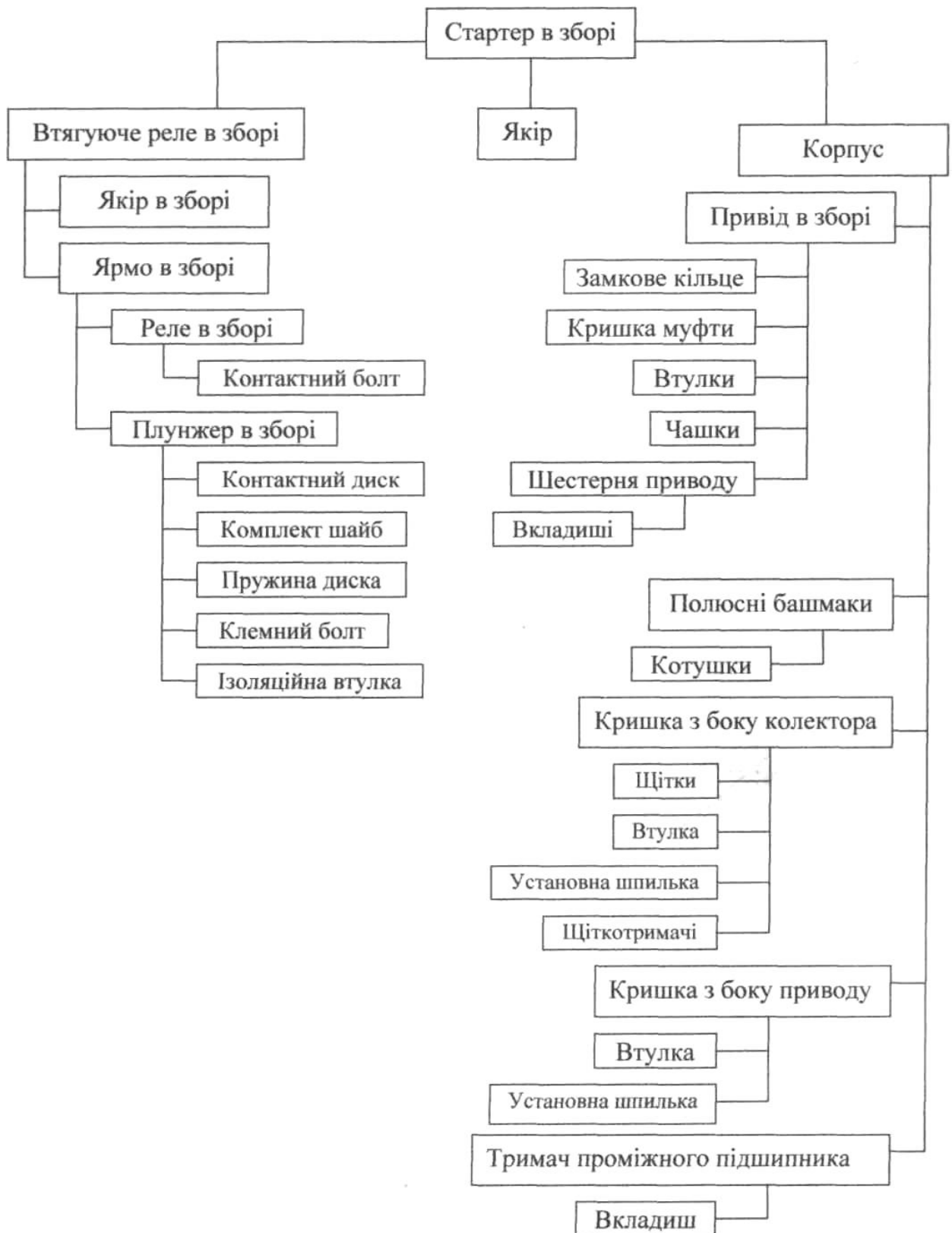


Рисунок 2.1 – Схема виробничого процесу розбирання стартерів вантажних автомобілів

8. Просочування, сушка.

9. Гальваніка.
- 10.Зварювання.
- 11.Слюсарно-механічні роботи.
- 12.Верстатні роботи.
- 13.Комплектація деталей для збирання вузлів.
- 14.Збирання вузлів.
- 15.Комплектація деталей, вузлів для зборки стартерів.
- 16.Збирання стартерів.
- 17.Випробування.
- 18.Фарбування.
- 19.Консервація.

## **2.2 Технологія ремонту електрообладнання**

Ротори та якорі генераторів і стартерів мають свої конструктивні особливості, тому в процесі експлуатації в них з'являються дещо різні дефекти.

Ротори генераторів змінного струму мають такі дефекти: втрата магнітних властивостей, задирки і тріщини магнето, спрацювання посадочних місць під підшипниками, спрацювання або пошкодження різьби та шпонкової канавки під шків, вигин ротора. Ротор вибраковують при наявності тріщин та відколів магніту площею більш як  $1 \text{ см}^2$  [17,18].

Ступінь намагніченості магніту ротора визначають магнітоміром типу МД-4. Намагніченість повинна становити не менш як 220 мкВб, при потребі ротор підмагнічують на спеціальному приладі.

Посадочні місця під підшипники відновлюють накатуванням, електромеханічною обробкою, хромуванням або насталуванням і шліфують під нормальний розмір.

Задирки і пошкодження магніту ротора зачищають шкуркою до видалення слідів спрацювань. Перед зачищенням ротор рекомендується

розмагнітити, а після ретельного очищення його від ошурок знову намагнітити.

Вигин ліквідують холодною правкою на ручному пресі, спрацьовану різьбу наплавляють і нарізують нову нормального розміру. Шпонкову канавку зачищають на збільшений розмір шпонки.

Якорі генераторів постійного струму і стартерів мають такі дефекти: задирки і зсув пластин заліза; спрацювання посадочних місць під підшипники; спрацювання різьби і шпонкової канавки; вигин вала якоря; пошкодження ізоляції і міжвиткове замикання проводів обмоток або замикання на масу; спрацювання й обгоряння пластин колектора.

Якір вибраковують, якщо колектор, спрацьований до діаметра, що виходить за межі допустимого при наявності злому, аварійного вигину або тріщин вала.

Задирки пакетів пластин, спрацювання посадочних місць під підшипники, різьби, шпонкової канавки і вигин вала якоря усувають так, як і аналогічні дефекти ротора генератора змінного струму.

Порушення ізоляції і замикання проводів обмоток якоря виявляють на спеціальних індукційних апаратах. Для цього якір 2 (рис. 2.2) вкладають на призму осердя апарата 3 і включають апарат у межах змінного струму напругою 127 або 220 В. Якщо замикання немає, то в секціях обмотки струму не буде [13, 14, 20].

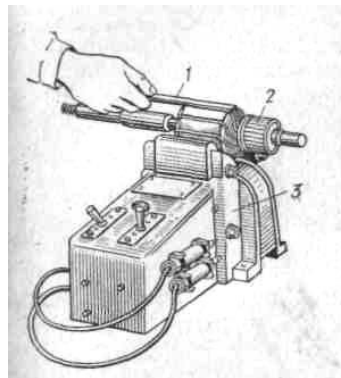


Рисунок 2.2 – Визначення міжвиткового замикання в обмотці якоря на індукційному апараті: 1 - стальна пластинка; 2 - якір; 3 - індукційний апарат.

При замиканні між витками в одній секції виникає струм, який намагнічуватиме зубці паза заліза якоря, і тонка стальна пластинка 1, що по чергово накладається на кожну секцію, вібруватиме над секцією з міжвитковим замиканням. Замикання витків обмотки можна виявляти також і портативним дефектоскопом.

Обрив проводу обмотки виявляють за допомогою індукційного апарата. Якір 3 (рис. 2.3) вкладають на призму осердя 1 і включають струм. Під дією магнітного потоку 2 у секціях обмоток якоря індукується струм, який визначають міліамперметром 6, приєднаним щупами до двох суміжних пластин 5 колектора випробовуваної секції 4. Повертаючи якір, перевіряють усі секції. Якщо стрілка міліамперметра не відхилилась, то в даній секції є обрив проводу обмотки.

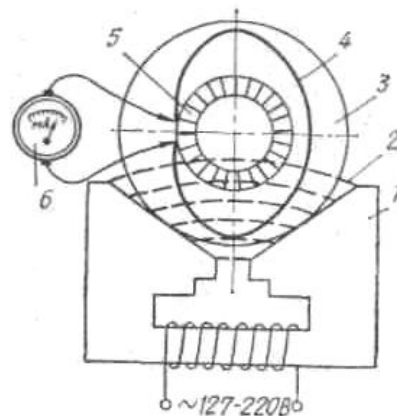


Рисунок 2.3 – Схема перевірки обмоток якоря на обрив: 1 - осердя; 2 - магнітний потік, 3 - якір; 4 - секція, яку перевіряють; 5 - колекторна пластинка; 6 - міліамперметр.

Замикання обмотки на масу виявляють за допомогою контрольної лампи. Для цього один щуп проводу контрольної лампи приєднують до вала якоря або заліза осердя, другий — по чергово то до однієї, то до другої пластини колектора. Загоряння лампи показує місця замикання обмотки на масу.

При міжвитковому замиканні або обриві проводу всередині обмотки її замінюють новою. Заміна обмотки якоря — операція досить складна, тут

потрібні відповідні знання, навички і спеціальне обладнання, тому, як правило, якорі перемотують на спеціалізованих підприємствах. Обриви обмотки у місцях припаювання до колекторних пластин або замикання в цьому місці усувають без перемотування.

Обмотку якоря стартера з голого шинного проводу ремонтують тільки при зруйнованій ізоляції і також на спеціалізованих підприємствах.

Спрацьовану і пошкоджену поверхню колектора проточують і шліфують скляною шкуркою до видалення слідів спрацювань. Після цього ручною ножівкою 2 (рис. 2.4) прорізають міканіт (пресовану слюду) 4 - між пластинами колектора якоря на глибину 0,8...1,0 мм [13, 14, 18].

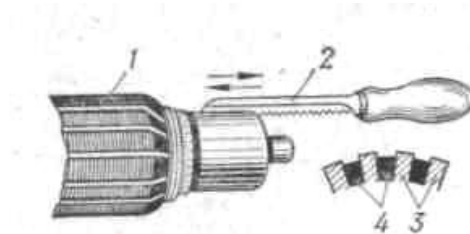


Рисунок 2.4. – Прорізування міканіту між пластинами колектора якоря: 1 - якор; 2 - ножівка; 3 - колекторні пластини; 4 - міканіт.

Ремонт корпусів стартерів. Корпуси можуть мати такі основні дефекти: задирки і забоїни на посадочних місцях кришок та на поверхнях полюсних наконечників; зрив і пошкодження різьби та шліців гвинтів кріплення полюсних наконечників; порушення ізоляції і замикання проводів обмоток; обриви вивідних наконечників й обрив у з'єднаннях обмоток.

Забоїни і задирки на посадочних місцях кришок усувають обпилюванням напилком і зачищають шкуркою. Щоб ліквідувати пошкодження на полюсних наконечниках, корпус розбирають; знімають клеми і, застосовуючи прес-викрутку, викручують гвинти кріплення полюсних наконечників. Зняті наконечники мітять по місцях встановлення їх. Пошкоджену поверхню наконечників зачищають шкуркою і ретельно видаляють ошурки й стружку. При значному і нерівномірному спрацюванні

поверхонь їх встановлюють у корпус (без обмоток) і проточують на токарному верстаті до видалення слідів спрацювань або пошкодження. Одночасно перевіряють зняті обмотки (котушки) збудження на міжвиткове замикання на індукційному приладі і на обрив контрольною лампою від джерела змінного струму напругою 220 В.

Міжвиткове замикання в обмотках збудження можна перевірити, не знімаючи їх із корпуса, за допомогою омметра. Омичний опір обмоток повинен відповідати технічним умовам на відремонтований генератор. Замикання обмоток на масу (на корпус) виявляють контрольною лампою. Ізоляцію проводів обмоток вважають справною, якщо лампочка не загоряється.

Пошкоджену різьбу відновлюють нарізуванням різьби збільшеного розміру або за допомогою різьбових вставок.

Обриви з'єднань між обмотками збудження або обриви вивідних наконечників усувають припаюванням, не знімаючи їх з корпуса.

Обмотки збудження з міжвитковим замиканням і внутрішніми обривами не ремонтують, а замінюють новими.

Ремонт кришок генераторів і стартерів полягає в усуненні таких дефектів, як спрацювання підшипників або мідно-графітових втулок; ослаблення кріплень щіткотримачів, ослаблення або поломки пружин і стирання щіток.

Спрацьовані підшипники і втулки замінюють новими. Втулки перед запресовуванням добре висушують, а потім просочують машинним маслом, нагрітим до температури 180...200°C (протягом 2 год). Ослаблені заклепки щіткотримачів підтягують або замінюють новими. Пружність пружин перевіряють ручним динамометром. Поламані пружини і ті, що втратили пружність, замінюють новими. Щітки, стерті до вибраковочної висоти, також замінюють новими.

Складання та випробування генераторів і стартерів включають такі операції.

Складання корпусу. Стежать за правильністю встановлення обмоток збудження, полярність їх перевіряють компасом – вона повинні чергуватися. Поліусні наконечники ставлять по мітках на попередні місця і гвинти кріплення їх закручують за допомогою прес-викрутки або на гвинтовому пресі. Якщо поверхня якоря або полюсних наконечників була проточена, то під наконечники підкладають сталі прокладки, щоб забезпечити зазор 0,35...0,40 мм між якорем і наконечником [13, 14, 18].

У складеному стартері якір повинен вільно повертатися від руки без відчутного радіального зазору. Осьове переміщення якоря в стартерах допускається не більш як 0,2 мм. Зачіплення якоря за поверхню полюсних наконечників не допускається. Щітки повинні вільно переміщуватися у напрямних щіткотримачах, притискатися пружинами із зусиллям, яке відповідає технічним вимогам, і прилягати до колектора не менш як на 80% робочої площі.

Нові щітки і ті, що погано прилягають, притирають до колектора якоря складною шкуркою. Биття шківів не повинно перевищувати 0,3 мм у радіальному напрямі і 0,5 мм в осьовому.

Відремонтвані стартери обкатують і випробовують на спеціальних стендах типу КТІ-968, 3-211 тощо, які дають змогу плавно змінювати частоту обертання ротора або якоря в потрібних межах та вимірювати напругу, струм і частоту обертання.

Міцність ізоляції перевіряють контрольною лампою протягом однієї хвилини при напрузі змінного струму 220 В.

Випробування стартерів. Стартери випробовують на безвідказність роботи механізму включення, на частоту обертання якоря і безшумність роботи на холостому ході.

При випробуванні на холостому ході стартер підключають до акумуляторної батареї і через 30с. після включення стартера вимірюють споживаний струм та частоту обертання якоря. Підвищений струм і знижена частота обертання якоря вказують на заїдання або нерівномірний зазор між

якорем та полюсними наконечниками, коротке замикання в електричному колі стартера або на неправильне встановлення щіток (позитивні поставлено на місце негативних). Стартер повинен працювати безшумно, а механізм включення – діяти безвідказно. Вибірково стартери перевіряють на максимальну силу струму і крутний момент. При повному гальмуванні якоря вони повинні відповідати технічним умовам.

### **2.3 Класифікація і коротка характеристика обладнання, пристроїв і інструментів для виконання ремонту стартерів автомобілів**

Стартери приймаються в ремонт спеціалізованими електроремонтними підприємствами, підлягають огляду і перевірці згідно з діючими технічними умовами.

Приймання стартерів в ремонт здійснює приймальник або контролер електроремонтної станції в присутності заказника по спеціальній приймальній відомості. До підрозділу ремонту електрообладнання входять наступні робочі місця: розбирально-миюче, дефектувальне, ремонту і виготовлення деталей, комплекуюче, збиральне, випробувальне, фарбування і консервації. Крім вказаних підрозділів, до складу електроремонтної дільниці відносяться: інструментно-роздавальне господарство, технічний відділ, служба головного механіка. Персонал технічного відділення складається з технологів, котрі проводять технологію ремонту цього чи іншого виробу, вдосконалюють його і контролюють виконання [25].

Зовнішнє миття і сушіння стартерів здійснюється за допомогою такого технічного обладнання: транспортер підвісний 6606–1, машина миюча 6506–3. Розбирання стартера СТ – 230Б здійснюється такими обладнанням, пристроями і інструментами: пристрій для розбирання стартерів 6606-26А; підйомник щіток ОПР-761-2-00-13; кліщі для знімання замкових кілець ПТ 1468-11-450; гайкокрут пневматичний ГПМ-14, насадки 9,10,17,14 мм; насадка – викрутка; плоскогубці комбіновані 200; викрутка 200×1,0 ГОСТ



5423-86; ключ гайковий 8-10; молоток слюсарний АЗ; молоток з мідним бойком марки ПИМ 640-260; борідок слюсарний [23].

В таблиці 2.1 подано універсальний вимірювальний і контрольний інструмент та прилади.

Таблиця 2.1. Універсальний вимірювальний і контрольний інструмент та прилади.

Інструменти застосування прилади	Марка та границя вимірів, мм
1	2
Мікрометр гладкий 6507-60 з ціною поділки 0,01 мм	0-25, 25-50, 50-75
Нутромір індикаторний 868-72 з ціною поділки 0,01 мм	6-18, 18-35, 35-50
Штангенциркуль: 0,1 0,05	0-125 ШЦ-1-125-0,1 0-150
Лінійка металева вимірювальна 427-56	1-300
Штатив універсальний для індикатора 10197-70	
Призма розміточна 5641-66, клас точності 1	150×80×150
Індикатор годинникового типу 577-68, 0,01 мм	0-10
Штангензубомір 5368-73, 0,02 мм	Інтервал модулів 1-18
Кутник провірочний 3749-65, клас точності 2 тип V	
Устаткування для випробування ізоляції	НО-432
Устаткування для перевірки справності обмоток реле	АЭЛ-0590
Прилад для перевірки якорів генераторів і стартерів	Э 236

Маючи на дільниці універсальний мірний інструмент можна продефектувати основні деталі стартера.

#### **2.4. Розрахунок параметрів виробничого процесу.**

Враховуючи існуючі функціонуючі ремонтні майстерні і матеріально-технічну базу власників автомобілів, при розрахунках приймаємо до уваги коефіцієнти участі у ремонтних роботах підприємства. Ці коефіцієнти

найбільш точно можуть бути визначені шляхом опитування за допомогою спеціальних анкет всіх власників автомобілів. У даному випадку коефіцієнти прийняті на підставі оцінки експертів з числа інженерно-технічних працівників господарств районів, можливостей і потреб кожного господарства. Вихідні дані для розрахунків обсягів ремонтних та обслуговуючих робіт на базі автомобіля категорії N1 подані в таблиці 4.2.

Таблиця 2.2 – Вихідні дані для розрахунків обсягів робіт технічного сервісу

Назва показника	Значення
1	2
Кількість автомобілів, шт..	991
Очікуваний пробіг тис.км: Одного автомобіля	22
всього парку	21802
Періодичність виконання ТО-2, тис. км	10,0
Трудомісткість проведення одного ТО-2, люд.год	18,2
Питома трудомісткість поточного ремонту люд.год / тис. км	1,04
Питома трудомісткість усунення відмов. люд.год/тис.км	2,2
Коефіцієнт участі підприємства: в поточному ремонті	0.5
технічному обслуговуванні	0.5
усуненні відмов	0.3

З таблиці 2.2 бачимо, що основними видами робіт дільниці буде поточний ремонт та усунення відмов.

Трудомісткість ТО-2 для дільниці поточного ремонту визначаємо з наступного виразу [19,21,22]:

$$T_{[TO-2]} = C_{(TO-2)} * W_{(TO-2)} * t_{(TO-2)} \text{ люд.год} \quad (2.1.)$$

де  $C_{(TO-2)}$ - коефіцієнт участі дільниці у виконанні ТО-2;

$W_{(TO-2)}$ - розрахункова кількість ТО-2 автомобілів даної марки;

$t_{(TO-2)}$ - трудомісткість одного ТО-2 автомобілів даної марки

Кількість ТО-2 для потреб всього парку району визначаємо за формулою:

$$W_{[TO-2]}=K*A/V \text{ .шт} \quad (2.2)$$

де  $K$  - кількість автомобілів даної марки, шт.;

$A$  - середньорічний пробіг одного автомобіля даної марки, км.;

$V$  - скоректована для даних умов періодичність ТО-2

$$W_{[TO-2]}=991*22/10,0.=218 \text{ шт.}$$

Підстави отримання значення у формулу (2.1) визначаємо загальну трудомісткість ТО-2.

$$T_{[TO-2]}=0,5*218*18.2=1983,8 \text{ люд.год}$$

Результати заносимо у таблицю 2.2

Загальну трудомісткість поточного ремонту автомобілів ГАЗ визначаємо за формулою [19,21,22]:

$$T_{пр} = C_{пр} * K * A * t_{пр} \text{ . люд.год} \quad (2.3)$$

де  $C_{пр}$ - коефіцієнт участі дільниці у виконанні поточних ремонтів;

$t_{пр}$  - скоректована питома трудомісткість поточного ремонту на 1 тис . км. пробігу автомобілів даної марки;

$$T_{пр} = 0,5*991*22*1,04=11337,04 \text{ люд.год.}$$

Трудомісткість усунення відмов визначаємо з виразу:

$$T_{ув} = C_{ув} * K * A * t_{ув} \text{ .люд.год} \quad (2.4)$$

де  $t_{ув}$ - скоректована питома трудомісткість усунення нескладних відповідно для автомобілів даної марки.

$$T_{ув} = 0.3*991*22*2.2=14389,32 \text{ люд.год}$$

Підставивши отримані значення у формулу (2.1) визначимо загальну розрахункову трудомісткість ремонтних та обслуговуваних робіт для обслуговуваного парку автомобілів.

$$T=1983,8 + 11337,04 + 14389,32 = 27710,16 \text{ люд.год}$$

Трудомісткість ремонту стартерів визначаємо з виразу [ ]:

$$T_{cm} = T * \kappa_{cm}, \text{ люд.год} \quad (2.5)$$

де  $\kappa_{cm}$  – частка трудомісткості ремонту стартерів від загального обсягу робіт,  $\kappa_{cm} = 0,03$ .

$$T_{cm} = 27710 * 0,03 = 831,3, \text{ люд.год.}$$

Аналогічно визначаємо для решти марок автомобілів і результати заносимо в таблицю 2.3.

Таблиця 2.3 – Результати розрахунків трудомісткості ремонту стартерів

Марка автомобіля	Кількість автомобілів даної марки	Трудомісткість ремонту стартерів, люд.год
1	2	3
Mercedes	991	831
DAF	357	320
КрАЗ	156	280
MAN	37	32
Інші марки	327	344
Всього	1788	1807

З таблиці 2.3 бачимо, що найбільша трудомісткість ремонту стартерів автомобілів марки Mercedes становить 45,98% від загальної трудомісткості.

## 2.5 Визначення потрібної кількості ремонтних робітників для дільниці

Кількість робітників, які повинні виконувати розрахунковий обсяг ремонту стартерів визначаємо з виразу:

$$P_{ря} = T / \Phi_p \text{ чол.} \quad (2.6)$$

де  $T$ -загальна трудомісткість всіх видів робіт, люд.год;

$\Phi_p$ - річний розрахунковий фонд робочого часу, який на 2024 рік

складає  $\Phi_p = 2096$  год.

$$P_p = 1807 / 2096 = 0,86 \text{ чол}$$

Якщо прийняти до уваги, що кількість робітників має бути цілим числом, то приймаємо 1 чол. Для прийняття остаточного числа робітників скористаємося коефіцієнтом завантаження робітників, який визначається з наступного виразу [19,21,22]:

$$\eta = P_p / P_y \quad (2.7)$$

де  $P_y$ - прийнята чисельність робітників.

Прийнявши 1 робітника отримаємо значення:

$$\eta = 0,89 / 1 = 0,89$$

Так як згідно нормативів допускається не довантаження робітників на 5% і перевантаження на 15%, то потрібно буде довантажити іншими видами робіт.

### 3. КОНСТРУКТИВНА ЧАСТИНА

#### 3.1 Огляд існуючих конструкцій пристроїв для розбирання стартерів

Знімачі (рис 3.1) дозволяють випресовувати підшипники з глухих отворів

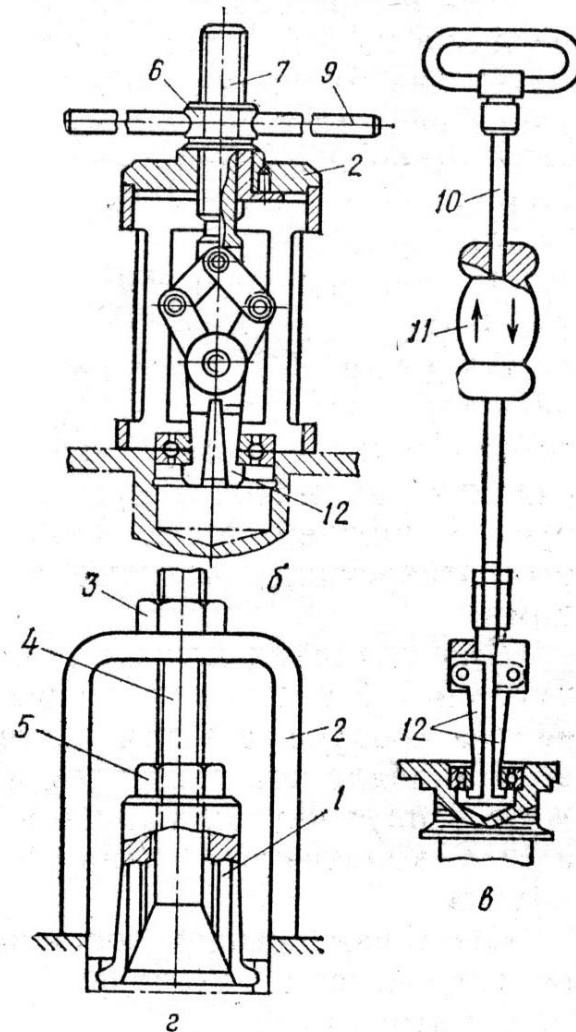


Рисунок 3.1 – Знімачі підшипників, встановлених в торцях колінчастих валів: а- перший варіант; б- другий варіант; в- третій варіант; 1- гвинт; 2- корпус; 3- конус; 4- упорний підшипник; 5- притискна шайба; 6- гайка; 7- упорний гвинт; 8- ручка; 9- вороток; 10- стержень; 11- вантаж; 12- захоплювачі; г- четвертий варіант; 1- цангова втулка; 2- скоба; 3 і 5- гайки; 4- гвинт.

### 3.2 Будо́ва та принцип роботи зні́мача

Як відомо процеси розбирання і складання агрегатів і вузлів машин, складають основну частку трудомісткості їх ремонту. Якщо розглядати повне розбирання стартера під час ремонту то його можна реалізувати багатьма варіантами [21,22]. Всі варіанти розбирання і складання стартера можуть відрізнятися послідовністю виконання операції, а також їх змістом. Зміст операції залежить, в основному, від використовуваного технологічного оснащення та інструментів. Крім того зміст операцій розбирання та складання залежить від просторової орієнтації стартера під час виконання кожної операції.

Пристрій (рис. 3.2.) складається з плити 1 виконаної з листової сталі товщиною 20мм. В плиті виконано чотири отвори діаметром 12мм і 2 різьбових отвори М12. З одного торця плити вздовж її осі прорізано паз шириною 40мм та глибиною 84 мм, в якому розміщений кондуктор 2. Кондуктор має форму грибка з головою діаметром 80мм, напрямною частиною у формі квадрата 40х40мм і різьбовою частиною з різьбою М40. По осі кондуктора виконаний квадратний отвір 14х14мм. На різьбову частину кондуктора накручена циліндрична гайка 3 з зовнішнім діаметром 80мм. По периметру гайки виготовлено чотири отвори діаметром 10мм і глибиною 14мм для її відкручування і закручування з'ємним важелем. В циліндричних отворах плити 1 розміщені чотири болти М12 вкручені в різьбові отвори корпусу 5. У верхній частині корпусу виконано наскрізний отвір діаметром 80мм. З обох сторін в отворі виконані канавки під стопорні кільця. В отворі корпусу 5 встановлені два підшипники 6 типу 209(180209, 60209, 80209 або їх аналоги за габаритними розмірами). В канавках корпусу 5 розміщені два стопорних кільця 7, які утримують підшипники від осьового переміщення. В підшипниках 6 встановлений вал 8. Одна сторона вала виконана як різьбова поверхня М90, а інша як квадрат 30х30мм. З різьбової сторони виконаний осьовий отвір діаметром 40мм і глибиною 32мм для розміщення в ньому шестерні приводу стартера. Зі сторони квадрата виконаний різьбовий отвір

M12. На циліндричній шийці вала зі сторони квадрата виконана кільцева канавка під стопорне кільце [19,21,22].

Між підшипниками 6 розміщена розпірна втулка 9.

На квадратну частину вала 8 встановлено важіль 10 корби затиснений шайбою 11 за допомогою болта 12 вкрученого в різьбовий отвір вала 8. На протилежному кінці важеля виконаний різьбовий отвір M12, в який вкручена вісь 13 з ручкою 14.

Ручка 14 має можливість вільного обертання навколо осі 13.

На різьбову частину вала 8 накручена циліндрична гайка 15 з внутрішньою конусною поверхнею. Зі сторони конусної поверхні на торці гайки виконано вісім радіальних отворів діаметром 10мм і глибиною 14мм під спеціальний ключ зі штифтами для її закручування і відкручування.

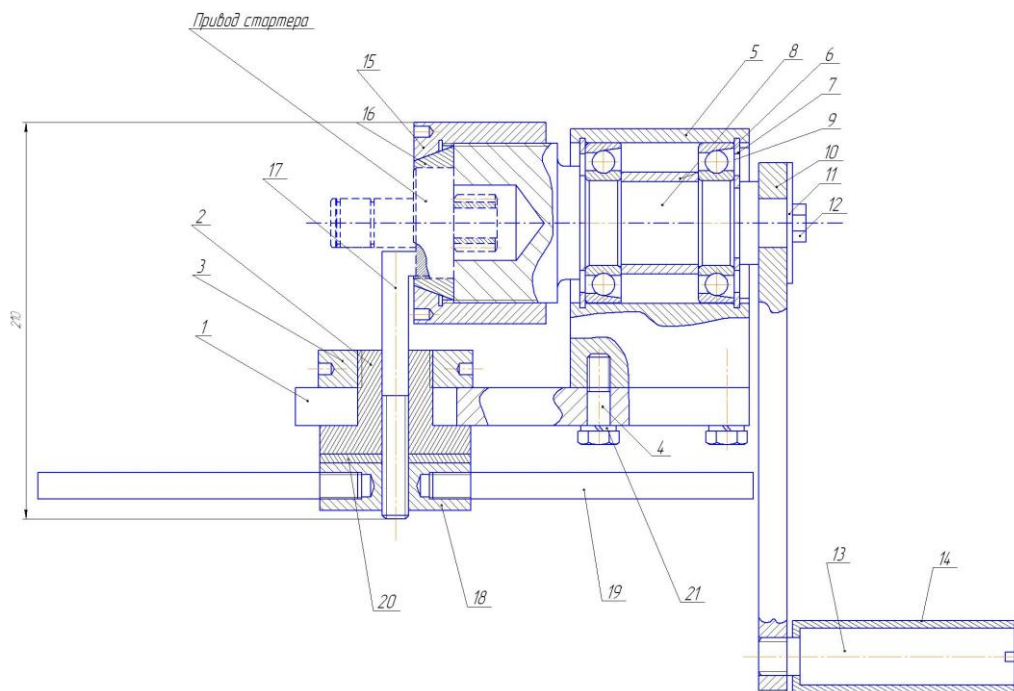


Рисунок 3.2 – Пристрій для розбирання стартерів: 1 – плита, 2 – кондуктор, 3- циліндрична гайка, 4- болт, 5 – корпус, 6 - підшипник, 7 – стопорне кільце, 8 – вал, 9 – розпірна втулка, 10 – важіль корби, 11 – шайба утримуюча, 12 – болт, 13 – вісь, 14 – ручка, 15 – гайка, 16 – розрізна втулка, 17 – тяга, 18 – гайка, 19 – важіль, 20 – шайба, 21 – гравер.



Між конусною поверхнею гайки 15 та торцем вала 8 встановлена конусна розрізна втулка 16. Під час накручування гайки 15 на вал 8 конусна поверхня гайки переміщуючись на конусній поверхні розрізаної втулки 16 стискає останню, а та, в свою чергу, обтискає і фіксує від обертання зовнішню частину корпуса муфти вільного ходу привода стартера.

В квадратному отворі кондуктора 2 розміщена тяга 17. Один кінець тяги має захоплювач висотою 3мм і контактною криволінійною поверхнею радіусом 28мм для відгинання завальцьованої поверхні зовнішньої частини корпуса муфти вільного ходу привода стартера. Протилежний кінець тяги має різбовий стержень М14 довжиною 42мм. На різбову частину тяги 17 накручена циліндрична гайка 18. По периметру циліндричної поверхні гайки виконано чотири різбові отвори М14 в які вкручено чотири важелі 19. Між кондуктором 2 і гайкою 18 встановлена бронзова антифрикційна шайба 20.

Пристрій працює наступним чином. До плити 1 кріпиться відповідний кронштейн за допомогою болтів, що вкручуються в два різбові отвори плити. Кронштейн може кріпитися в слюсарних лещатах або безпосередньо до стола чи слюсарного верстака. Форма кронштейна повинна бути такою, щоб вал 8 займав горизонтальне положення, а плита 1 вертикальне.

Якщо буде розбиратися привод стартера певної моделі, то відповідно до його геометричних параметрів вибирається змінна конусна втулка з розрізом і встановлюється між торцем вала 8 та конусною поверхнею гайки 15.

Привод стартера встановлюють так, що шестерня увійшла в осьовий отвір вала 8. Після цього в осьові отвори гайки 15 встановлюють спеціальний штифтовий ключ протилежний кінець якого впирається в бокову поверхню плити 1. Далі за допомогою ручки 14 обертаємо корбу, внаслідок чого здійснюється докручування гайки 15, стискання розрізаної конусної втулки 16 і як наслідок затискання привода стартера. Після цього з привода стартера послідовно знімають: крайнє стопорне кільце; шайбу; пружину; крайню

півмуфту ввімкнення; внутрішнє стопорне кільце; внутрішню півмуфту ввімкнення; внутрішню пружину.

Після цього в проріз плити 1 встановлюється кондуктор 2 з гайкою 3, тягою 17 і гайкою 18. За допомогою гайки 3 кондуктор фіксується в такому положенні, щоб захоплювач тяги 17 зайшов в контакт з торцем муфти вільного ходу. Обертаючи за допомогою важелів 19 гайку 18 переміщують тягу 17 до контакту її захоплювача з завальцьованим буртиком зовнішньої частини корпусу муфти вільного ходу приводу стартера. Далі обертаючи корбу поступово докочуємо гайку 18 і таким чином проводимо розвальцювання буртика зовнішньої частини корпусу.

### 3.3 Розрахунок елементів конструкції знімача

#### Розрахунок тяги

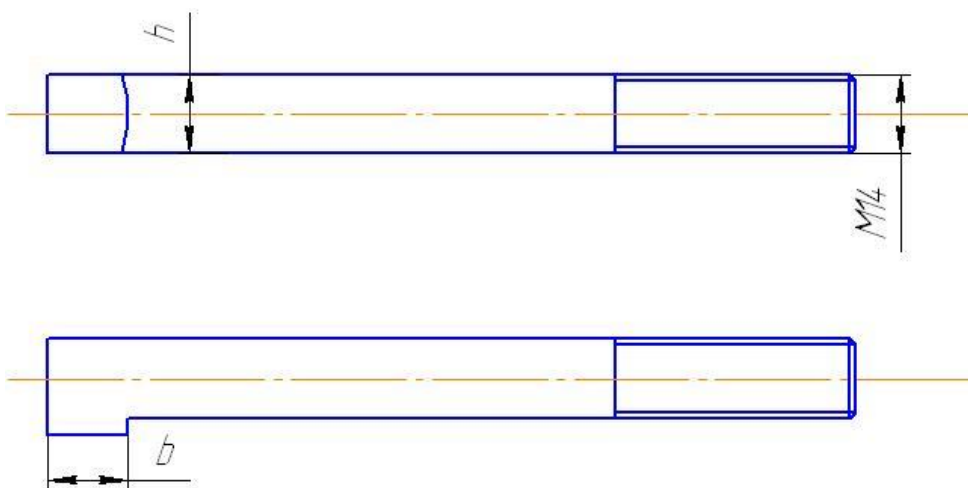


Рисунок 3.3– Схема для розрахунку тяги

Розраховуємо тягу виходячи з умови міцності на зріз [7,8]:

$$\tau_{зр} = \frac{F}{A} \leq [\tau]_{зр} \quad (3.1)$$

де  $A$  – площа зрізу,  $\text{мм}^2$

$$A = h * b, \text{мм}^2 \quad (3.2)$$

де  $h$  – висота захоплювача в місці зрізу;  $\text{мм}$ ;

$b$  – ширина захоплювача в місці зрізу;  $\text{мм}$ ;

$[\tau]_{зр}$  – допустиме напруження на зріз,  $\text{МПа}$

Приймаємо матеріал лапки Ст. 45 для якої  $[\tau]_{зр} = 150$  МПа

$$\tau_{зр} = \frac{3000}{14 \cdot 14} = 15,31 \text{ МПа}$$

Отже, умова міцності захоплювачів на зріз  $\tau_{зр} > [\tau]_{зр}$  задовольняється, так як  $15,31 < 150$  МПа.

Визначаємо коефіцієнт запасу міцності [7,8]:

$$S = \frac{[\tau]_{зр}}{\tau_{зр}} \quad (3.3)$$

$$S = \frac{150}{15,31} = 9,8$$

Для наших умов цей показник є досить високим.

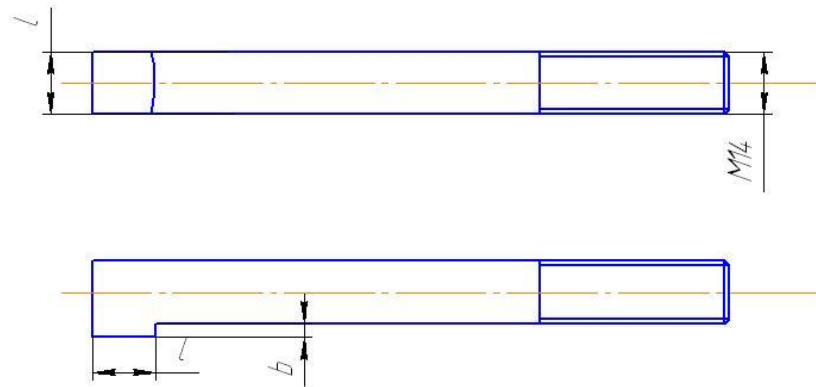


Рисунок 3.4 – Схема для захоплювачів на зминання

Розраховуємо захоплювачі на зминання, виходячи з умови [7,8]:

$$\sigma_{зм} = \frac{F}{A} \leq [\sigma]_{зм} \quad (3.4)$$

де  $A$  - площа зминання,  $\text{мм}^2$

$$A = l_1 b_1, \text{мм}^2 \quad (3.5)$$

де  $[\sigma]_{зм}$  – допустиме напруження на зминання, МПа, для Ст45 має значення  $[\sigma]_{зм} = 135$  МПа

$l_1$  - довжина відрізка зминання захоплювача, мм;

$b_1$  – ширина захоплювача в місці зминання, мм;

Підставивши формулу (5.8) в формулу (5.7) отримаємо:

$$\sigma_{зм} = \frac{F}{L_1 \cdot b_1}, \text{ мПа} \quad (3.6)$$

$$\sigma_{зм} = \frac{3000}{14 \cdot 3,0} = 71,28 \text{ мПа}$$

Отже, умова міцності на зминання задовольняється, оскільки  $\sigma_{зм} < [\sigma]_{зм}$

Визначаємо коефіцієнт запасу міцності при зминанні лапки [7,8]:

$$S = \frac{[\sigma]_{зм}}{\sigma_{зм}} \quad (3.7)$$

$$S = \frac{135}{71,28} = 1,9$$

Для наших умов значення коефіцієнту запасу міцності задовільний.

### Розрахунок важеля на міцність

Виходячи з того, що зусилля яке прикладається до важеля рівне  $F=600\text{Н}$ , перевіряємо важіль на згин  $l=0.2285\text{м}$ :

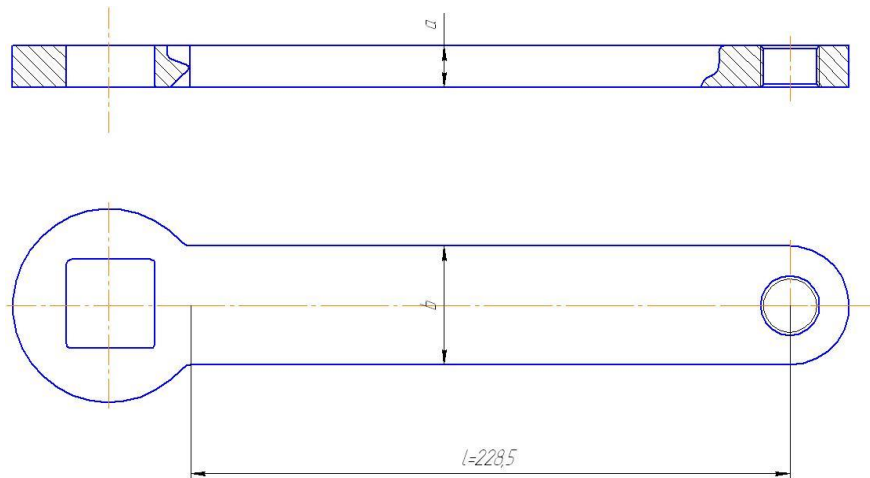


Рисунок 3.5 – Схема для розрахунку важеля

Умова міцності в даному випадку має вигляд [7,8]:

$$\sigma_{зг} = \frac{6 \cdot M_{max}}{a \cdot b^2} \leq [\sigma_{зг}], \text{ МПа} \quad (3.8)$$

де,  $M_{max}$  – згинаючий момент, Нм;

$a$  – товщина важеля, мм;

$b$  – ширина важеля, мм;

$[\sigma_{зг}]$  – допустиме напруження на згин, МПа. Розміри вибраного перерізу:  $a = 14\text{мм}$ ,  $b = 40\text{мм}$ . Для сталі Ст45  $[\sigma_{зг}] = 160\text{ МПа}$ .

$$M_{\max} = F \cdot l \quad (3.9)$$

$$M_{\max} = 600 \cdot 0.2285 = 137,1 \text{ Нм}$$

$$\sigma_{зг} = \frac{6 \cdot 137,1}{14 \cdot 40^2} = 0,367 \leq [\sigma_{зг}], \text{ МПа}$$

Отже, розміри перерізу важеля задовольняють умову міцності.

Знос міцності перевищує 400.

## **4. ОХОРОНА ПРАЦІ**

Питання охорони праці охоплюють всі сфери виробничої діяльності пересування та побуту людини. Виконання будь-яких проектних робіт завжди супроводжується їх погодженням з службами технічного нагляду, санітарними службами та пожежними. Залежно від специфіки конкретного виробництва діють відповідні технічні, санітарні та пожежні правила.

Специфікою ремонтного виробництва є те, що, на відміну від машинобудування, робітники мають справу з різними об'єктами праці, які відрізняються не тільки конструкцією, тобто марками і моделями, але і технічним станом. Крім того робітники ремонтних підрозділів, як правило, працюють на різних робочих місцях і виконують різні операції. Тому у ремонтному виробництві на охороні праці потрібно акцентувати особливу увагу [10,12,24].

Якщо розглянути основні фактори, що впливають на охорону праці, то серед них будуть: стан і рівень проведення інструктажів та ведення документації, стан виробничих приміщень та обладнання; забезпеченість спецодягом та засобами індивідуального захисту; своєчасність і сума фінансування заходів з безпеки праці; ступінь дотримання всіма працівниками діючих норм і правил.

### **4.1 Виробнича санітарія**

Основні фактори, які негативно впливають на продуктивність праці, якість продукції і сприяють виникненню аварійних ситуацій такі: погане освітлення приміщень і робочих місць, їх загазованість, шум і вібрація, порушення температурного режиму і відносної вологості повітря, протяги в приміщеннях, забрудненість робочих місць, інструментів, технологічного обладнання, приладів і пристроїв, спецодягу [10,12,24].

Результатами спеціальних досліджень показують, що тільки від перевищення допустимих норм шуму та вібрації на робочому місці

продуктивність праці може знизитися на 60%. І навпаки при ліквідації шумових подразників продуктивність праці підвищується до 10%, при раціональному освітленні, поліпшенні мікроклімату та зниженні загазованості, при плануванні і благоустрої робочих місць продуктивність праці значно підвищується.

На підставі наукових досліджень встановлено гранично допустимі значення загазованості, рівня шуму та вимоги до освітленості приміщень ремонтних майстерень. Дотримання допустимих норм можливе лише за умови справної відсмоктувально-притічної вентиляції, якісної звукоізоляції шумного обладнання або встановлення його в окремих приміщеннях, будівництва стін і перегородок зі звукопоглинаючих матеріалів, використання віброізоляційних фундаментів, амортизаторів, вібропрокладок, застосування індивідуальних засобів захисту органів слуху робітників від впливу шуму. Використання інтенсивних джерел загального і місцевого освітлення.

Зменшити концентрацію пилу, шкідливих газів і випарів можна, видаляючи отруйні та особливо шкідливі речовини з виробництва, докорінно змінюючи технологічний процес з тим, щоб повністю ліквідувати утворення пилу, пари та газів, герметизуючи апаратуру і обладнання, механізуючи і автоматизуючи виробничі процеси, замінюючи роботи з сухими на роботи зі зволженими матеріалами (мокре шліфування), встановлюючи витяжки в місцях активного утворення газів, пилу, пари, забезпечуючи робітників спецодягом і індивідуальними засобами захисту, систематично і якісно прибираючи виробничі приміщення та робочі місця, забезпечуючи робітників комплексом санітарно-побутових приміщень [10,12,24].

#### **4.2.Розрахунок заземлення електроустаткування**

Визначаємо опір розтікання струму одиничного вертикального електрода використовуючи наступний вираз [10,12,24]:

$$R_{en} = \frac{0,366 \cdot P_r}{l} \left( \lg \frac{2 \cdot l}{d} + 0,5 \cdot \lg \frac{4t + l}{4t - l} \right), \text{ Ом} \quad (4.1)$$

де  $l$  – довжина заземлювача, ( $l=1,3$  м);

$d$  – діаметр труби,  $d=0,05$  м;

$t$  – висота від поверхні землі до середини заземлювача,  $t=0,5$  м;

$R_r$  – розрахунковий питомий опір ґрунту з урахуванням кліматичного коефіцієнта до вертикального заземлювача,  $R_r=196\dots236$  Ом·м.

$$R_{el} = \frac{0,366 \cdot 216}{1,3} \left( \lg \frac{2 \cdot 1,3}{0,05} + 0,5 \cdot \lg \frac{4 \cdot 0,5 + 1,3}{4 \cdot 0,5 - 1,3} \right) = 124,7 \text{ Ом}$$

Визначаємо опір електродів без урахування опору з'єднувальної ланки з виразу [10,12,24]:

$$R_{zp.el.} = \frac{R_{el}}{\eta \cdot \eta_e}, \text{ Ом} \quad (4.2)$$

де  $n$  – необхідна кількість стержнів;

$\eta_e$  - коефіцієнт використання стержневих заземлювачів,  $\eta_e = 0,83$

Кількість стержнів визначаємо з виразу [10,12,24]:

$$n_c = \frac{R_{el} \cdot \eta_c}{R_{доп} \cdot \eta_e}, \text{ шт} \quad (4.3)$$

де  $\eta_c$  - коефіцієнт використання системи,  $\eta_c = 0,85$ ;

$\eta_e$  - коефіцієнт використання електрода  $\eta_e = 0,79$ ;

$R_{доп}$  – допустимий опір,  $R_{доп} = 4\dots10$  Ом

$$n_c = \frac{124,7 \cdot 0,85}{10 \cdot 0,79} = 13,4 \text{ шт.}$$

Приймаємо  $n_c = 14$  шт.

Підставивши значення у (6.2) отримаємо [10,12,24]:

$$R_{zp.el.} = \frac{127,7}{14 \cdot 0,83} = 10,7 \text{ Ом}$$

Визначимо опір одиначної штаби, прокладеної в ґрунті на глибину  $t$  від поверхні землі з виразу [10,12,24]:

$$R_{ш} = 0,366 \frac{\rho}{l} \cdot \lg \frac{2 \cdot l}{b + t}, \text{ Ом} \quad (4.4)$$

де  $b$  – ширина штаби,  $b=0,05$  м;

$t$  - глибина заземлення,  $t=0,4$  м



Підставивши значення у (6.4) отримаємо

$$R_{ш} = 0,366 \frac{120}{1,3} \cdot \lg \frac{2 \cdot 1,3}{5 + 0,4} = 260 \text{ Ом}$$

Визначимо сумарний опір з виразу [10,12,24]:

$$R_{\Sigma} = \frac{R_{ep.ел} \cdot R_{ш}}{R_{ep.ел} \cdot R_{ш} \cdot \eta_{ш}} \quad (4.5)$$

де  $\eta_{ш}$  - коефіцієнт використання штаби,  $\eta_{ш} = 0,82$

Підставивши значення у вираз (6.5) отримаємо

$$R_{\Sigma} = \frac{10,7 \cdot 26}{10,7 \cdot 26 \cdot 0,82} = 8,7 \text{ Ом}$$

Умова надійного розтікання струму буде наступна:

$$R_{\Sigma} < R_{доп} \quad (4.6)$$

де  $R_{доп} = 10 \text{ Ом}$

Прирівнявши сумарний опір і допустимий зробимо висновок

$$8,7 < 10$$

Умова дотримується.

### 4.3 Пожежна безпека

Основною задачею запобігання пожеж і вибухів є усунення причин, що сприяють утворенню горючого і вогненебезпечного середовища в виробничому приміщенні. В приміщеннях ремонтних підприємств горючі і легкозаймисті речовини можуть з'явитися із-за підтікання пального і мастил в ремонтованих машинах, утворення парів пального при випробуванні двигунів на стендах, митті і знежиренні деталей.

Можливими джерелами запалювань можуть бути іскріння в місцях пошкодження ізоляції електропроводки, розбризкування крапель розплавленого металу при проведенні зварювальних робіт, перегрів струмопроводів і т.д.

Перелічені приклади можливих причин виникнення пожеж визначають характер заходів протипожежної профілактики у виробничих приміщеннях ремонтних підприємств, яких необхідно дотримуватися [10,12,24]:

- забезпечення справності електропроводки і захисними щитками розподільчих і пускозапобіжних пристроїв;
- встановлення іскрозахисних щитів біля місць встановлення і роботи зварювальних і наплавлюваних установок і пальників;
- збір в спеціальні піддони залишків пального і мастильних матеріалів при розбиранні ремонтваних машин;
- видалення горючих випарів продуванням водяною парою з резервуарів і ємкостей перед зварювальними роботами;
- зберігання пожежо- і вибухонебезпечних речовин і матеріалів на спеціально обладнаних складах в герметично закритій тарі;
- огороження електропечей негорючими матеріалами з заборною зберігати біля них легкозаймистих речовин;
- використання спеціальних контейнерів для промасленого ганчір'я;
- дотримання вимог пожежної безпеки при виконанні газозварювальних робіт та нагрівання деталей відкритим полум'ям.

#### **4.4 Заходи безпеки під час виконання технологічних операцій ремонту**

Безпека при виконанні багатьох технологічних операцій залежить від справності використовуваних інструментів. При розбиранні і складанні машин, що знаходяться в ремонті, поруч з механічними (слюсарними і монтажними) інструментами використовуються інструменти з пневматичним і електричним приводом. Використання несправного інструменту може привести до травмування робітника чи оточуючих осіб [10].

При розбирально-складальних роботах потенційно небезпечні операції ви пресування чи запресування деталей, а також встановлення чи демонтажу пружних елементів. Для безпечного проведення таких дій необхідно передбачити захисні пристрої.

При очищенні і митті і їх елементів можлива шкідлива дія на організм людини випарів високої концентрації мийних розчинів і тому необхідне

влаштування припливно-витяжної вентиляції, використання індивідуальних засобів.

При фарбуванні необхідно застосувати необхідні заходи безпеки. Для здоров'я людини шкідливі наступні фактори: токсичність складників розчинників, розріднювачів, наявність свинцевих сполук в значній частині пігментів, забруднення повітря.

Приведений матеріал не охоплює всіх видів вимог техніки безпеки при виконанні ремонтних робіт. Такі вимоги будуть визначені відповідними інструкціями і правилами техніки безпеки і їх суворо повинні дотримуватися у всіх підрозділах дільниці ремонту вантажних автомобілів.

## 5. РОЗРАХУНОК ЕКОНОМІЧНОГО ЕФЕКТУ ВІД ЗАПРОВАДЖЕННЯ ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ РОЗБИРАННЯ СТАРТЕРІВ

За загально прийнятою методикою економічний ефект від впровадження нового обладнання визначають за формулою [1, 19]:

$$E = E_p - E_p' \quad (5.1)$$

де  $E_p$  - розрахунковий економічний ефект від використання запропонованого обладнання, грн.;

$E_p'$  - економічний ефект від використання існуючого обладнання, грн..

Розрахунковий економічний ефект розраховуємо за формулою[7,20]:

$$E_p = B_p - Z_p \quad (5.2)$$

де  $B_p$  - вартісна оцінка результатів, які отримані за розрахунковий період, грн.;

$Z_p$  - вартісна оцінка результатів, які отримані за розрахунковий період, з використанням пристрою, грн.;

При розрахунках приймаємо до уваги строк служби обладнання, а вартісну оцінку за період  $t$  визначають за формулою [19]:

$$B = \sum_{t=t_n}^{t=t_k} B_t \times d_t \quad (5.3)$$

де  $B_t$  - вартісна оцінка результатів в  $t$  – тому році розрахункового періоду;

$t_n$  - початковий рік розрахункового періоду;

$t_k$  - кінцевий рік розрахункового періоду.

$\alpha_t$  - коефіцієнт зведення до розрахункового року.

Вартісна оцінка результатів в  $t$ -му році визначаються за формулою[19]:

$$B_t = C_t \times A_t \times \Pi_t \times \alpha_t \quad (5.4)$$

де  $C_t$  - економія коштів при використанні обладнання для розбирання стартерів;

$A_t$  – кількість одиниць використовуваного обладнання в даному році;

$\Pi_t$  – загальна кількість ремонтів стартерів.

Коефіцієнт зведення до розрахункового року визначають за формулою[19]:

$$\alpha_t = (1 + E_n)^{t_p - t} \quad (5.5)$$

де  $E_n$  – норматив різночасових витрат і отримання результатів, чисельність прирівнюється до нормативу ефективності номінальних вкладень,  $E_n = 0,1$ ;

$t_p$  - розрахунковий рік;

$t$  – рік, затрати якого зводяться до розрахункового року.

Розрахункові дані для визначення економічного ефекту визначаємо за наступною методикою.

Згідно проведених розрахунків ми прийняли, що річна програма ремонтів буде становити  $\Pi_T = 800$  од. і буде використовуватись один пристрій ( $A_t = 1$  шт.).

Вихідні дані для розрахунку

1. Погодинна оплата праці  $Z_{зар.} = 54,98$  грн: (даний тариф для ремонтників III класу).

2. Час ремонту одного стартера  $t_{рем} = 1,23$  год.

3. Час ремонту стартера з використанням обладнання  $t_{мех.} = 0,68$  год.

Економія коштів при використанні обладнання становить [1, 19]:

$$\Pi_T = Z_{\Pi} - Z_{\Pi}' \quad (5.6)$$

де  $Z_{\Pi}$  - затрати коштів при ремонті, грн.;

$Z_{\Pi}'$  - затрати коштів при роботі з обладнанням, грн.

Затрати коштів при використанні обладнання становить [1, 19]:

$$Z_{\Pi}' = Z_{зар.} \times t_{мех.}, \quad (5.7)$$

Підставивши значення отримаємо:

$$Z_{\Pi}' = 54,98 \times 0,68 = 37,4 \text{ грн.}$$

Затрати праці при ремонті дорівнюють добутку заробітної плати і часу ремонту стартера

$$Z_{\Pi} = Z_{зар.} \times t_{рем}, \text{ грн.} \quad (5.8)$$

Підставивши значення отримаємо

$$Z_{\text{п}} = 54,98 \times 1,23 = 67,6 \text{ грн.}$$

Підставивши дані значення у формулу (5.6) отримаємо

$$Ц_{\text{т}} = 67,6 - 37,4 = 30,2 \text{ грн.}$$

Підставивши значення  $Ц_{\text{т}}$  у формулу (5.4) отримаємо вартісну оцінку результатів для першого року використання

$$B_{2025} = 30,2 \times 1 \times 800 = 24,2 \text{ тис. грн.}$$

Для решти років розрахунок проводимо аналогічно користуючись формулою (5.6) і результати заносимо в таблицю 5.1.

Вартісну суму визначаємо за формулою [1, 19]:

$$Z_{\text{р}} = \sum_{t=t_n}^{t=t_k} Z_t \times d_t \quad (5.7)$$

де  $Z_t$  – величина всіх затрат в  $t$ -тому році, грн.

Для 2025 року вартісну оцінку витрат визначаємо з виразу

$$Z_{2025} = C_1 + A(C_2 + C_3), \text{ грн.} \quad (5.8)$$

де  $C_1$  - вартість виготовлення конструкторської та технологічної документації, грн.;

$A$  - кількість одиниць впровадженого пристрою;

$C_2$  - вартість матеріалів на виготовлення одного комплекту технологічного обладнання, грн.;

$C_3$  – вартість виготовлення технологічного обладнання, грн..

Тоді підставивши значення отримаємо

$$Z_{2025} = 3220 + 1 \cdot (1340 + 900) = 4260 \text{ грн.}$$

Скориставшись наведеними вище формулами проводимо розрахунки і результати заносимо в табл. 5.1

Строк окупності пристрою визначаємо за формулою:

$$t_{\text{ПК}} = (\sum Z_t / E_t) \times t_{\text{ек}} \quad (5.9)$$

де  $t_{\text{ек}}$  – строк використання пристрою ( $t_e = 6$  років)

$$t_{\text{ПК}} = (16,401 / 79,2) \times 6 = 1,24 \text{ року}$$

Таблиця 5.1 – Результати розрахунків економічної ефективності використання обладнання для розбирання стартерів

Показники	Роки використання обладнання						Разом
	2025	2026	2027	2028	2029	2030	
$P_t$ - річна програма ремонту , шт.	800	824	848	874	900	927	
$C_t$ -економія коштів на одному ремонтному втручанні, грн.	30,2	24,5	22,7	17	11,6	7,2	
$\alpha_t$ - коефіцієнт приведення до розрахункового року	1,0000	0,9091	0,8264	0,7513	0,6830	0,6209	
$B_t$ -вартісна оцінка результатів, тис. грн.	24,2	20,2	19,2	14,9	10,4	6,7	95,6
$Z_t$ -вартісна оцінка затрат, грн.	4260	3873	3201	2405	1642	1020	16401
$E_t$ -економічний ефект, тис. грн.	19,9	16,3	16	12,5	8,8	5,7	79,2

З таблиці 5.1 бачимо, що сумарний розрахунковий ефект становитиме понад 79,2 тис. грн.

## ВИСНОВКИ І ПРОПОЗИЦІЇ

- 1) Аналіз будови стартерів автомобілів показав, що стартери мають різноманітну конструкцію, працюють у важких умовах і тому потребують спеціального обладнання для їх розбирання.
- 2) Аналіз розрахунків трудомісткості показав, що найбільша трудомісткість ремонту стартерів автомобілів марки Mercedes становить 45,98% від загальної трудомісткості.
- 3) Попереднє опитування фізичних та юридичних власників показало, що стосовно питання організації системи технічного сервісу вантажних автомобілів мають місце різні думки, а інколи і зовсім протилежні. Тому спочатку для організації дільниці потрібно буде провести соціологічні і маркетингові дослідження.
- 4) Аналіз існуючої технології ремонту автомобільних стартерів показав, що до роботи залучається двоє виконавців, а запропоноване в даному проекті обладнання дає змогу виконати роботи одному виконавцеві. Це особливо важливо, коли на дільниці повинен працювати один робітник.
- 5) Доцільність використання розробленого обладнання для розбирання стартерів підтверджена розрахунками економічної ефективності. Економічний ефект за розрахунковий період становитиме сумарний розрахунковий ефект становитиме понад 79,2 тис. грн. при строку окупності 1,24 року. Незначна сума ефекту пояснюється тим, що для розрахунків не приймалися збитки від простою автомобілів за умови відсутності другого виконавця робіт.



**СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ**

1. Аветісян В.К., Бантковський В.А., Луценко А.П., Польотов В.А., Рижов В.Г. Економіка ремонтного підприємства; За ред.. В.К. Аветісяна – Харків, ХНТУСГ, 2005 – 389 с
2. Біліченко В.В. Матеріали для сервісу та ремонту автомобілів: навчальний посібник [Електронний ресурс]. URL: [https://web.posibnyky.vntu.edu.ua/fmbt/bilichenko\\_servis\\_ta\\_remont\\_avto/index.html#](https://web.posibnyky.vntu.edu.ua/fmbt/bilichenko_servis_ta_remont_avto/index.html#)
3. Білоконь Я.Ю. Трактори і автомобілі: Підр. для вищ. агр. закл. освіти II-IV рівнів акредитації за напрямом "Агрономія" / Я.Ю. Білоконь, А.І. Окоча. – Київ: Урожай, 2002. – 324с.
4. Білоконь Я.Ю., Окоча А.І., Войцехівський С.О. «Трактори та автомобілі», Київ; Вища освіта 2003р.; с.18-22
5. Білоконь Я.Ю., Окоча А.І. «Трактори і автомобілі» Київ. Урожай 2002р.; с.8,11-12.
6. Будова автомобіля і трактора. Частина 3. (Трансмісія, механізми керування, ходова частина). Посібник до лабораторних робіт: для студентів технологічного факультету / Укл. Люлька В.С., Коньок М.М., Перинський Ю.С., Бивалькевич Л.М. Чернігів: ЧНПУ, 2015. 108 с.
7. Деталі машин. Конспект лекцій : навч. посіб. / В. О. Малащенко, Б. В. Сологуб ; М-во освіти і науки України, Нац. ун-т "Львів. політехніка". Львів : Вид-во Львів. політехніки, 2013. 152 с.
8. Деталі машин. Проектування елементів механічних приводів : навч. посіб. / В. О. Малащенко, В. В. Янків. Львів : Новий Світ-2000, 2013. 264с.
9. Діагностика і технологія ремонту автомобілів: підруч. / В. М. Коваленко, В. К. Щуріхін. Київ : Літера ЛТД, 2017. 224 с.
10. Запорожець О.І., Протоєрейський О.С., Франчук Г.М., Боровик І.М. Основи охорони праці. Підручник. Київ: центр учбової літератури. 2009. 264 с.

11. Захарчук О.В. Основи технології виробництва та ремонту автомобілів : навч. посіб. для студ. вищих навч. закладів / Олег Вікторович Захарчук. Луцьк : ІВВ Луцького НТУ, 2017. 140 с.
12. Катренко Л.А. Кіт Ю.В., Пістун І.П. Охорона праці. Курс лекцій, практикум: навч. посіб. Суми: Університетська книга, 2009. 240 с.
13. Кисликов В.Ф., Лущик В.В. Будова й експлуатація автомобілів: Підручник. Київ : Либідь, 2018. 400 с.
14. Костів Б.І. Експлуатація автомобільного транспорту: Підручник. Львів: Світ, 2004. 496с.
15. Лебедев А.Т. та інші «Трактори та автомобілі» ч.1 «Автотракторні двигуни», Київ; Вища школа 2000р.; с.7-9.
16. Лебедев А.Т. та інші «Трактори та автомобілі» ч.3 «Автотракторні двигуни» , Київ; Вища школа 2000р.; с.9-13.
17. Лудченко О. А. Технічне обслуговування і ремонт автомобілів: Технологія : підручник / Лудченко О.А. Київ : Вища школа, 2007. 527 с.
18. Лудченко, О. А. Технічне обслуговування і ремонт автомобілів. Організація і управління : підручник / О. А. Лудченко. Київ : Знання-Прес, 2004. 478 с. : іл.
19. Сукач О.М., Миронюк О.С., Паславський Р.І. Шевчук В.В. Методичні рекомендації до виконання дипломних проєктів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти для студентів факультету механіки, енергетики та інформаційних технологій за спеціальністю 274 "Автомобільний транспорт". Львів. ЛНУП. 2023. 50 с.
20. Підручник: Кисликов В.Ф., Лущик В.В. Будова й експлуатація автомобілів: Підручник. Київ: Либідь, 2013. 400 с.
21. Ремонт автомобілів: навч. посіб., кн. 1/ В. Я. Чабанний, С. О. Магопець, О. Й. Мажейка та ін.; за ред. В. Я. Чабанного. Кіровоград : Центральноукраїнське вид-во, 2007. 392 С.
22. Ремонт автомобілів: Навчальний посібник/ Упор. В.Я. Чабанний. Кіровоград: Кіровоградська районна друкарня, 2007. 720 с

23. Сирота В. І., Сахно В.П. Автомобілі. Основи конструкції, теорія: Навчальний посібник. – 2-ге видання, виправлене та доповнене. Київ: Арістей, 2008. 288с.
24. Ткачук К.Н., Халімовський М.О., Зачарний В.В. та ін. Основи охорони праці: Підручник. Київ: Основа, 2003. 472 с.
25. Черновол М.І., Чабанний В.Я. та ін. Технічна експлуатація автомобілів: Лабораторний практикум. Кіровоград: РВП КНТУ, 2007. 125 с.
26. Класифікація вантажних автомобілів URL: <https://dolphincargo.com.ua/ua/klasifikaciya-vantazhnix-avtomobiliv/> (дата звернення: 8.02.2024).
27. Типи і види вантажних автомобілів. URL: <https://specmash.org.ua/article/tipi-i-vidi-vantazhnih-avtomobiliv> (дата звернення: 1.03.2024).
28. Типи та види вантажних автомобілів. URL: <https://www.soloviy-trans.com.ua/dlia-zamovnykiv/chy-znaiete-vy/typy-ta-vydy-vantazhnykh-avtomobiliv> (дата звернення: 1.03.2024).
29. Вантажні автомобілі, нові моделі. Київ. URL: <https://vidi.ua/ua/new-truck/all/?page=2> (дата звернення: 8.08.2023)
30. Автомобілі КрАЗ. URL: <https://www.autokraz.com.ua/index.php/uk/produksiya/automobile/civil> (дата звернення: 8.03.2024).
31. Вантажівки MAN. URL: <https://man-ag.com.ua/uk/main/truck/> (дата звернення: 4.02.2024).