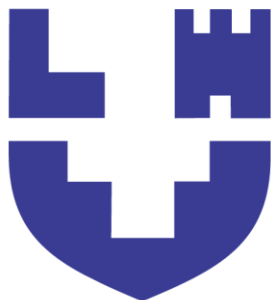


**Міністерство освіти і науки України
Луцький національний технічний університет**



ТЕХНІЧНЕ ОБСЛУГОВУВАННЯ ЕЛЕКТРОННИХ СИСТЕМ АВТОМОБІЛІВ

методичні вказівки до практичних занять
для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти
освітньої програми «Автомобільна електроніка»
галузі знань 17 (G5) Електроніка, автоматизація та електронні комунікації
спеціальності 171 Електроніка
(Електроніка, електронні комунікації,
приладобудування та радіотехніка)
денної та заочної форм навчання

Луцьк 2026

УДК 621.3(07)

T-38

Електронна копія друкованого видання передана для внесення в репозитарій ЛНТУ
Директор бібліотеки ЛНТУ імені Віктора БОЖИДАРНИКА

_____ Наталія ПОЛІЩУК

Рекомендовано до видання вченою радою факультету комп'ютерних та
інформаційних технологій ЛНТУ, протокол №__ від «__» _____2026 року.

Голова вченої ради ФКІТ _____ Інна КОНДІУС

Розглянуто і схвалено на засіданні кафедри електроніки та телекомунікацій
ЛНТУ, протокол №__ від «__» _____2026 року.

Завідувач _____
кафедри (підпис)
ЕІТК

Валентин ЗАБЛОЦЬКИЙ, к.т.н., доцент кафедри
електроніки та телекомунікацій ЛНТУ

Укладачі: _____
(підпис)

Віктор ЛИШУК, к.т.н., доцент кафедри
електроніки та телекомунікацій ЛНТУ

Рецензент: _____
(підпис)

Віталій ГРАБОВЕЦЬ, к.т.н., доцент кафедри
автомобілів і транспортних технологій ЛНТУ

Відповідальний
за випуск: _____
(підпис)

Валентин ЗАБЛОЦЬКИЙ, к.т.н., завідувач кафедри
електроніки та телекомунікацій ЛНТУ

T-38

Технічне обслуговування електронних систем автомобілів. Методичні
вказівки до практичних занять для здобувачів першого (бакалаврського)
рівня вищої освіти освітньої програми «Автомобільна електроніка»
галузі знань 17 (G5) Електроніка, автоматизація та електронні
комунікації спеціальності 171 Електроніка (Електроніка, електронні
комунікації, приладобудування та радіотехніка) денної та заочної форм
навчання / уклад. В. В. Лишук, Луцьк: ЛНТУ, 2026. 64 с.

Методичні вказівки до практичних занять з дисципліни «Технічне
обслуговування електронних систем автомобілів» містить комплекс практичних
робіт для розширення необхідних теоретичних знань в області технічного
обслуговування електронних систем автомобіля. Призначене для здобувачів
першого (бакалаврського) рівня вищої освіти освітньої програми «Автомобільна
електроніка» галузі знань 17 (G5) Електроніка, автоматизація та електронні
комунікації спеціальності 171 Електроніка (Електроніка, електронні комунікації,
приладобудування та радіотехніка) денної та заочної форм навчання.

В.В. Лишук, 2026

Зміст

Вступ.....	4
Практичне заняття №1. Нормативи проектування та розрахунок виробничої бази автотранспортного підприємства	5
Практичне заняття №2. Розрахунок об'ємів робіт ТО.....	15
Практичне заняття №3. Розробка технологічних процесів проведення ТО, ПР автомобілів. Складання технологічних карт.....	20
Практичне заняття № 4. Технічне обслуговування електронних систем запалювання.....	27
Практичне заняття №5. Технічне обслуговування стартера.....	37
Практичне заняття №6. Технічне обслуговування автомобільного генератора та регулятора напруги.....	42
Практичне заняття №7. Технічне обслуговування і розрахунок зарядних станцій електромобілів.....	54
Список використаної літератури.....	62

ВСТУП

Технічний стан автомобіля визначається не тільки якістю його конструкції та виготовлення, але і дорожніми, транспортними, атмосферними та кліматичними умовами, а також культурою експлуатації та обслуговування.

Залежно від зміни умов та початкових показників автомобіля його працездатність та пробіг до граничного стани варіюються в широких межах. Тому підвищення експлуатаційної надійності автомобілів, зниження витрат на технічне обслуговування та ремонт, забезпечення безпеки дорожнього руху можливе тільки при своєчасному та об'єктивному визначенні технічного стану різних вузлів, агрегатів та систем автомобіля шляхом їх діагностування.

Щодо завдань, які вирішуються в процесі технічної експлуатації та технічного обслуговування рухомого складу під діагностуванням розуміють визначення технічного стану даного механізму або даної системи без їх розбирання та формування висновку про потребу в ремонті (профілактиці), здатному забезпечити справність автомобіля в межах заданого міжконтрольного пробігу, а також управління технологічними процесами обслуговування та ремонту автомобілів.

При впровадженні діагностування у технологічний процес технічного обслуговування спостерігається зниження витрат на поточний ремонт на 8...12 %, скорочення витрати запасних частин на 10...12 %, палива – на 2...5 % та підвищення коефіцієнту технічної готовності на 3...5 %.

До позитивних особливостей діагностики відносяться: об'єктивність та достовірність оцінки технічного стану складних агрегатів та механізмів автомобіля; можливість визначення параметрів їх ефективності; наявність умов для оперативного керування технічним станом автомобілів шляхом оптимізації режимів контролю та виявлення індивідуальної потреби у ремонті та профілактиці.

Необхідність впровадження технічного обслуговування та технічної діагностики автомобілів у практику роботи автотранспортних підприємств зумовлена, з одного боку, прагненням зменшення матеріальні витрати у сфері їх технічної експлуатації, з іншого – можливістю індивідуального управління технічним станом автомобілів за допомогою технічного обслуговування та діагностичної техніки.

Практичне заняття №1
НОРМАТИВИ ПРОЕКТУВАННЯ ТА РОЗРАХУНОК
ВИРОБНИЧОЇ БАЗИ АВТОТРАНСПОРТНОГО ПІДПРИЄМСТВА

Мета: навчитись визначати нормативи проектування виробничо-технічної бази автотранспортних підприємств та корегувати їх в залежності від конкретних умов експлуатації, розраховувати виробничу програму АТП, розраховувати кількість технічних обслуговувань на один автомобіль і весь парк автомобілів за рік.

1.1 Теоретичні відомості

При проектуванні нових та реконструкції існуючих автотранспортних підприємств розрахункові нормативи періодичності ТО, пробігу до КР (ресурсу), трудомісткостей і простою в ТО і ПР, вказані в табл. 1.2 – 1.4, для існуючого парку рухомого складу слід приймати по діючих «Положеннях про технічне обслуговування і ремонт рухомого складу автомобільного транспорту».

Класифікація рухомого складу автомобільного транспорту приведена в таблиці 1.1.

Таблиця 1.1 – Класифікація рухомого складу автомобільного транспорту

Тип ДТЗ	Характеристика рухомого складу	Модель-представник
1	2	3
Автомобілі легкові	робочий об'єм двигуна, л	
особливо малого класу	до 1,2 вкл.	ЗА3-1102
малого класу	понад 1,2 до 1,8	ВА3-2107
середнього класу	понад 1,8 до 3,5	Nissan X-Trail
Автобуси	довжина, м	
особливо малого класу	до 5,0 вкл.	РАФ-2203-01
малого класу	понад 6,0 до 7,5	ПА3-3205
середнього класу	понад 8,0 до 10,0	ЛіАЗ-42021
великого класу	понад 10,5 до 12,0	Ікарус-260
особливо великого класу	понад 12,0	Ікарус-280
Автомобілі вантажні загального призначення	корисне навантаження, т	
особливо малої вантажопідйомності	від 0,5 до 1,0	УАЗ-3303-01
малої вантажопідйомності	понад 1,0 до 3,0	ГАЗ-52-04
середньої вантажопідйомності	понад 3,0 до 5,0	ГАЗ-3307
великої вантажопідйомності	понад 5,0 до 6,0	ЗІЛ-431410
	понад 6,0 до 8,0	КамАЗ-5320
особливо великої вантажопідйомності	понад 8,0 до 10,0	КамАЗ-53212
	понад 10,0 до 16,0	КрАЗ-250-10

Продовження таблиці 1.1

автомобілі-самоскиди кар'єрні	30,0 42,0	БелАЗ-7522 БелАЗ-7548
Причепи і напівпричепи	корисне навантаження, т	
Причепи одновісні малої і середньої вантажопідйомності	до 5,0	СМ-В325
Продовження Причепи двовісні середньої і великої вантажопідйомності	до 8,0	ГКБ-8350
Причепи одновісні великої вантажопідйомності	до 12,0	КАЗ-9368
Напівпричепи двовісні особливо великої вантажопідйомності	14,0	Мод. 9370
Напівпричепи багатовісні особливо великої вантажопідйомності	понад 20,0	МАЗ-9398
Причепи і напівпричепи важковози	<u>понад 22,0</u>	ЧМЗАШ

Ресурс пробігу рухомого складу приведений в таблиці 1.2.

Таблиця 1.2 – Ресурс рухомого складу (пробіг до КР)

Тип рухомого складу	Ресурс (пробіг до КР*), не менше, тис. км
1	2
Автомобілі легкові	
особливо малого класу	125
малого класу	150
середнього класу	400
Автобуси	
особливо малого класу	350*
малого класу	400*
Середнього класу	500*
великого класу.	500*
особливо великого класу	400*
Автомобілі вантажні загального призначення	
особливо малої вантажопідйомності	150
малої вантажопідйомності	175
середньої вантажопідйомності	300
великої вантажопідйомності	
понад 5,0 до 6,0 т	450
понад 6,0 до 8,0 т	300
особливо великої вантажопідйомності	
понад 8,0 до 10,0 т	300

понад 10,0 до 16,0 т	300
Автомобілі самоскиди кар'єрні	200
Причепи і напівпричепи	
Причепи одновісні малої і середньої вантажопідйомності	120
Причепи двовісні середньої і великої вантажопідйомності	250
Напівпричепи одновісні і двовісні великої вантажопідйомності	300
Напівпричепи багатовісні особливо великої вантажопідйомності	320
Причепи і напівпричепи-важковози	250

Трудовісткості ТО і ПР рухомого складу слід приймати не більш величин, приведених в таблиці 1.3.

Таблиця 1.3 – Нормативи трудовісткості ТО і ПР рухомого складу

Тип ДТЗ	Нормативи трудовісткості			
	Разова, люд.-год.			Питома, люд.-год. на 1000 км пробігу
	ЩОд	ТО-1	ТО-2	ПР
1	2	3	4	5
Автомобілі легкові				
особливо малого класу	0,15	1,9	7,5	1,5
малого класу	0,2	2,6	10,5	1,8
середнього класу	0,25	3,4	13,5	2,1
Автобуси				
особливо малого класу	0,25	4,5	18,0	2,8
малого класу	0,3	6,0	24,0	3,0
середнього класу	0,4	7,5	30,0	3,3
великого класу	0,5	9,0	36,0	4,2
особливо великого класу	0,8	18,0	72,0	6,2
Автомобілі вантажні загального призначення				
особливо малої вантажопідйомності	0,2	1,8	7,2	1,55
малої вантажопідйомності	0,3	3,0	12,0	2,0
середньої вантажопідйомності	0,3	3,6	14,4	3,0
великої вантажопідйомності				
понад 5,0 до 6,0 т	0,3	3,6	14,4	3,4

Продовження таблиці 1.3

понад 6,0 до 8,0 т	0,35	5,7	21,6	5,0
особливо великої вантажопідйомності				
понад 8,0 до 10,0 т	0,4	7,5	24,0	5,5
понад 10,0 до 16,0 т	0,5	7,8	31,2	6,1
Автомобілі-самоскиди кар'єрні				
30,0 т	0,8	20,5	80,0	16,0
42,0 т	1,0	22,5	90,0	24,0
Автомобілі газобалонні				
Газова система живлення автомобілів, що працюють на скрапленому нафтовому газі	0,08	0,3	1,0	0,45
Газова система живлення автомобілів, що працюють на стисненому природному газі	0,1	0,9	2,4	0,85
Причепи, напівпричепи				
Причепи одновісні малої і середньої вантажопідйомності	0,05	0,90	3,6	0,35
Причепи двовісні середньої і великої вантажопідйомності	0,1	2,1	8,4	1,15
Причепи одновісні великої вантажопідйомності	0,15	2,1	8,4	1,15
Причепи двовісні особливо великій вантажопідйомності	0,15	2,2	8,8	1,25
Причепи багатовісні особливо великої вантажопідйомності	0,15	3,0	12,0	1,7
Причепи і напівпричепи- важковози	0,2	4,4	17,6	2,4

Трудомісткості ЩОт слід приймати рівними 50% від трудомісткості ЩОд. Трудомісткості ЩОд передбачають виконання прибирально-мийних робіт з використанням комплексної механізації. При кількості технологічно сумісних автомобілів в підприємстві менше 50 допускається проведення мийних робіт ручним методом, при цьому нормативи трудомісткості, приведені в таблиці, слід приймати з коефіцієнтом 1,3...1,5. Нормативи для кар'єрних автомобілів-самоскидів залежно від категорій умов експлуатації, модифікації і умов роботи корегуванню не підлягають. Результуючі коефіцієнти коректування періодичності ТО і ресурсу не повинні бути менше 0,5.

Зазначені нормативи встановлено для першої категорії умов експлуатації, базових моделей автомобілів, помірного кліматичного району; автотранспортних підприємств, на яких здійснюються ТО й ремонт 200-300

од. рухомого складу, що складають три технологічно сумісні групи, закритого способу зберігання, оснащення АТП засобами механізації відповідає таблицю технологічного обладнання. Якщо автомобілі працюють в умовах, що відрізняються від зазначених, нормативи коригують, враховуючи конкретні умови експлуатації та особливості АТП, яке проектується.

Для цього користуються коефіцієнтами, які враховують наступні фактори:

- К1 – категорії умов експлуатації рухомого складу;
- К2 – модифікації рухомого складу і організації його роботи;
- К3 – природно-кліматичні умови експлуатації рухомого складу;
- К4 – кількість одиниць технологічно сумісного рухомого складу;
- К5 – способу зберігання рухомого складу;

З метою проектування коректування нормативів залежно від пробігу рухомого складу з початку експлуатації не проводиться.

Результуючий коефіцієнт коректування нормативів визначається як добуток окремих коефіцієнтів для наступних показників. Визначаємо загальний пробіг до капітального ремонту як добуток окремих коефіцієнтів для наступних показників. Визначаємо загальний пробіг до капітального ремонту:

$$L_k = L_{кн} \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3, \quad (1.1)$$

де $L_{кн}$ – норма пробігу автомобіля до капітального ремонту.

Визначаємо періодичність ТО-1 і ТО-2:

$$L_{ТО} = L_{ТОн} \cdot K_1 \cdot K_3, \quad (1.2)$$

де $L_{ТОн}$ – нормативний пробіг до ТО-1 або ТО-2.

Визначаємо трудомісткість ЩО, ТО-1, ТО-2:

$$T = t_n \cdot K_1 \cdot K_3, \quad (1.3)$$

де t_n – норматив трудомісткості для визначеного виду ТО, люд.-год.

Визначимо трудомісткість ПР:

$$t_{ПР} = t_{ПРн} \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5, \quad (1.4)$$

де $t_{ПРн}$ – норматив трудомісткості ПР, люд-год/1000 км.

Числові значення коефіцієнтів K_1 корегування нормативів залежно від категорії умов експлуатації рухомого складу (Додаток А), яка визначається з урахуванням умов руху, типів дорожнього покриття та рельєфу місцевості, приведені в таблиці 1.4.

Таблиця 1.4 – Коефіцієнти корегування нормативів залежно від категорії умов експлуатації (К1)

Категорія умов експлуатації	Коефіцієнти корегування, К1		
	періодичності ТО	питомої трудомісткості ПР	ресурсу
I	1,0	1,0	1,0
II	0,9	1,1	0,9
III	0,8	1,2	0,8
IV	0,7	1,4	0,7
V	0,6	1,5	0,6

Відкориговані значення ресурсу і періодичності ТО слід заокругляти до цілих десятків кілометрів з урахуванням кратності між собою і кратності середньодобовому пробігу.

Числові значення коефіцієнтів К2 корегування нормативів залежно від модифікації рухомого складу і організації роботи приведені в таблиці 1.5.

Таблиця 1.5 – Коефіцієнти корегування нормативів залежно від модифікації рухомого складу (К2)

Модифікація рухомого складу і організація його роботи	Коефіцієнт коректування, К ₂		
	трудомісткості ЩО, ТО-1, ТО-2 і ПР	тривалості простою в ТО і ПР	ресурсу
Автомобілі, автобуси базової комплектації	1	1	1
Автомобілі і автобуси підвищеної прохідності	1,25	1,1	1,0
Автомобілі-фургони (пікапи)	1,2	1,1	1,0
Автомобілі-рефрижератори	1,3	1,2	1,0
Автомобілі-цистерни	1,2	1,1	1,0
Автомобілі-паливозаправники	1,4	1,2	1,0
Автомобілі-самоскиди	1,15	1,1	0,85
Сідельні тягачі	1,1	1,0	0,95
Автомобілі спеціальні	1,4	1,2	0,9
Автомобілі санітарні	1,1	1,0	1,0
Автомобілі, що працюють з причепами	1,15	1,1	0,9
Причепи і напівпричепи спеціальні	1,6	-	1,0

Залежно від способів зберігання рухомого складу трудомісткості ПР слід коректувати за допомогою коефіцієнта К₅: – при відкритому зберіганні – 1,0; – при закритому зберіганні – 0,9.

Для зручності складання графіка ТО та ПР, а також подальших розрахунків пробіг між окремими видами ТО, КР та середнім добовим пробігом необхідно скоригувати.

Згідно нормативам періодичності ТО мають бути кратні між собою, а ресурсний пробіг кратний періодичності ТО. При коригуванні ця кратність може бути порушена. Тому в наступних розрахунках пробігів між окремими видами ТО і ресурсним пробігом необхідно скоригувати між собою і зі середньодобовим пробігом. Допустиме відхилення від нормативної періодичності ТО складає $\pm 10\%$ [11].

Визначимо кратність ТО-1:

$$n_1 = L_{\text{ТО}} / (l_{\text{вс}}), \quad (1.5)$$

де $l_{\text{вс}}$ – середньодобовий пробіг, км.

Уточнимо пробіг до ТО-1:

$$L_{\text{ТО1}} = L_{\text{вс}} \cdot n_1, \quad \text{км.} \quad (1.6)$$

Визначимо кратність ТО-2:

$$n_2 = L_{\text{ТО}} / (L_{\text{ТО1}}), \quad (1.7)$$

Уточнимо пробіг до ТО-2:

$$L_{\text{ТО2}} = n_2 \cdot L_{\text{ТО1}}. \quad (1.8)$$

Визначимо кратність КР:

$$n_3 = L_{\text{кр}} / L_{\text{ТО2}}, \quad (1.9)$$

Уточнимо пробіг до КР:

$$n_3 = L_{\text{кр}} / L_{\text{ТО2}}, \text{ км.} \quad (1.10)$$

1.2 Порядок виконання

1. На основі завдання, виданого викладачем, або за даними конкретного підприємства конкретного підприємства (Додаток В) визначити нормативи проектування ВТБ АТП для еталонних умов експлуатації.

2. Визначити фактичні умови експлуатації та у відповідності до них виконати корегування нормативів.

3. Виконати коригування пробігів до ТО-1, ТО-2, КР за кратністю.

1.3 Приклад розрахунку

Враховуючи дані, наведені в завданні, визначаємо перелік необхідних нормативів і проводимо їх коригування за допомогою коефіцієнтів коригування.

Вихідні дані: автомобіль ГАЗ: кількість авто – 85, середньодобовий пробіг 185 км, вантажопід'ємність – 2,5 т.

Розглянемо умови в яких працює підприємство:

- кількість робочих днів на рік: 305 днів;
- тип дорожнього покриття: ДЗ – бітумо-мінеральні суміші;
- тип рельєфу місцевості: Р2 – рівнинний;
- кліматичний район: помірно-холодний;
- умови руху – за межею приміської зони;
- категорія умов експлуатації – II.

Відповідно до типу рельєфу місцевості (Р2), типу дорожнього покриття (ДЗ), і до умов руху за межами міста, категорія умов експлуатації буде II.

Періодичність ТО-1, ТО-2, КР зведено в таблиці 1.6.

Таблиця 1.6 – Періодичність ТО-1, ТО-2

№ п/п	Нормативні показники	Нормативні показники	Газ
1	Капітальний ремонт	$L_{\text{КР}}^{\text{H}}$, тис. км	175
2	Технічне обслуговування (ТО-1)	$L_{\text{ТО1}}^{\text{H}}$, тис. км	4000
3	Технічне обслуговування (ТО-2)	$L_{\text{ТО2}}^{\text{H}}$, тис. км	16000

Коефіцієнти К1, К2, К3, К4, К5 що характеризують коректування нормативів в залежності від умов експлуатації, коректування залежності пробігу від впливу оточуючого середовища і коректування трудомісткості відповідно занесемо до таблиці 1.7 попередньо визначивши їх з довідкових таблиць.

Визначаємо загальний пробіг до капітального ремонту у вигляді (1.1):

$$L_{\text{к}} = 175000 \cdot 0,9 \cdot 1 \cdot 0,9 = 141750 \text{ (км)}.$$

Визначаємо періодичність ТО-1 і ТО-2 за формулою (1.2):

$$L_{\text{ТО1}} = 4000 \cdot 0,9 \cdot 0,9 = 3240 \text{ (км)}; \quad L_{\text{ТО2}} = 16000 \cdot 0,9 \cdot 0,9 = 12960 \text{ (км)}.$$

Таблиця 1.7– Коефіцієнт корегування нормативів

Нормований параметр		K1	K2	K3	K4	K5
$L_{кр}$	175000	0,9	1	0,9	-	-
$L_{ТО1}$	4000	0,9	-	0,9	-	-
$L_{ТО2}$	16000	0,9	-	0,9	-	-
$t_{ТО1}$	3	-	1,25	-	1,19	-
$t_{ТО2}$	12	-	1,25	-	1,19	-
$t_{ЩО.д}$	0,3	-	1,25	-	-	-
$t_{ЩО.т}$	0,15	-	1,25	-	-	-
$t_{пр}$	2	1,1	1,25	-	1,19	1

Дані показники будуть однаковими для заданих марок автомобілів, так як коефіцієнти і нормовані значення пробігів – однакові.

Визначаємо трудомісткість ЩО, ТО-1, ТО-2 за формулою (1.3). Щоденне технічне обслуговування (ЩО) поділяється на ЩОд, виконуване щодоби і ЩОт, виконуване перед ТО-1, ТО-2 і ПР, пов'язаним із заміною агрегатів.

$$t_{ЩО.д} = 0,3 \cdot 1,25 = 0,34 \text{ (люд.-год.)}; \quad t_{ЩО.т} = 0,15 \cdot 1,25 = 0,19 \text{ (люд.-год.)};$$

$$t_{ТО1} = 3 \cdot 1,25 \cdot 1,19 = 4,46 \text{ (люд.-год.)}; \quad t_{ТО2} = 12 \cdot 1,25 \cdot 1,19 = 17,85 \text{ (люд.-год.)}.$$

Визначимо трудомісткість ПР за формулою (1.4):

$$t_{ПР} = 2 \cdot 1,1 \cdot 1,25 \cdot 1,1 \cdot 1,19 \cdot 1 = 3,6 \text{ (люд.-год./1000км)}.$$

Результати розрахунків зведемо до таблиці 1.8.

Таблиця 1.8 – Результати розрахунків

$L_{кр}$ - пробіг до капітального ремонту, км	175000	141750
$L_{ТО1}$ - періодичність ТО-1, км	4000	3240
$L_{ТО2}$ - періодичність ТО-2, км	16000	12960
$t_{то-1}$ - трудомісткість ТО-1, люд.-год.	3	4,46
$t_{то-2}$ - трудомісткість ТО-2, люд.-год.	12	17,85
$t_{щод}$ - трудомісткість ЩО _д , люд.-год.	0,3	0,34
$t_{щот}$ - трудомісткість ЩО _т , люд.-год.	0,15	0,19
$t_{пр}$ - трудомісткість ПР, люд.-год./1000км	2	3,6

Визначимо кратність ТО-1 за формулою (1.5):

$$n_1 = 3240/185 = 18.$$

Уточнимо пробіг до ТО-1 за формулою (1.6):

$$L_{\text{ТО1}} = 185 \cdot 18 = 3330 \text{ км.}$$

Визначимо кратність ТО-2 за формулою (1.7):

$$n_2 = 12960/3330 = 3,89 \approx 4.$$

Уточнимо пробіг до ТО-2 за формулою (1.8):

$$L_{\text{ТО2}} = 4 \cdot 3330 = 13320 \text{ км}$$

Визначимо кратність КР за формулою (1.9):

$$n_3 = 141750/13320 = 10,64 \approx 11.$$

В таблиці 1.10 наведені обраховані кориговані значення $L_{\text{кр}}$, $L_{\text{ТО-1}}$, $L_{\text{ТО-2}}$ автомобіля ГАЗ.

Таблиця 1.10 – Кориговані значення для автомобілів

Значення	
$L_{\text{кр}}$ - пробіг до капітального ремонту, км	146520
$L_{\text{ТО-1}}$ - періодичність ТО-1, км	3330
$L_{\text{ТО-2}}$ - періодичність ТО-2, км	13320
$L_{\text{кр}}$ - пробіг до капітального ремонту, км	230400
$L_{\text{ТО-1}}$ - періодичність ТО-1, км	3200
$L_{\text{ТО-2}}$ - періодичність ТО-2, км	12800
$L_{\text{кр}}$ - пробіг до капітального ремонту, км	211200
$L_{\text{ТО-1}}$ - періодичність ТО-1, км	2400
$L_{\text{ТО-2}}$ - періодичність ТО-2, км	9600

Контрольні запитання

1. Які є види технічних впливів з ТО та ремонту рухомого складу?
2. Які є нормативи проектування автотранспортних підприємств?
3. Які умови експлуатації називають еталонними?
4. Як корегуються нормативи проектування автотранспортних підприємств?

Практичне заняття №2

РОЗРАХУНОК ОБ'ЄМІВ РОБІТ ТО

Мета: навчитись розраховувати об'єми робіт ТО, визначати собівартість обслуговування та річну трудоемність ТО та ПР.

2.1 Теоретичні відомості

Ефективність роботи автотранспортних засобів (АТЗ) визначається ступенем робоздатності під час виконання транспортних послуг з мінімальними витратами при його функціонування [1].

В Україну ввозяться різні марки та моделі не тільки нових АТЗ, а й раніше експлуатованих, що мають певний пробіг. Як за планової, так і за ринкової економіки на підтримку у працездатному стані витрачається різна кількість грошових, матеріальних та людських ресурсів для нових та утриманих АТЗ. Тому необхідно прогнозувати трудовитрати на підтримку АТЗ у технічно справному стані з урахуванням конкретних умов їхнього функціонування. Трудовитрати на технічне обслуговування (ТО) та поточний ремонт (ПР) складаються з двох складових: витрат на матеріали та запасні частини, фонду заробітної плати ремонтних робочих з урахуванням премії та відрахувань.

Для різних моделей АТЗ витрати на ТО та ПР за весь термін служби перевищують їх початкову вартість у 5...8 разів, а трудоемність виконання цих робіт – в 10...15 разів більше за їх виготовлення [2].

Величину витрат на ТО та ПР у складі собівартості пропонується визначати, коп/т·км, за формулою (2.1):

$$C_{\text{ПР}} = \frac{100}{q\gamma\beta} \cdot \left(\frac{C_o}{l_{\text{сд}}} + \frac{C_{\text{ПР}} \cdot k_d}{10^3} + \frac{(N_{\text{ТО1}} \cdot C_{\text{ТО1}} + N_{\text{ТО2}} \cdot C_{\text{ТО2}}) k_d}{l_p} \right) \quad (2.1)$$

де $N_{\text{ТО1}}$, $N_{\text{ТО2}}$ – кількість ТО-1 та ТО-2, виконуваних протягом одного року; C_o , $C_{\text{ТО1}}$, $C_{\text{ТО2}}$ – собівартість відповідно одного, ТО-1 та ТО-2, грн.; l_p – пробіг автомобіля протягом року, км; $C_{\text{ПР}}$ – вартість поточного ремонту на 1000 км. пробігу, грн./1000 км; k_d – коефіцієнт, що враховує вплив дорожніх умов, $l_{\text{сд}}$ – середньодобовий пробіг, км.

Рівняння (2.1) можна подати у вигляді:

$$C_{\text{ПР}} = \frac{100}{q\gamma\beta} \cdot Z_{\text{ПР}} \quad (2.2)$$

де $Z_{\text{ПР}}$ – річні витрати на профілактичне обслуговування та ремонт авто, грн.

Річні затрати з урахуванням (2.1) складають

$$Z_{\text{ПР}} = \frac{C_o l_p}{l_{\text{сд}}} + (N_{\text{ТО1}} \cdot C_{\text{ТО1}} + N_{\text{ТО2}} \cdot C_{\text{ТО2}}) k_{\delta} + 10^{-3} C_{\text{ПР}} \cdot k_{\delta} \cdot l_p \quad (2.3)$$

Собівартість одного обслуговування ОО, ТО-1, ТО-2 та ремонту на 1000 км пробігу визначається за нормами витрат на технічне обслуговування та поточний ремонт з базовим маркам АТЗ.

Витрати на виконання ТО та ПР різних марок АТЗ за весь термін служби перевищують їх первинну вартість, а трудомісткість виконання цих робіт перевищує трудомісткість виготовлення. Ці величини різні для різних марок. При визначенні річних витрат на виконання ТО та ПР враховувалися тільки дорожні умови, але не враховувався вік АТЗ, його завантаження при функціонуванні за пробігом та вантажопідйомністю, кваліфікація водія.

При прогнозуванні витрат на виконання ТО і ПР АТЗ необхідно враховувати конкретні умови їхнього функціонування. Фактична трудомісткість виконання ПР для АТЗ в умовах АТП може бути визначена з урахуванням типових норм часу на ремонт. В даний час в Україні працюють АТЗ різних марок, що мають один чи два види ТО.

Визначити річні кількості впливів ТО-1 $N_{\text{ТО1}}$, ТО-2 $N_{\text{ТО2}}$ та одного ТО $N_{\text{ТО}}$ для першої групи умов експлуатації можна за формулами [5]

$$N_{\text{ТО1}} = \frac{l_p}{l_{\text{ТО1}}^H} - N_{\text{ТО2}}; \quad N_{\text{ТО2}} = \frac{l_p}{l_{\text{ТО2}}^H}; \quad N_{\text{ТО}} = \frac{l_p}{l_{\text{ТО}}^H}, \quad (2.4)$$

де $l_{\text{ТО}}^H, l_{\text{ТО1}}^H, l_{\text{ТО2}}^H$ – нормативні періодичності виконання відповідно одного ТО ТО-1, ТО-2, км (приймається по [6]).

Виразивши нормативну періодичність виконання ТО-2 через нормативну періодичність виконання ТО-1, отримаємо:

$$l_{\text{ТО2}}^H = n_{\text{ТО}} \cdot l_{\text{ТО1}}^H \quad (2.5)$$

де $n_{\text{ТО}}$ – величина кратності нормативної періодичності ТО-2 до нормативної періодичності до ТО-1, ТО-2.

Після підстановки нормативної періодичності виконання ТО-2 через нормативну періодичність до ТО-1 у формули для визначення кількості ТО-1 $N_{\text{ТО1}}$ та ТО-2 $N_{\text{ТО2}}$ та перетворень отримаємо:

$$N_{\text{ТО2}} = \frac{l_p}{n_{\text{ТО}} \cdot l_{\text{ТО1}}^H}, \quad N_{\text{ТО1}} = \frac{(1 - n_{\text{ТО}}) l_p}{l_{\text{ТО1}}^H}. \quad (2.6)$$

При визначенні фактичної періодичності впливів ТО врахуємо групу умов експлуатації за допомогою коефіцієнта K_i , вік та індивідуальні якості автомобіля за допомогою коефіцієнта K_b , кваліфікацію водія – $K_{вод}$, ступінь завантаження автомобіля по вантажопідйомності та пробігу – K_3 .

Відкоригувавши за допомогою цих коефіцієнтів нормативні періодичності виконання ТО-1, ТО-2, підставивши у формули для визначення кількості ТО-1 $N_{ТО-1}$ та ТО-2 $N_{ТО-2}$ і отримаємо формули для визначення річної кількості впливів ТО-1 та ТО-2 з урахуванням конкретних умов функціонування АТЗ

$$N_{ТО2} = \frac{\left(1 - \frac{1}{n_{ТО}}\right) l_p \cdot \sqrt{1 + K_3}}{l_{ТО1}^H \cdot K_i \cdot K_b \cdot K_{вод}}, \quad N_{ТО2} = \frac{1}{n_{ТО}} \cdot l_p \cdot \sqrt{1 + K_3}}{l_{ТО2}^H \cdot K_i \cdot K_b \cdot K_{вод}}, \quad N_{ТО} = \frac{l_p \cdot \sqrt{1 + K_3}}{l_{ТО}^H \cdot K_i \cdot K_b \cdot K_{вод}}. \quad (2.7)$$

Річний пробіг з урахуванням інтенсивності експлуатації визначається наступною залежністю.

$$l_p = l_{cd} D_{pp} \alpha'_T K_P^E \quad (2.8)$$

де D_{pp} – дні роботи АТП в році, дн.

Одним із показників надійності є сумарна річна трудомісткість поточного ремонту, за рік вона складає, люд.-год.

$$T_{PP}^P = \frac{t_{PP}^H \cdot l_{cd} \cdot D_{pp} \cdot \alpha'_T \cdot K_P^E \cdot \sqrt{1 + K_3}}{1000 \cdot K_i \cdot K_b \cdot K_{вод}}, \quad (2.9)$$

де t_{PP}^H – нормативна трудомісткість виконання ПР, люд.-год./1000 км.

Показником надійності є також сумарна річна трудомісткість профілактики тичного обслуговування, яка включає річні трудомісткості виконання ОО, ТО-1 і ТО-2 (або одного ТО).

Трудомісткість ОО протягом року визначається залежністю, люд.-год.

$$T_{OO}^P = \frac{t_{OO}^H \cdot l_P \cdot K_M}{l_{OO}}, \quad (2.10)$$

де t_{OO}^H – нормативна трудомісткість ОО, люд.-год; K_M – коефіцієнт, що враховує механізацію робіт з ОО; l_{OO} – пробіг до ОО, км.

Трудомісткість ТО-1, ТО-2 або ТО за рік (люд.-год.), визначається так

$$T_{TO\Sigma}^P = t_{TO\Sigma}^H \cdot N_{TO\Sigma}^H, \quad T_{TO\Sigma}^P = T_{OO} + T_{TO1} + T_{TO2}. \quad (2.11)$$

Сумарна річна трудоемність ТО і ПР визначається в люд.-год. так:

$$T_{TO,PP}^P = T_{PP}^P + T_{TO}^P. \quad (2.12)$$

Для АТП, що має в своєму складі декілька груп і моделей АТЗ, сумарна річна трудоемність профілактичного обслуговування і ремонту складає:

$$T_{TO,PP}^{ATP} = \sum_{j=1}^m \sum_{i=1}^n (T_{PP_{ij}}^P + T_{TO_{ij}}^P). \quad (2.13)$$

де $i = 1, 2, \dots, n$ – кількість АТЗ даної марки; $j = 1, 2, \dots, m$ – кількість марок (сімейств АТЗ).

Затрати на матеріали і запасні частини, грн., в рік складуть:

– для одного АТЗ:

$$З_{M,ЗЧ}^P = T_{OO}^P M_{OO} + N_{TO1} \cdot M_{TO1} + N_{TO2} \cdot M_{TO2} + 10^{-3} MЗЧ_{TP}. \quad (2.14)$$

– для АТП:

$$З_{M,ЗЧ}^{ATP} = \sum_{j=1}^m \sum_{i=1}^n (N_{OO_{ij}} \cdot M_{OO} + N_{TO1_{ij}} \cdot M_{TO1_{ij}} + N_{TO2_{ij}} \cdot MЗЧ_{TO2_{ij}} + 10^{-3} MЗЧ_{PP}). \quad (2.15)$$

де M_{OO} , M_{TO1} , $MЗЧ_{TO2}$, $MЗЧ_{TP}$ – затрати на матеріали відповідно на одне одиничне обслуговування ОО ТО1, грн.; затрати на матеріали та запасні частини на одне ТО-2, грн.; затрати на матеріали та запасні частини на 1000 км, грн.

Відрядна заробітна плата ремонтних робітників визначається з урахуванням річної трудомісткості виконання робіт з ТО та ПР, годинної тарифної ставки робочого певного розряду. Премія встановлюється за якісне виконання робіт у процентному відношенні до відрядної зарплати. Загалом фонд заробітної плати з відрахуваннями для одного АТЗ в гривнях, складе:

– для одного АТЗ:

$$\Phi_{відр\ TO,TP}^P = (T_{PP}^P C_{год} + T_{TO}^P C_{год})(1 + \Pi)(1 + 10^{-2} H_{CC}). \quad (2.16)$$

– для АТП:

$$\Phi_{\text{відр } TO, TP}^P = \sum_{j=1}^m \sum_{i=1}^n \left[\left(T_{PP_{ij}}^P \cdot C_{\text{зод}} + T_{TO_{ij}}^P \cdot C_{\text{зод}} \right) (1 + \Pi) (1 + 10^{-2} H_{CC}) \right], \quad (2.17)$$

де $H_{CC} = 37,66\%$ – норма відрахувань.

Прогнозовані трудовитрати на ТО і ПР за рік (грн.) визначаються так:

– для одного АТЗ:

$$TЗ_{TO, PR}^P = \Phi_{\text{відр } TO, TP}^P + З_{M, 3ч}^P. \quad (2.18)$$

– для АТП:

$$TЗ_{TO, PR}^{ATP} = \Phi_{\text{відр } TO, TP}^{ATP} + З_{M, 3ч}^{ATP}. \quad (2.19)$$

У процесі експлуатації АТЗ витрачається його ресурс. Чим надійніший АТЗ, тим більший ресурс у нього закладено. ТО покликане підтримувати ресурс АТЗ шляхом виконання профілактичних впливів на основі діагностування, а ПР – відновлювати його. У міру збільшення віку ресурс АТЗ зменшується, як наслідок – збільшуються трудовитрати виконання ПР, тобто на відновлення. Трудовитрати виконання ТО і ПР різні для вантажних, легкових автомобілів та автобусів за їх термін служби. Для вантажних та легкових автомобілів ближнього зарубіжжя трудовитрати на ПР становлять 55...65%, на ТО-2 відповідно 10...15%, ТО-1 – 10...12%, ОО – 15...20%; для автобусів ТР – 40...50%, ТО-2 – 12...18%, ТО-1 – 10...15%, ОО – 25...30%.

При зменшенні ресурсу на 65...70% починають зростати трудовитрати на підтримку працездатного стану АТЗ. Для різних марок АТЗ збільшення трудомісткості робіт з ПР по відношенню до ТО різне та залежить від надійності АТЗ.

Прогнозувати річні трудовитрати на ТО і ПР з урахуванням конкретних умов їх функціонування необхідно для того, щоб вчасно виводити з експлуатації АТЗ, не які приносять прибуток при лінійній роботі.

Контрольні запитання

1. Що таке технічне обслуговування (ТО) і яка його основна мета?
2. Що розуміють під обсягом робіт ТО?
3. Які фактори впливають на обсяг робіт технічного обслуговування?
4. Які вихідні дані необхідні для розрахунку об'ємів робіт ТО?
5. Як розраховується загальна трудомісткість робіт ТО для автопарку?
6. Як впливає склад і кількість автомобілів на обсяг робіт ТО?
7. Яким чином умови експлуатації впливають на періодичність і обсяг ТО?
8. Для чого виконують розрахунок об'ємів робіт ТО на підприємстві?

Практичне заняття №3

РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ ПРОВЕДЕННЯ ТО, ПР АВТОМОБІЛІВ. СКЛАДАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ КАРТ

Мета: опанувати специфіку розробки технологічних процесів проведення ТО, планового ремонту та вміння складати технологічні карти.

3.1 Теоретичні відомості

Основою типових технологій є технологічні карти. Технологічна карта – це форма технологічного документа, в якій описаний увесь процес дії на автомобіль або його агрегат, де вказані у визначеній послідовності операції, їх складові частини, кваліфікація виконавців та їх знаходження, технологічне оснащення, норми часу та технічні умови (таблиця 3.1).

Технологічні карти є первинними документами, на базі яких будується вся організація виробництва. Вони розподіляються на операційні та постові. Операційні карти містять перелік дій, що виконуються по агрегатам, вузлам, системам автомобіля.

Постові карти містять перелік дій, що виконуються на конкретному робочому посту.

Для координування робіт декілька постів, що технологічно пов'язані один з одним, наприклад, лінії ТО і ПР використовуються карти-схеми. Вони містять по кожному посту: загальну характеристику робіт та номер операцій, кількість виконавців, місця їх розташування, трудомісткість робіт.

Карти-схеми дозволяють вдосконалити виробничий процес шляхом перерозподілу робіт по постах і мотивують використання спеціалізованих постів.

Технологічні карти входять в різні види нормативно-технічної документації, що розробляються різними АТП і об'єднаннями, асоціаціями аж до міністерства транспорту.

Керівні документи (КД) встановлюють організаційно-методичні та загально-технічні вимоги та правила проведення робіт. При впровадженні такого документа не припустимо змінення його положень. При впровадженні КД допустимі схемні змінення для прив'язування до конкретних умов АТП.

На нові моделі автомобілів, якщо відсутня централізована нормативно-технічна документація, виробничо-технічний відділ АТП розроблює свої технологічні карти.

Вихідними матеріалами служать:

- збірні та робочі креслення деталей;
- технічні умови на збірку регулювання, контроль і випробування;
- виробнича програма (для визначення обладнання оптимальної продуктивності та ціни);
- відомості про існуюче обладнання та інструмент;

- норми часу (при відсутності встановлюються хронометражом або вибираються за аналогами);
- маса виробів (для вибору підйомно-транспортних засобів).

Порядок розробки технологічної карти: вивчається конструкція виробу, складається план проведення робіт, визначається послідовність операцій і переходів, встановлюються норми часу, вибирається обладнання та інструмент, оформлюється технологічна документація.

Технологічна карта (таблиця №3.1) заповнюється наступним чином на основі розробленого технологічного процесу проведення ТО і ПР [3].

В першу колонку заносять порядковий номер основної технологічної операції, що виконується.

Як правило, при виконанні ТО і ПР автомобілів основні операції складаються із переходів, тому в другу колонку записують порядкові номери переходів, що складають в загальному виді основні операції ТО і ПР автомобілів.

В третю колонку заносять найменування основних операцій і переходів, що обумовлені і регламентовані «Положенням про технічне обслуговування і ремонт рухомого складу».

В четверту колонку заносять виконавців основних операцій і переходів, їх розряд за табелем (таблиця №3.2). Кількість виконавців розраховується при розрахунку виробничої програми.

В колонку №5 вносять перелік основного і додаткового технологічного обладнання, яке використовується для виконання основних операцій з приведенням основних характеристик обладнання (вказується вантажо-підйомність підйомно транспортного засобу, потужність двигуна і довжина конструкції ферми для кранів, кранбалок).

В шосту колонку заносять трудомісткість виконання операцій або норму часу виконання операцій, що наводяться у довідкових посібниках [3]. Норма часу виконання операцій ТО і ПР визначається на основі статистичних спостережень.

В сьому колонку заносять технічні умови або примітки, що пов'язано з спеціфічними виробничими умовами (пажежобезпечність, електробезпечність, дія хімічних речовин, санітарна обробка, екологічність технологічних процесів тощо).

Розглянемо форми організації технологічних процесів. Згідно з Положенням про ТО і ремонт рухомого складу автотранспорту забезпечення роботоздатності при експлуатації рухомого складу здійснюється інженерно-технічною службою АТП на основі використання нормативів ТО і ремонту, що враховують умови експлуатації та придатність до них рухомого складу; уніфікації та типізації технологічних процесів і елементів виробничої бази з урахуванням використовуємих форм організації ТО і ремонту.

Спеціалізація робочого поста залежить від кількості та номенклатури виконуваних на ньому операцій і вид технологічної спеціалізації.

Основними елементами виробничо-технічної бази є робочий пост та робоче місце. Пост є широкоуніверсальним, якщо кількість різнотипових операцій, що виконується на ньому з використанням універсального обладнання, перевищує 200 найменувань. На універсальному посту виконується 100-200 операцій. На спеціалізованих постах виконується 40-50 операцій.

На спеціальних постах виконується менше 20 операцій з використанням вузькоспеціалізованого технологічного обладнання і оснастки з використанням мікропроцесорної техніки та робототехнічних систем. За рахунок спеціалізації виробництва досягається приріст продуктивності праці шляхом зниження трудомісткості ремонтно-регулювальних операцій за двома категоріями витрат часу:

- оперативного часу, що витрачається виконавцем безпосередньо на виконання технологічної операції;

- підготовчого часу, що витрачається на ознайомлення з отриманою роботою, на підготовку обладнання до роботи, обслуговування робочого місця.

Зниження витрат оперативного часу може здійснюватися шляхом придбання навичок, високої організації труда на робочому місці, використання високопродуктивного технологічного обладнання та інструмента. Скорочення підготовчого часу досягається за рахунок оптимального розташування засобів праці відносно об'єкта ремонту, скорочення зони обслуговування і номенклатури технологічного обладнання на посту.

Спеціальні пости мають найбільший рівень механізації робіт. Їх пропускна здібність максимальна, але на них виконуються обмежені номенклатури операцій.

За засобом розташування автомобілів пости розподіляються на тупикові та проїзні. Автомобілі ставлять на тупиковий пост і виїжджають з нього з однієї сторони. Проїзні пости бувають на оглядових канавах або пологах.

Їх використовують для рухомого складу великої габаритної довжини і автопоїздів. Заїзд автомобілів здійснюється з однієї сторони, а виїзд з другої сторони за ходом руху допоміжних маневрів. У виробничих зонах робочі пости розташовуються паралельно друг другу з урахуванням нормативних значень проходів та проїздів, а сукупність послідовно розташованих спеціалізованих проїзних постів образують поточні лінії.

Вибір типу постів, методів організації технологічного процесу ТО і ремонту визначається виробничою програмою, що залежить від розмірів і

структури парку автомобілів, інтенсивності експлуатації рухомого складу і потоку відказів.

Зміст робіт і їх послідовність, інструменти і прилади, спосіб виконання та необхідний час, спеціальність та кваліфікація виконавців встановлюється для кожного поста та його робочих місць звітними технологічними картами (таблиця 3.2). Значна частина робіт ТО і ремонту автомобілів виконується на робочих місцях, але деякі операції з обслуговування електрообладнання, акумуляторів, шин, систем живлення виконуються на виробничо-допоміжних дільницях і відділеннях.

В залежності від кількості і рівня спеціалізації постів, на яких здійснюється технологічний процес ТО, розглядають дві форми організації його робіт: на універсальних і на спеціалізованих постах.

При обслуговуванні на універсальних постах комплекс даного виду ТО виконується на одному посту (тупиковому або проїзному) крім операцій з прибирання і миття, для яких при будь-якій організації процесу обслуговування відокремлюється окремий пост.

На універсальному посту роботи можуть виконуватися групою робочих всіх спеціальностей (слюсарей, мастильників, електриків) або робочих-універсалов високої кваліфікації. Перевагами на універсальних постах є можливість виконання на кожному посту різного об'єму робіт (або обслуговування різноманітних автомобілів), а також виконання супутнього ПР при різній тривалості буття автомобілів на кожному посту.

Недоліками такої форми організації обслуговування є:

- необхідність багатократного дублювання однакового обладнання;
- обмежена можливість використання високопродуктивного обладнання, що стримує механізацію і автоматизацію виробничих процесів;
- підвищенні витрат на ТО і ПР;
- обмежена можливість розподілення труда та спеціалізації працюючих.

При обслуговуванні автомобілів на спеціалізованих постах, на кожному з них виконується частина усього комплексу робіт даного виду ТО, що потребують однорідного обладнання та звітної спеціалізації робітників. Обслуговування на спеціалізованих постах може виконуватися поточним методом.

При поточному методі усі роботи виконуються на декількох, розташованих в технологічній послідовності спеціалізованих постах, сукупність яких створює поточну лінію. Пости розташовують прямоточно, що дозволяє використовувати механічну тягу та забезпечити найкоротші шляхи переміщення автомобіля з поста на пост.

На постах поточної лінії розташування автомобілей може бути продольним (вісь автомобіля знаходиться у одному напрямі з вісю потокової лінії). При поперечному розташуванні автомобіля скоротшена

довжина поточної лінії та полегшується з'їзд автомобіля з будь-якого поста. Потокові лінії організовують розподільно для кожного виду обслуговування в залежності від об'єму і характеру робіт.

Потоковий метод ТО потребує забезпечення однакового часу буття автомобіля на кожному посту, виконання визначеного об'єму робіт та незмінній чисельності робочих.

Порушення об'єму робіт хоч би на одному посту викликає простої на інших постах і порушують процес поточного виробництва. Тому організація обслуговування на поточкових лініях потребує однотиповості автомобілів та однакового об'єму обслуговування, що порушує у багатьох випадках їх використання, особливо при ТО-2, де різко коливаються об'єми робіт і виникає велика асинхронізація роботи постів.

На поточкових лініях автомобілі пересуваються за допомогою конвеєра або своїм ходом. Розподіляють потоки на потоки неприливної дії (ЗМО) та періодичної дії (ТО 1 – ТО 2).

ПР автомобілів здійснюється індивідуальним або агрегатним методами. При індивідуальному методі ремонту агрегати, що зняті з автомобіля, ремонтують та встановлюють на той же автомобіль і це викликає простої автомобілів.

При агрегатному методі несправні деталі замінюються на справні, які беруть з оборотного фонду АТП.

В об'єм ПР автомобілів включені постові роботи (розбирально-збиральні) та виробничо-цехові. Постові роботи виконуються на постах ПР. Виконання виробничо-цехових робіт на АТП здійснюється на допоміжних дільницях: агрегатних, слюсарно-механічних, зварювальних, електро-технічних, ковальсько-ресорних, арматурних і т.п.

Операційна карта (таблиця 3.1) заповнюється на основі розробленого технологічного процесу проведення ТО і ПР. Відмінності при заповненні операційної карти від технологічної заключаються в тому, що операційна карта виконується не в загальному виді, а поопераційно з більш детальною проробкою виконання окремох операцій.

На АТП використовують універсальне обладнання, що виготовляється машинобудівним комплексом та підприємствами. Технологічне обладнання в залежності від його призначення поділяється на підйомно-оглядове, підйомно-транспортне, спеціалізоване для проведення ПР і ТО автомобілів.

Перша група складається з обладнання, що забезпечує при ПР і ТО вільний доступ до агрегатів, механізмів та деталей, що розташовані знизу або збоку автомобілів. До них відносяться оглядові канави, підйомники, перекидачі, гаражні домкрати і т.п.

Друга група складена з обладнання для підйому та переміщення агрегатів, вузлів і механізмів автомобіля (пересувні крани, електротельфери, кранбалки, конвейери і т.п.).

Таблиця 3.1 – Технологічна карта проведення ТО-1

№ операцій	№ переходу	Найменування операцій та переходів	Виконавець	Обладнання	Норма часу(хв)	Примітка
1	2	3	4	5	6	7
1	1.1 1.2 1.3 1.4 1.5 1.6 1.7 1.8 1.9 1.10	Технічне обслуговування (ТО-1): - обслуговування систем живлення; - обслуговування системи мащення; - обслуговування системи охолодження; - обслуговування електрообладнання; - контрольні роботи; - регулювальні роботи; - кріпильні роботи; - електротехнічні роботи; - заправочні роботи; - шиномонтажні роботи.	Слюсар 4 р.	Оглядові канави Кранбалка 3.2 т, пневмопіднімач Електромеханічний піднімач Канавний піднімач Маслорозподільні колонки	30 20 20 20 20 15 25 25 20 30 /225	Пости ТО-1 розміщені на оглядових канавках

Таблиця 3.2 – Технологічна карта ТО автомобілів КраЗ-257Б

№ операцій	№ переходів	Зміст работ	Місце виконання	Кількість місць дій	Трудові ресурси - кількість люд. хв.	Обладнання	Технічні умови
1	2	3	4	5	6	7	8
1.	1.1.	Контрольно-діагностичні, кріпильні і регулювальні роботи (Д – 1). Перевірити стан шин передніх колес, наявність ковпачків вентилів, тиск повітря в шинах. При необхідності довести до норми тиск в шинах та усунути зайві інеродні тіла, що застрягли в протекторі.	Зверху передньої частини	2	63,5 6,4	Колонка воздухороздільна, накінецьник 3 манометром, штангенциркуль, писатижи, шило.	Покришки не повинні мати місцеві пошкодження. Наявність інеродних предметів в протекторі, а також руйнування шару протектора, розшарування каркаса не припустимо.
2.		Теж по середньому та задньому мостам.	Зверху в середній і задній частині	8 17	23,2 7,9	Колонка воздухороздільна, накінецьник 3 манометром, штангенциркуль, писатижи, шило.	
3.	3.1.	Перевірка стану і герметичності. Перевірка стану і герметичності трубопроводів, шлангів та апаратів гальмової системи, при необхідності усунути несправності.	В кабіні зверху і знизу	1	77,9	Кість, мильна емульсія, ключі гаєчні, отвертка, мастила.	Трубопроводи не повинні мати тріщини, погнутості, скривлення. Утікання повітря перевіряються при номінальному тиску в пневмо-системі 0,65-0,8 Мпа при включених споживачах і непрацюючому компресорі.
4		Масильні, мийні та заправочні роботи Перевірити рівень масла в картері двигуна через 4-5 хв. після його зупинки та при необхідності долити до норми.	верху		1,8	Масиломірний шуп, колонки маслорозподільні	Рівень мастила повинен бути на рівні верхньої мітки на масильно-мірному шупі. Використовувати моторні масла М-6/10 в, влітку М-10В, взимку М-8Р.

Третя група – спеціалізоване обладнання, що призначене для виконання технологічних операцій ТО (прибирально-мийні, кріпильні, мастильні, діагностичні, регулювальні та заправочні).

Четверта група – спеціалізоване обладнання, що призначене для виконання технологічних операцій ПР (розбирально-збиральні, слюсарно-механічні, ковальські, зварювальні, мідницькі, кузовні, шиномонтажні, вулканізаційні, електротехнічні та для ремонту систем живлення).

Основними факторами при виборі підйомно-транспортного обладнання служать:

- річний об'єм, характеристика і властивості транспортуючих вантажів;
- відстань та умови транспортування, склад шляхів, величина транспортуємої партії, висота виробничих та складських приміщень;
- характеристика транспортних засобів, умови завантаження і розвантаження, можливість маневрування;

Кількість підйомно-транспортного обладнання розраховують за формулою:

$$x_0 = \frac{GK}{\Phi_{\text{обл}} Q}, \quad (3.1)$$

де G – маса вантажу, кг;

K – коефіцієнт нерівномірності пасажиропотоку;

$\Phi_{\text{обл}}$ – річний фонд обладнання;

Q – продуктивність обладнання.

$$Q = \frac{60gK_g K_t}{t_{\text{ц}}}, \quad (3.2)$$

де g – вантажопід'ємність обладнання, т;

$K_g = 0,9$ – коефіцієнт використання вантажопід'ємності обладнання;

$K_t = 0,85$ – коефіцієнт використання обладнання за часом;

$t_{\text{ц}}$ – час роботи поста, год.

Контрольні запитання

1. Що таке технологічний процес технічного обслуговування та поточного ремонту автомобілів?
2. Які основні етапи розробки технологічного процесу ТО і ПР?
3. Які фактори враховують під час розробки технологічного процесу обслуговування автомобілів?
4. Які документи потрібні при розробці технологічних процесів ТО і ПР?
5. Що таке технологічна карта та яке її призначення?
6. Яка структура технологічної карти ТО або ПР автомобіля?
7. Які основні розділи повинна містити технологічна карта?
8. Як визначається послідовність виконання технологічних операцій?

Практичне заняття № 4

ТЕХНІЧНЕ ОБСЛУГОВУВАННЯ

ЕЛЕКТРОННИХ СИСТЕМ ЗАПАЛЮВАННЯ

Мета: сформувати практичні навички технічного обслуговування електронних систем запалювання, навчити діагностувати їхній технічний стан, виявляти та усувати типові несправності, а також правильно користуватися вимірювальними приладами і технічною документацією з дотриманням вимог безпеки.

4.1 Теоретичні відомості

Система запалювання бензинового двигуна — це сукупність пристроїв, що створюють електричну іскру для підпалювання паливно-повітряної суміші у циліндрах. Вона перетворює низьку напругу (12В) у високу (до 30 000В), забезпечуючи вчасну роботу двигуна. Основні типи: контактна, контактано-транзисторна та безконтактна.

Для того щоб двигун нормально працював, система запалювання має забезпечувати напругу не менш як 5000 В. Струм високої напруги трансформується в котушці запалювання зі струму низької напруги, що надходить від акумуляторної батареї або генератора (рис. 4.1).

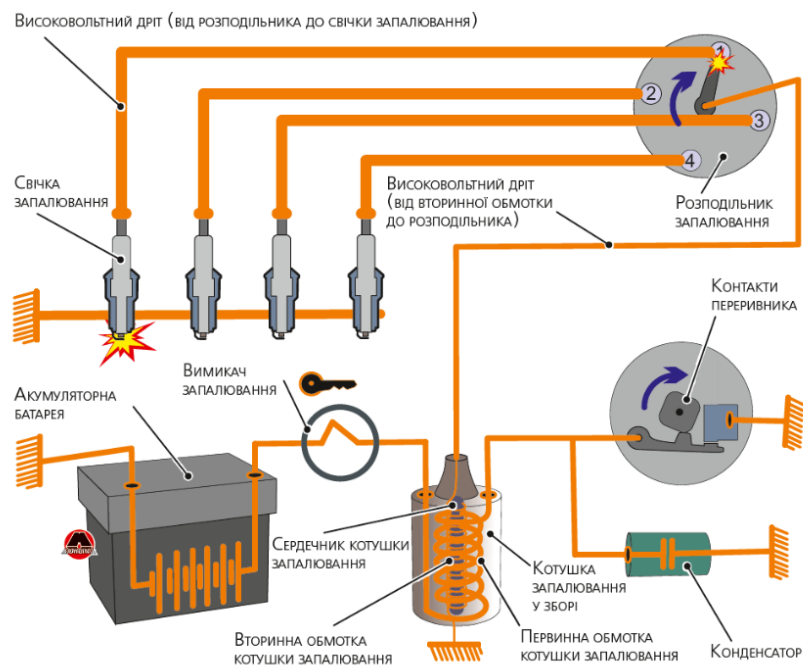


Рисунок 4.1 – Умовна схема різних типів систем запалювання

У процесі експлуатації автомобілів може знизитися струм низької напруги, що в подальшому впливає на утворення струму високої напруги. Причинами зниження струму низької напруги можуть бути: окиснення, ослаблення або підгоряння різних контактів і з'єднань, розрегулювання контактів переривача (змінення кута замкнутого стану), несправності конденсатора тощо.

Надійна робота двигуна залежить також від стану ізоляції всіх ділянок кола високої напруги. На втрату струму в цьому колі впливають забрудненість ізоляторів свічок і кришки розподільника, тріщини в ізоляторах, забрудненість пилом і маслом, зруйнованих або з пробитою ізоляцією проводів та інші несправності. Втрати струму знижують напругу на електродах свічок, а також є причиною слабкої іскри, перебоїв у роботі двигуна.

Основними несправностями системи запалювання слід вважати такі:

- руйнування ізоляції проводів і замикання їх на масу;
- порушення щільності контакту в місцях з'єднань;
- обгоряння або окиснення контактів переривача;
- зміна зазору між контактами, ослаблення їхнього кріплення;
- несправність конденсатора;
- забризкування маслом електродів свічок і покриття їх нагаром;
- змінення зазору між електродами;
- утворення тріщин в ізоляторі і порушення герметичності свічок;
- розриви і замикання в обмотках котушки запалювання;
- неправильне початкове встановлення випередження запалювання;
- несправності регуляторів випередження запалювання та інше.

Найбільше несправностей припадає на свічки запалювання і переривач розподільник. Ознаками несправності свічок запалювання є важкий пуск і перебої в роботі, а іноді й зупинка двигуна. Є кілька способів перевірити роботу свічок в автомобілі. Найпростіші з них такі: перевірка послідовним замиканням на масу центрального електрода свічки за допомогою викрутки з дерев'яною ручкою (рис. 4.2); перевірка регулярності спалахів у циліндрі індикатором з неонову лампою за допомогою різних електронних тестерів.

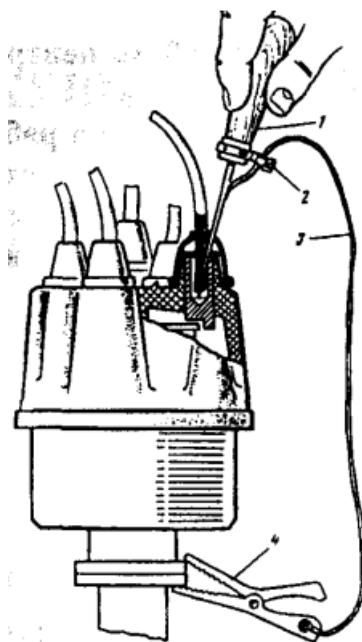


Рисунок 4.2 – Пристрій для почергового відключення проводів високої напруги від свічок запалювання

Основними ознаками несправностями переривача-розподільника є перебої в роботі двигуна, підвищення іскроутворення в контактах переривача або повна відмова у роботі двигуна.

Основним в обслуговуванні системи запалювання є тримання приладів кола низької напруги в стані, який забезпечує вироблення максимально можливого струму в первинній обмотці котушки запалювання, підтримання належної ізоляції приладів і проводів кола високої напруги, встановлення запалювання і перевірка автоматів випередження запалювання.

Основні роботи технічного обслуговування наступні.

а) При ЩТО:

1. Перед пуском двигуна перевірити візуально стан елементів системи запалювання, звертаючи особливу увагу на цілісність електричних ланцюгів, клем, проводів, кришок котушки запалювання і переривача – розподільника.

2. Запустити двигун і прослухати його роботу. (двигун повинен працювати без характерних хлопків у глушнику чи у впускному колекторі, без пропусків в запалюванні і пониженні потужності двигуна, без значних детонаційних стуків і т.п.)

3. При роботі водій може перевірити правильність встановлення кута випередження запалювання. Для цього на рівній ділянці дороги, натисканням на педаль акселератора, різко розігнати автомобіль з 25 - 30 до 55 - 60 км/год. – на швидкості 40 - 45 км/год. повинні з'явитися легкі короткочасні детонаційні стуки (їх повна відсутність вказує на дуже пізні запалювання)

б) При ТО-1:

1. Очистити від пилу, бруду, і нальоту масла всі елементи системи запалювання, перевірити їх кріплення і зовнішній технічний стан. Проводи з порушеною ізоляцією і пошкодженими контактами замінити. Окислені контакти зачистити і нанести тонкий шар проти окислювального мастила. В темний час доби відкрити капот при працюючому двигуні і якщо на кришках котушки запалювання та розподільника, на проводах високої напруги видно проскакування по їх поверхні електричних розрядів – це свідчить про забруднення або пробої ізоляції цих елементів та про необхідність заміни вузлів системи запалювання, що вийшли з ладу.

2. Викрутити свічки запалювання і оглянути їх. Якщо нижня частина має незначний шар іржаво – коричневого відтінку, корпус покритий від довгої експлуатації тонким шаром сажі, а центральний електрод має нормальний сірий колір (рис. 4.3, а) – значить свічка працює нормально.

3. Вид поверхні свічки запалювання. Якщо виступаючі в камеру згорання частини свічки покриті шаром бархатистого нагару (рис. 4.3, б) – це може бути визвано роботою на Perezбагаченій суміші, забрудненням повітроочисника, неправильного регулювання клапанів і т.п. Якщо свічка

покрита шаром масла (рис. 4.3, в) – це признак зносу («залягання») поршневих кілець, високого рівня залитого масла чи несправності самої свічки. Якщо свічка з нальотом твердого нагару сіро – коричневого чи сіро – синього кольору (рис. 4.3, г) – це визвано низьким калільним числом свічки, роботою на бідній суміші, встановленням раннього запалювання.



Рисунок 4.3 – Вигляд свічок запалювання

Свічки, зняті з двигуна, випробовують і очищають від нагару на спеціальних приладах Е-203.О (рис. 4.4). Свічку очищають від нагару в пікоструминній камері приладу кварцовим піском разом з потоком повітря, яке подається до робочої частини свічки.



Прилад для очистки свічок запалювання від нагару моделі Е-203.О. Зазори між електродами свічки запалювання перевіряють проволочним калібром (рис. 4.5). Він повинен бути в середньому 0,5-0,7 мм. Регулюють зазори, підгинаючи бічні електроди спеціальним ключем. Взимку вони мають бути меншими. Несправні свічки запалювання замінюють новими.

На якість іскроутворення свічку випробовують завернувши її в гніздо 11 повітряної камери приладу Е-203.П. (рис. 4.6), спостерігаючи за характером іскроутворення через оглядове вікно 12, попередньо утворивши в камері важелем 7 повітряного насосу тиск 0,8-1,0 МПа (8-10 кг/см²) (іскра

повинна бути безперебійною з світло - фіолетовим відтінком без додаткових іскроутворювань, які характеризують пробій ізолятора. Герметичність свічки визначають по швидкості падіння тиску в повітряній камері по манометру 3. Живлення приладу від кола змінного струму 220 В.

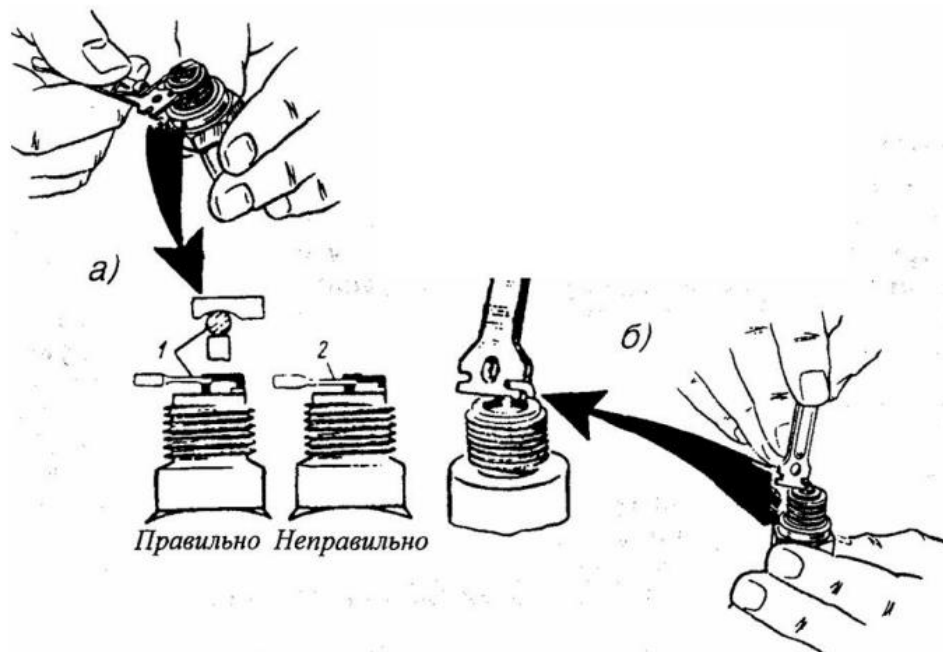


Рисунок 4.5 – Перевірка і регулювання зазору між електродами свічки запалювання: а) замір зазору; б) регулювання зазору спеціальним ключем;
1 – круглий щуп; 2 – плоский щуп

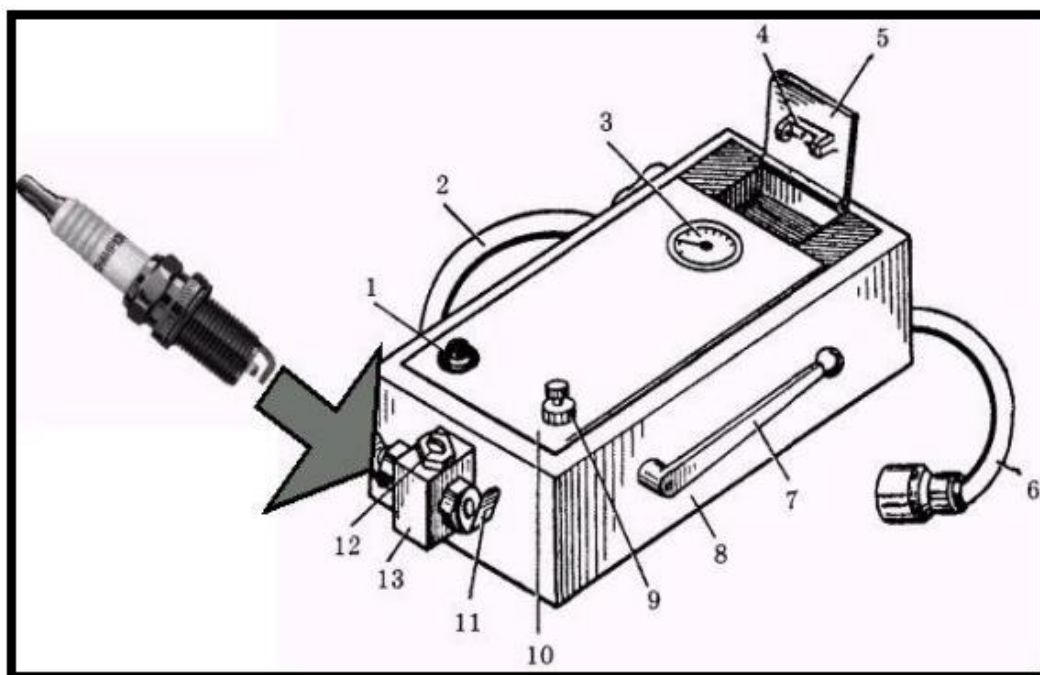


Рисунок 4.6 – Прилад для контролю свічок запалювання моделі Е-203.П

в) При ТО-2: 1. Провести контроль і обслуговування переривача – розподільника. Для цього: зняти кришку розподільника, очистити внутрішню порожнину від пилу та бруду, при необхідності зачистити контакти в кришці і на роторі наждачною шкуркою зернистістю 100-120. Потім продути порожнину стисненим повітрям. Контакти, а тому числі і в гніздах кришки для проводів високої напруги доцільно обробити антиокислювальною аерозоллю. Після чого перевірити стан контактів переривача – при наявності нагару чи при підвищеному зносі (в тому числі утворення бугорка і кратера) їх необхідно зачистити плоским бархатним надфілем, дотримуючись при цьому паралельність контактів.

Потім порожнину продути зжатым повітрям. Повертаючи колінчастий вал вручну добитися положення максимального розімкнення контактів і вставити між ними щуп, який відповідає нормальному зазору 0,3...0,45 мм. При регулюванні послаблюють зажимний гвинт 2 (рис. 4.7), а викруткою повертають ексцентрик 4, поки щуп 3 не буде щільно входити між контактами і в цьому положенні зажимний гвинт завертають до упору. Необхідно віджати пальцем важіль рухомого контакту і відпустити його – він повинен швидко, зі щолчком вернутись і вихідне положення, в іншому випадку перевірити упругість пружини динамометром при натягу 5,0...6,5 Н.

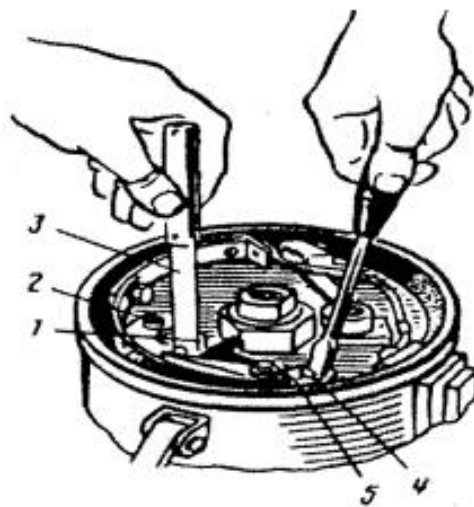


Рисунок 4.7 – Регулювання зазору між контактами переривача запалювання: 1 – нерухомий контакт; 2 – зажимний гвинт; 3 – щуп; 4 – ексцентрик; 5 – пластина нерухомого контакту

2. Провести мастильні операції переривача-розподільника. Змастити чистим моторним маслом вісі важеля і фільц – масльонки (по одній-дві каплі), втулки кулачка (до п'яти капель) і завернути на один – два оберти кришку ковпачкової масльонки підшипників валу приводу (мастило ЦИАТИМ – 201)

г) При СО:

1. Зняти переривач-розподільник, розібрати (рис.4.7). Почистити його від пилу та бруду, перевірити стан деталей, необхідні замінити. Зібрати, поставити на двигун.

2. Встановити кут випередження запалювання в наступній послідовності:

- зняти кришку датчика-розподільника;
- вивернути свічу першого циліндра;
- закрити пальцем отвір для свічі першого циліндра, повернути колінчатий вал двигуна спеціальним ключем до початку виходу повітря з-під пальця. Це відбудеться на початку такту стиску;

- переконавшись, що стиск почався, і продовжуючи обережно повертати колінчатий вал, установити кут випередження запалювання 5° при цьому перша мітка на демпферній частині шківів колінчатого вала знаходиться проти штифта на кришці розподільних шестерень;

- ключем «на 10» послабити болт октан-корректора, поворотом корпусу установити стрілку на середній розподіл шкали і затягти болт;

- ключем «на 10» послабити болт кріплення настановної пластини до корпусу датчика-розподільника;

- натиснути пальцем на бігунок проти його обертання (для усунення зазору в приводі) і повільно повернути корпус до сполучення червоної риски на роторі і стрілки на статорі датчика-розподільника (або до моменту розмикання контактів в переривачі-розподільнику, яке визначається по загоранню контрольної лампочки, під'єднаної паралельно контактам);

- натиснути пальцем на бігунок проти його обертання (для усунення зазору в приводі) і повільно повернути корпус до сполучення червоної риски на роторі і стрілки на статорі датчика-розподільника (або до моменту розмикання контактів в переривачі – розподільнику, яке визначається по загоранню контрольної лампочки, під'єднаної паралельно контактам);

- затягнути болт кріплення пластини до корпусу датчика-розподільника й установити кришку датчика-розподільника на місце;

- встановити проводи високої напруги в кришку датчика-розподільника відповідно до порядку (1-2-4-3 для 4-х циліндрових двигунів; 1-5-4-2-6-3-7-8 для 8-ми циліндрових двигунів) роботи циліндрів. Гніздо в кришці для проводу 1-го циліндра відмічено цифрою «1».

В даний час для визначення правильності встановлення кута випередження запалювання чи для його коректування в залежності від зміни умов роботи автомобіля, широко використовують різного типу стробоскопи (рис. 4.9). В корпусі приладу змонтована електронна вимірювальна система, на виході встановлена лінза для фокусування світлового потоку стробоскопічної лампи. Стробоскоп підключають в ході перевірки до акумуляторної батареї спеціальними зажимами, а в кришку розподільника на місце проводу високої напруги від свічки першого циліндру

встановлюють перехідник щупа, а потім провід високої напруги. Постільки лампа спалахує на досить короткий термін в момент проскакування іскри на свічку першого циліндра, то і спеціальні мітки нанесені на обертальних деталях кажуться нерухожими.



Рисунок 4.7 – Переривач-розподільник

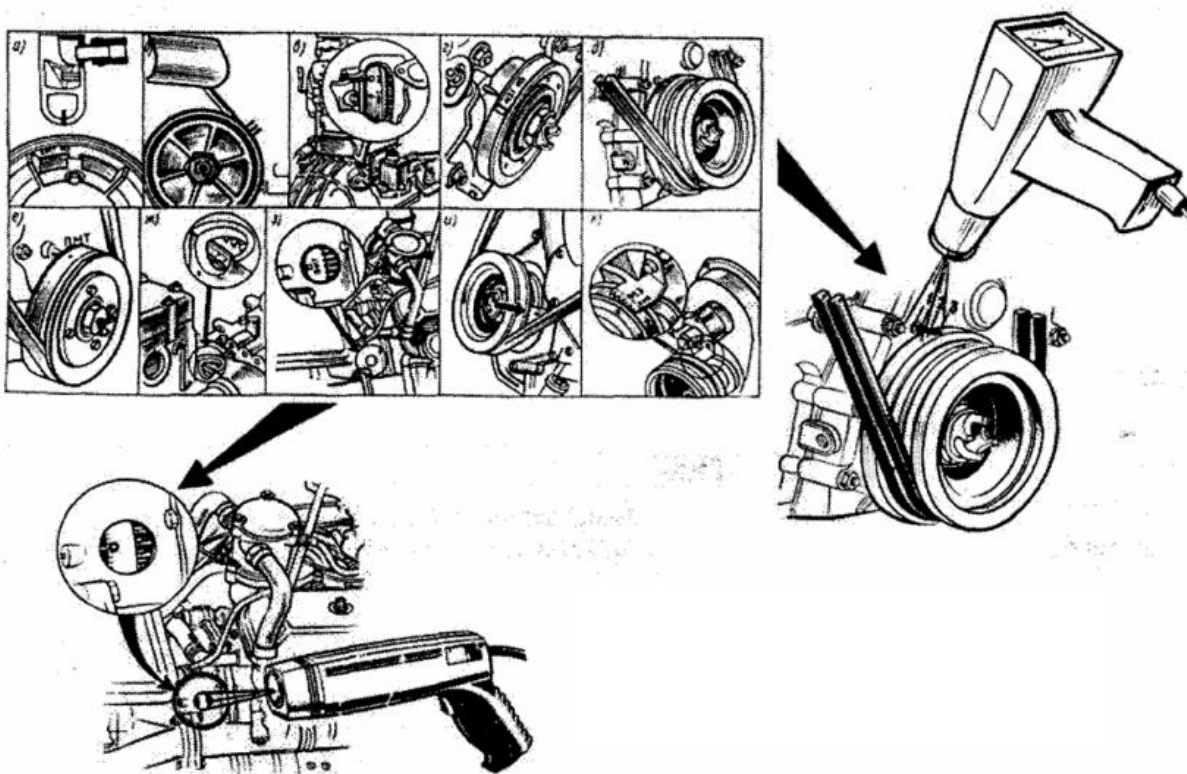


Рисунок 4.9 – Перевірка встановлення кута випередження запалювання по контрольним міткам за допомогою стробоскопічних приладів

За допомогою стробоскопу можна також перевірити роботу центробіжного і вакуумного регулятора випередження запалювання. Для цього, на прогрітому двигуні при мінімальній частоті обертання

колінчастого валу, коли вакуумний і центробіжний автомати не працюють, направити промінь імпульсної підсвітки стробоскопа на рухому мітку, яка буде казатись не рухомою. Якщо вона не співпадає з контрольними нерухомими відмітками (рисками, штифтами і т.п.), необхідно послабити кріплення корпуса переривника і плавно повертати його праворуч чи ліворуч до моменту співпадіння міток. Центробіжний регулятор перевіряють при від'єднаній трубіці вакуумного регулятора, поступовим збільшенням частоти обертання колінчастого валу двигуна – рухома мітка повинна плавно зміститись відносно нерухомої. Якщо переміщення не проходить чи проходить ривком - це свідчить про заклинювання грузиків на вісях. При перевірці вакуумного регулятора встановлюють частоту обертання колінчастого валу 2000-2500 хв.-1 і швидко під'єднують з'єднувальну трубку – повинно відбутися різке відхилення рухомої мітки.

Особливості технічного обслуговування електронних систем запалювання.

Електронні системи запалювання входять в систему управління двигуном (рис. 4.10). Вона складається з модуля запалення (18), високовольтних проводів і свічок запалювання (21).

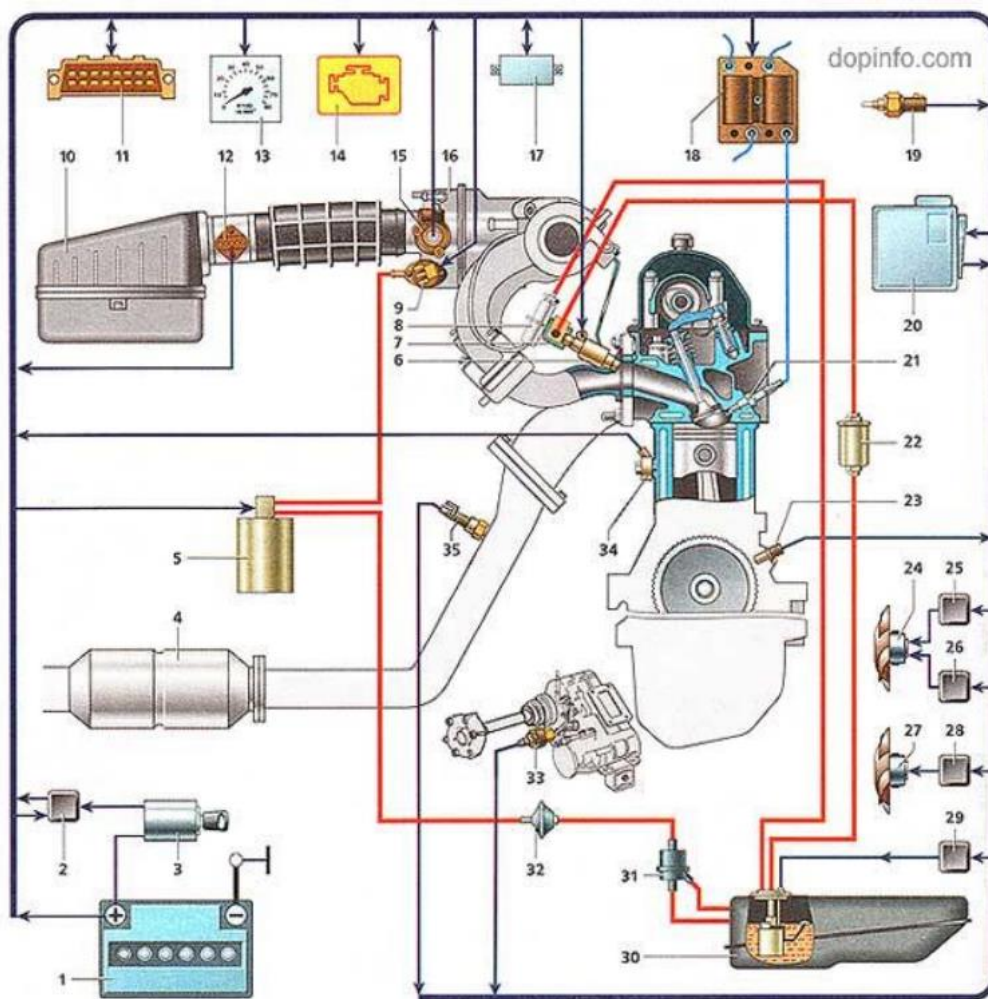


Рисунок 4.10 – Система управління двигуном

При експлуатації система не вимагає обслуговування і регулювання, крім свічок запалення, яке проводиться по методиці розглянутій в попередньому навчальному питанні. Крім того при обслуговування даної системи запалювання необхідно перевіряти кріплення елементів системи запалювання, їх сан і працездатність.

4.2 Порядок виконання роботи

1. Ознайомлення з вимогами техніки безпеки під час роботи з електрообладнанням автомобіля.
2. Підготовка робочого місця, інструментів, приладів і контрольно-вимірювального обладнання.
3. Проведення зовнішнього огляду елементів електронної системи запалювання.
4. Перевірка стану та надійності електричних з'єднань і контактів.
5. Діагностика основних елементів системи (котушки запалювання, датчиків, комутатора, свічок запалювання, високовольтних проводів).
6. Вимірювання електричних параметрів системи за допомогою вимірювальних приладів.
7. Виявлення можливих несправностей та визначення причин їх виникнення.
8. Виконання робіт з технічного обслуговування або усунення виявлених несправностей.
9. Контрольна перевірка працездатності електронної системи запалювання.

Контрольні запитання

1. Які основні несправності системи запалювання можуть виникати?
2. Які несправності свічки запалювання?
3. Який зазор між електродами свічки запалювання повинен бути, яким чином його перевірити і відрегулювати?
4. Який зазор між контактами переривника повинен бути, яким чином його перевірити і відрегулювати?
5. Якими приладами здійснюється очистка свічок запалювання від нагару та перевірка працездатності, який порядок роботи на них?
6. При якому виді ТО здійснюється поглиблене діагностування системи запалювання?
7. Як при роботі на лінії водій може перевірити правильність встановлення кута випередження запалювання?
8. Як по стану нижньої частини свічки запалювання можна визначити несправність системи запалювання?
9. Як встановити кут випередження запалювання?
11. Які особливості технічного обслуговування електронних систем запалювання?

Практичне заняття №5

ТЕХНІЧНЕ ОБСЛУГОВУВАННЯ СТАРТЕРА

Мета: вивчення принципу дії автомобільного стартера, конструкції та призначення його основних вузлів, технології розбирання та складання стартера СТ221, оцінка його технічного стану.

5.1 Програма роботи

1. Позааудиторна підготовка до роботи у лабораторії.

1.1. Використовуючи конспекти, підручники та навчальні посібники, а також доступний довідковий матеріал:

- ознайомитися з призначенням стартерів та принципом їх дії;
- вивчити пристрій автомобільних стартерів і призначення їх вузлів та елементів;

- ознайомитись з основними технічними характеристиками стартерів;

- вивчити технологію розбирання та складання стартера.

1.2. У процесі попередньої підготовки до роботи у лабораторії знайти відповіді контрольні питання методичних вказівок.

1.3. Підготувати таблицю оцінки технічного стану елементів і вузлів стартера за зразком, наведеним у посібнику виконання лабораторної роботи.

2. Робота у лабораторії.

2.1. Для більш детального вивчення конструкції стартера та його вузлів ознайомитися з демонстраційним стендом та плакатами.

2.2. Отримати набір інструментів, необхідних для розбирання та складання стартера типу СТ221.

2.3. Розібрати стартер СТ221 у такому порядку:

2.3.1. Накидним ключем №13 відвернути гайку на нижньому контактному болті тягового реле і від'єднати від нього гнучкий провід обмотки статора.

2.3.2. Ключем №8 відвернути три гайки кріплення тягового реле та зняти його.

2.3.3. Викруткою послабити гвинт кріплення стяжної захисної стрічки, яка знаходиться на кришці з боку колектора, і зняти її разом з прокладкою.

2.3.4. За допомогою викрутки вивернути чотири гвинти кріплення клем щіток і вийняти щітки гачком із щіткотримачів після звільнення від натискання щіткових пружин.

2.3.5. Ключем №10 відвернути дві гайки стяжних шпильок і від'єднати корпус з кришкою з боку приводу від кришки з боку колектора з якорем.

2.3.6. Плоскогубцями вивернути з кришки стяжні шпильки.

2.3.7. Від'єднати кришку колектора від корпусу.

2.3.8. Вийняти гумову заглушку важеля з кришки з боку приводу.

2.3.9. Розшпінтувати і за допомогою вибивання вийняти з кришки вісь важеля приводу стартера.

2.3.10. Вийняти важіль і якір з приводом з кришки, а потім від'єднати важіль від приводу.

2.3.11. Зняти з валу якоря регулювальну та завзяту шайби.

2.3.12. Використовуючи трубкоподібну вибивання збити обмежувальне кільце ходу шестерні.

2.3.13. Зняти стопорне та обмежувальне кільця.

2.3.14. Зняти з валу якоря обгінну муфту.

2.3.15. Для розбирання тягового реле ключем №8 відвернути три гайки болтів і відпаяти висновки обмоток від штекера "50" та від наконечника, закріпленого на нижній контактний болт тягового реле.

Основні деталі стартера показано рисунку 5.1.

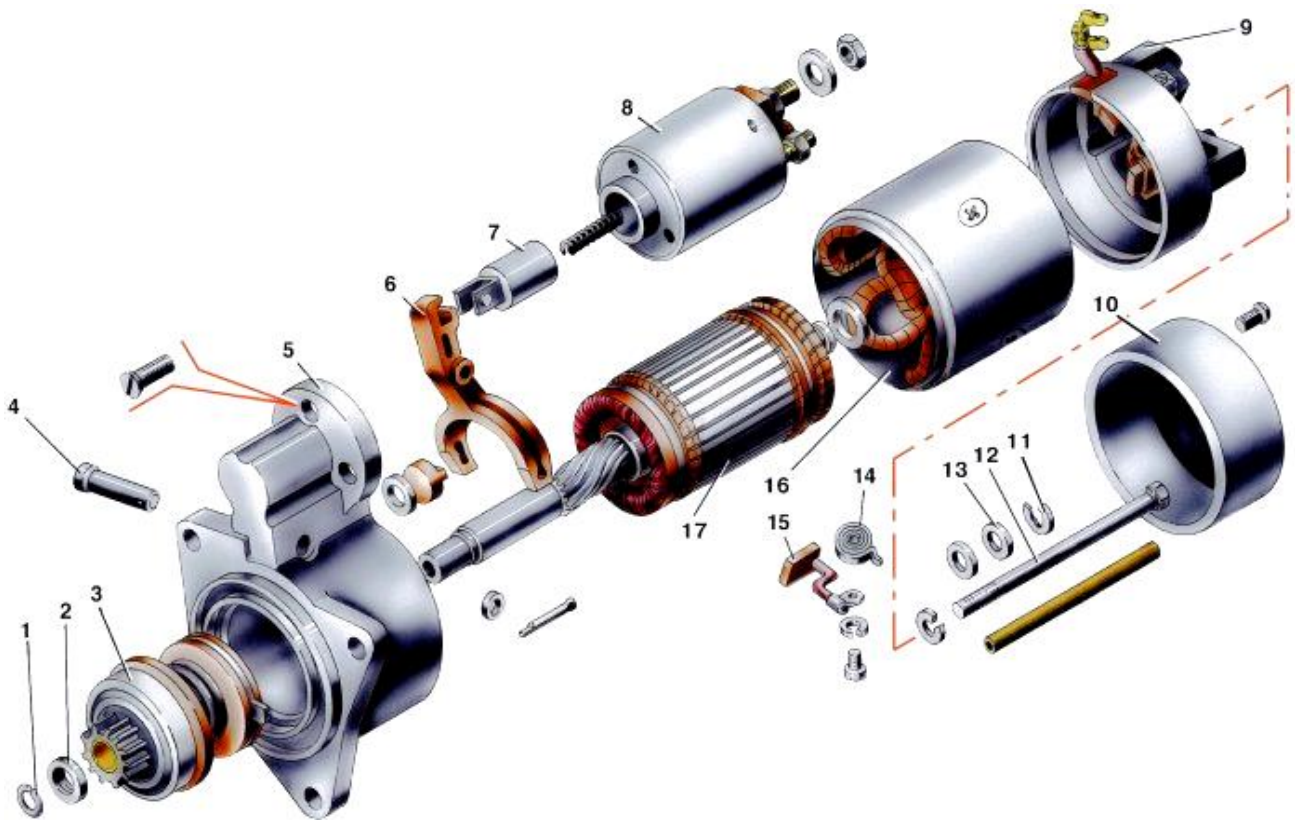


Рисунок 5.1 – Вигляд автомобільного стартера

1 – регулювальна шайба; 2 – обмежувальне кільце; 3 – обгінна муфта з шестернею приводу; 4 – кріпильні гвинти; 5 – кришка зі сторони приводу;

6 – ричаг приводу; 7 – зворотня пружина; 8 – тягове реле; 9 – щітко-колектроний вузол; 10 – кришка зі сторони колектора; 11, 13 – шайба та стопорне кільце; 16 – статор; 17 – якір

Перевірити обмотку якоря на замикання з корпусом (масою). Для цього виміряти омметром опір між колекторною пластиною і сердечником якоря. Воно має бути не менше 10 кОм. За наявності замикання з корпусом якір вибраковується і замінюється новим.

Примітка. Дії, виділені курсивом, виконуються лише за проведення технічного обслуговування стартера.

2.4.1. Оцінити технічний стан якоря

– Перевірити стан колектора. Робоча поверхня колектора повинна бути гладкою (без слідів зносу) і не повинна мати слідів підгорання (почорніння), що викликаються іскрінням та механічним зносом щіток. *Забруднену, окислену або підгорілу поверхню колектора протирають чистою ганчіркою, змоченою бензином, або зачищають дрібнозернистою шліфувальною шкіркою. Сильно підгорілий і зношений колектор проточується на токарному верстаті.*

– Перевірити якість паяння виводів секцій обмотки якоря в гребінці колектора. Паяння не повинно мати порожнечі та окисленої поверхні. *При необхідності з'єднання пропаюють припоєм з каніфоллю паяльником потужністю не менше 100 Вт при попередньо прогрітому якорі. Після паяння колектор потрібно прочистити, продути, а місця паяння покрити лаком.*

– Перевірити стан шліців та цапф валу якоря. На поверхні шліців і цапф валу повинно бути задир, вибоїн і зносу, т.к. вони можуть спричинити заїдання шестерні на валу. *Якщо на поверхні валу з'явилися сліди жовтого кольору від втулки шестерні, вони видаляються дрібнозернистою шліфувальною шкіркою.*

– Перевірити стан бандажу якоря. Він не повинен мати механічних пошкоджень.

2.4.2. Оцінити стан статора з обмотками.

– Перевірити обмотку статора на урвище, для чого виміряти ометром опір котушок.

– Перевірити обмотку статора на замикання з корпусом, навіщо виміряти ометром опір між виведенням обмотки і корпусом статора. Прилад повинен показувати опір щонайменше 10 кОм.

– Оглянути обмотку статора на наявність перегріву. На поверхні ізолятора котушок статора не повинно бути слідів почорніння. *За наявності обриву, замикання на корпус або перегріву корпус з обмотками вибраковується та замінюється новим.*

2.4.3. Оцінити технічний стан кришок стартера.

– Перевірити механізм приводу на легкість переміщення по напрямку до підшипника кришки з боку приводу і повернення у вихідне положення силою пружини. *Якщо переміщення приводу утруднено, вал очищають від бруду і покривають пластичним мастилом. У разі заїдання муфти приводу після змащування або пробуксовування муфту слід замінити.*

– Перевірити, чи вільно повертатися шестерня приводу щодо валу якоря у напрямку обертання якоря, при цьому у зворотному напрямку шестерня обертатися не повинна.

– Перевірити ступінь зношування шестерні приводу. На її зубах не повинно бути сколів та фарбувань. *Якщо на західній частині зубів шестерні є забоїни, то їх потрібно підшлифувати дрібнозернистим наждачним колом малого діаметра. Якщо деталі приводу пошкоджені або зношені, привід замінюється новим.*

– За допомогою вимірювального щупа, що має нормовану товщину, перевірити осьовий люфт якоря. Він повинен бути більше 0,7 мм. *Зміна величини вільного ходу досягається підбором кількості або товщини регулювальних шайб, що встановлюються між кришкою зі сторони приводу і напoleonливим кільцем на валу якоря.*

2.4.4. Оцінити технічний стан приводу.

– Перевірити стан кришок та їх втулок. *Якщо на кришці є тріщини або втулки зношені, вони замінюються новими.*

– Перевірити, чи немає у щіткотримачів позитивних щіток замикання на корпус, для чого виміряти ометром опір між відповідною щіткою і кришкою стартера.

– Перевірити легкість переміщення щіток у щіткотримачах і посилення пружин. Переміщення має бути вільним, без заїдань. Зусилля пружин на щітках можна визначити динамометром. Для цього під щітку потрібно покласти смужку паперу, і динамометром відтягувати щіткову пружину, одночасно намагаючись витягнути папір з-під щітки. Тиск пружини на щітку визначається в момент звільнення паперу щіткою, він повинен становити близько $9,8 \pm 0,98$ Н ($1 \pm 0,1$ кгс). *У разі зменшення зусилля щіткових пружин більш ніж на 25% номінального значення необхідно замінити пружину.*

– Перевірити стан щіток, звернувши увагу на ступінь їх зносу та якість поверхні. Довжина щітки має бути не менше 12 мм. Ступінь прилягання щітки до колектора можна оцінити візуально, приклавши її робочою поверхнею до колектора. Якщо щітки зношені, вони замінюються новими, попередньо притертими до колектору.

2.4.5. Оцінити технічний стан тягового реле.

– Перевірити легкість переміщення якоря тягового реле. *При його утрудненому ході реле слід розібрати і змастити ковзні частини.*

– За допомогою омметра перевірити, чи контактні болти замикаються реле контактною пластиною, і чи немає обриву в обмотці реле. *Якщо контактні болти не замикаються, то потрібно розібрати реле і зачистити контактні болти і пластину дрібнозернистою шкуркою або плоским оксамитовим напилком. Реле із пошкодженою обмоткою замінюється новим.*

– Для розібраного реле перевірити, чи немає слідів перегріву обмотки (почорніння), а також надійність з'єднання виводів обмотки реле зі штекером «50» та «масою».

2.5. Результати оцінки технічного стану вузлів та елементів стартера занести до таблиці 5.1 (згідно з наведеним зразком), і зробити висновок.

Таблиця 5.1 – Результати технічного стану

№	Найменування	Опис технічного стану вузла або елемента стартера	Висновок
1	Щітки	Робоча поверхня рівна, краї робочої поверхні частково схильні до ел. корозії. Гнучкі висновки немає обірваних проводів. Наконечники схильні до забруднення та корозії. Довжина щіток у допустимих межах.	Придатні до подальшої експлуатації після проведення технічного обслуговування
2			
...

2.6. Зібрати стартер у порядку, зворотному розбиранні, звернувши увагу на наведені нижче рекомендації:

– при установці щіток необхідно попередньо відвести кінці щіткових пружин убік, кінці пружин повинні натискати на середину щітки;

– попередньо зібравши кришки, корпус і якір та затягнувши гайки стяжних шпильок, потрібно перевірити осьовий вільний хід валу якоря. Якір може бути без приводу, а кришка з боку приводу без важеля;

– після складання необхідно перевірити, що якір вільно обертається (туге обертання якоря може бути викликане перекосом при складанні стартера, його забрудненні, відсутністю мастильного матеріалу або ослабленим кріпленням полюсів і зачеплення за них якоря).

3. Оформити звіт, провівши аналіз стану технічного стартера. Сформулювати висновок щодо придатності стартера до експлуатації в автомобілі.

Контрольні запитання

1. За якими конструктивними характеристиками розрізняють стартери?
2. Скільки обмоток у стартері? Що це за обмотки, яке їх призначення?
3. Які чинники зумовлюють вибір стартера для конкретного двигуна?
4. Які основні несправності може мати стартер?
5. Як проводиться технічне обслуговування стартера?

Практичне заняття 6
ТЕХНІЧНЕ ОБСЛУГОВУВАННЯ
АВТОМОБІЛЬНОГО ГЕНЕРАТОРА ТА РЕГУЛЯТОРА НАПРУГИ

Мета: вивчення конструкції, технології розбирання та складання, оцінка технічного стану генератора Г-221 та реле-регулятора.

6.1 Програма роботи

1. Позааудиторна підготовка до роботи у лабораторії.

1.1. Використовуючи конспекти лекцій, підручники та навчальні посібники, методичні вказівки до цієї лабораторної роботи, а також доступний довідковий матеріал:

– ознайомитися з призначенням та принципом дії трифазного автомобільного генератора;

– вивчити пристрій автомобільних генераторів, призначення їх вузлів та елементів;

– ознайомитись з основними технічними характеристиками;

– ознайомитися з вимогами до технічного стану основних вузлів;

– вивчити технологію розбирання генератора Г-221.

1.2. У процесі підготовки до роботи у лабораторії знайти відповіді контрольні питання методичних вказівок.

1.3. Підготувати таблицю оцінки технічного стану елементів та вузлів генератора за зразком, наведеним у цьому посібнику.

2. Робота у лабораторії.

2.1. Для ознайомлення з конструкцією та елементами генератора вивчити демонстраційний стенд та плакати, присвячені генератору.

2.2. Отримати набір інструментів, необхідних для розбирання та складання генератора типу Г-221.

2.3. Розібрати генератор у такому порядку:

2.3.1. За допомогою ключа №24 відвернути гайку кріплення шківів вентилятора, зняти пружинну конічну шайбу та за допомогою широкої викрутки зняти шків.

2.3.2. Вийняти із паза на валу ротора сегментну шпонку.

2.3.3. Відвернути викруткою гвинт 8 (рисунок 5.1) кріплення щіткодержателя і зняти щіткотримач.

2.3.4. Ключем № 10 відвернути гайки чотирьох стяжних болтів 10.

2.3.5. Зняти кришку 19 з приводу, а потім ротор у зборі.

2.3.6. Ключем № 7 відвернути гайки гвинтів, що з'єднують наконечники вентилів з виводами статора обмотки.

2.3.7. Вийняти з колодки штекерного роз'єму штекер 11 «нульового» проводу.

2.3.8. Витягти статор 21 з кришки 1 генератора.

2.3.9. Ключем № 10 відвернути гайку виведення 30 і зняти випрямний блок 2 з вентилями позитивної полярності.

2.4. Оцінити технічний стан генератора.

2.4.1. Оглянути стан статора генератора. Оцінити стан ізоляції видимої частини обмотки.

Оглянути виводи обмотки статора та зробити висновок про стан ізоляції висновків та їх наконечників. За наявності окислення наконечників зробити їх очищення за допомогою абразивного паперу. Провід статорної обмотки не повинен мати слідів перегріву.

За допомогою омметра перевірити цілісність ізоляції обмотки. Для цього один затискач приладу необхідно підключити до одного з наконечників виводів обмотки, інший – до магнітопроводу. Опір ізоляції має дорівнювати нескінченності. За допомогою омметра перевірити цілісність статорної обмотки, для чого слід виміряти опір фазних обмоток між роз'ємом «нульового» дроту і кожним з трьох виводів статорної обмотки. Опір має бути близьким до нуля.

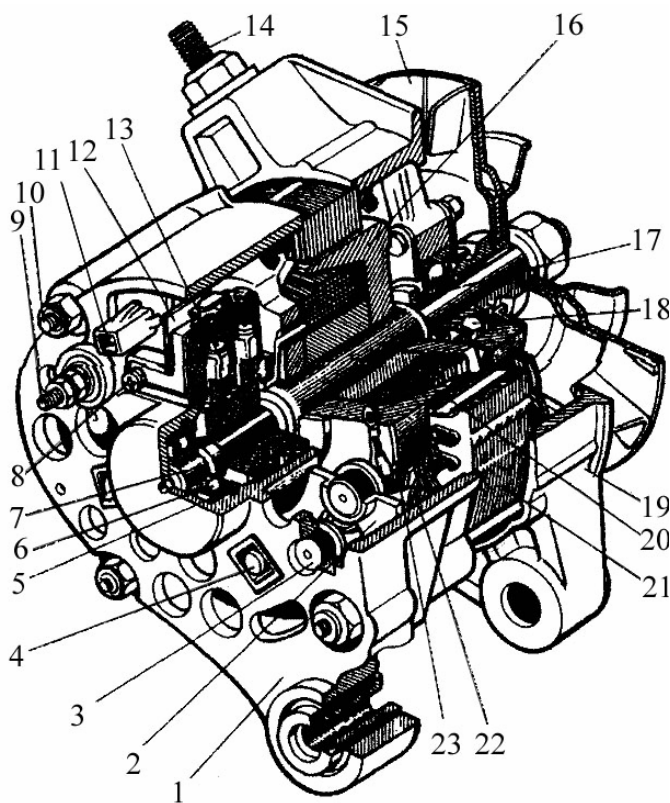


Рисунок 6.1 – Влаштування генератора Г221

1 – кришка з боку контактних кілець; 2 – випрямний блок; 3 – вентиль (діод); 4 – болт кріплення випрямного блоку; 5 – контактне кільце; 6 – задній підшипник; 7 – вал ротора; 8 – гвинт кріплення щіткотримача; 9 - вивід «30» генератора; 10 – стяжний болт; 11 - штекер «нульового приводу»; 12 – щіткотримач; 13 – щітка; 14 – шпилька кріплення генератора до натяжної планки; 15 – шків з вентилятором; 16, 23 – полюс ротора; 17 – втулка; 18 – передній підшипник; 19 – кришка з боку приводу; 20 – обмотка ротора; 21 – статор; 22 – обмотка статора

Примітка. Усі висновки та результати оцінки технічного стану елементів та вузлів записати у заготовлену раніше таблицю, аналогічну до таблиці 6.1.

Таблиця 6.1 – Обмотувальні дані вітчизняних генераторів

Обмотка статора			Обмотка збудження		
Тип генератора	Діаметр проводу, мм	Число витків	Діаметр проводу, мм	Число витків	Опір обмотки при 20 °С, Ом
Г221А	1,25	10	0,69	500±3	4,3±0,2
Г222	1,0	9	0,71	460±3	3,7±0,2
37.3701	1,0	8,5	0,8	420±6	2,6±0,1
16.3701	1,06	9	0,93	440±10	2,5±0,1
19.3701	1,4	8	0,95	544±5	3,0±0,15
29.3701	1,32	9	0,8	550±3	3,7±0,2
32.3701	1,12	16	0,8	550±3	3,7±0,2
38.3701	1,4	6,5	0,9	490±5	3,1±0,15
581.3701	1,18	14	0,75	464±5	3,7±0,2
582.3701	1,18	13	0,8	390±5	2,7±0,2
Г254	1,32	13	0,8	535±5	3,7±0,2
Г266	1,56	10	0,8	550±3	3,7±0,2
Г286	1,7	14	0,93	550±10	3,7±0,2
Г273	1,18	20	0,8	550±3	3,7±0,2
Г289	1,7	8	0,93	550±10	3,7±0,2
Г263	1,8	11	0,93	580±5	3,4±0,2
955.3701	1,06	38	0,8	340±5	2,3±0,4
Г287–Б	1,45	15	0,83	530±5	3,6±0,2
16.3771	1,25	14	0,8	350±5	2,4±0,1
1702.3771	0,95	26	0,63	710±5	8,0±0,2
19.3771	1,25	14	0,8	350±5	2,4±0,1
2022.3771	1,25	14	0,8	350±5	2,4±0,1
25.3771	1,25	14	0,8	350±5	2,4±0,1

2.4.2. Візуально простежити проходження обмотувального проводу обмотки, найближчої до внутрішньої поверхні магнітопроводу статора, на підставі чого скласти схему укладання трифазної статора обмотки.

2.4.3. Оглянути ротор генератора. Перевірити стан підшипників. Зовнішні обойми підшипників повинні вільно обертатися щодо внутрішніх обойм. Крім цього, люфт однієї обойми щодо іншої має практично бути відсутнім.

2.4.4. Перевірити стан мідних контактних кілець. Зовнішні поверхні кілець повинні бути чистими та рівними, без механічних пошкоджень та задирок.

2.4.5. За допомогою омметра виміряти опір обмотки збудження. Для чого прилад необхідно підключити до контактних кільців. Прилад повинен показати опір у кілька Ом.

2.4.6. Виміряти опір ізоляції обмотки збудження від корпусу ротора. Для цього одним щупом приладу необхідно торкнутися одного з контактних кілець, а іншим щупом торкнутися чистої поверхні магнітопровід ротора. Опір ізоляції має дорівнювати нескінченності.

2.4.7. Перевірити справність діодів випрямного блоку. Для цього за допомогою омметра виміряти їх опори у прямому та зворотному напрямку. Опір діода в прямому напрямку має бути малим і дорівнювати нескінченності у зворотному напрямку. При вимірюванні прямого опору показання омметра залежать від типу використовуваного приладу і складають від кількох до декількох десятків Ом.

2.4.8. Оглянути щіткотримач із щітками. Довжина щіток повинна бути менше 8 мм. Щітки повинні вільно переміщатися у напрямні, не мати сколів. Поверхня тертя об кільця має бути рівною. Напрявні щіткотримачі повинні бути без механічних пошкоджень і без слідів підгару або оплавлення. Щітки повинні виступати зі щіткотримача не менше ніж на 5 мм. Пружини щіткотримача мають бути справними. Справність пружин можна перевірити шляхом натискання на щітки. При знятті зусилля щітки повинні повернутись під дією пружин у вихідне положення.

2.4.9. Перевірити стан кришок генератора. Вони не повинні мати механічних пошкоджень.

2.5. Складання генератора.

2.5.1. Поставити місце вертикальні блоки генератора. Поставити на місце болт виводу «30» і з невеликим зусиллям затягнути гайку.

2.5.2. Правильно вставити статор в задню кришку з вентиляним блоком і закріпити наконечники виводів статора обмотки на виводи діодів. Неізольовані струмопровідні наконечники виводів обмотки статора та перемички між діодами повинні мати відстань від радіаторів не менше ніж на 3 мм.

2.5.3. Вставити ротор генератора в статор та задню кришку. Підшипник ротора повинен увійти в гніздо задньої кришки.

2.5.4. Поставити передню кришку генератора на місце. Вісь ротора має увійти в підшипник передньої кришки. Поставити на місце чотири стяжні болти. Надягти на болти шайби і вручну закрутити гайки стяжних болтів.

2.5.5. Повернути вісь ротора на кілька обертів. Ротор повинен вільно обертатися в підшипниках і не зачіпати за статор. Затягнути гайки стяжних болтів та повторно перевірити ротор. Ротор повинен обертатися вільно.

2.5.6. Встановити місце шків приводного ремня, шпонку, шайбу. Закріпити шків генератора з його осі з допомогою гайки ключем №24.

2.5.7. Встановити на задню кришку щіткотримач із щітками та закріпити їх гвинтом за допомогою викрутки.

2.6. Упорядкувати інструменти та робоче місце. Здати набір інструментів, вимірювальний прилад та генератор.

2.7. Подати викладачеві для перевірки таблицю оцінки технічного стану генератора.

2.8. Характерні несправності генераторів та методи їх виявлення.

Генераторна установка справна, якщо вона забезпечує заряд акумуляторної батареї, розвиває напругу, оптимальну для споживача, і працює без шуму. Сучасні генераторні установки є висококонадійними агрегатами, і часто за їх відмову приймають відсутність контакту або коротке замикання в проводці автомобіля, спрацювання запобіжника, відмова амперметра тощо.

Неякісне з'єднання між виводами генератора та регулятора напруги призводить до зміни вихідної напруги системи електропостачання. Зокрема, підвищений опір на ділянці між виводами «маса» генератора та регулятора (не повинен перевищувати 0,01 Ом) викликає перезаряд акумуляторної батареї через зростання напруги генераторної установки.

Підвищений опір може виникнути через ослаблення пружини тримача запобіжника в колі регулятора напруги, поганого контакту у вимикачі запалювання або штекерних з'єднаннях, порушення з'єднання регулятора з «масою» автомобіля. Якщо амперметр при працюючому двигуні автомобіля показує малу силу струму або взагалі нічого не показує, це ще не означає, що генераторна установка несправна – акумуляторна батарея може бути просто повністю заряджена. В цьому випадку необхідно стежити за показаннями амперметра відразу після запуску двигуна. Поступове зменшення зарядного струму характеризує справну генераторну установку автомобіля.

Певну інформацію про працездатність генераторної установки, яка має лампу контролю заряду акумуляторної установки, можна отримати за поведінкою цієї лампи. Насамперед, слід переконатися, що сама лампа та реле її включення, а також усі з'єднання схеми, в т.ч. контакти вимикача запалювання справні. У цьому випадку, якщо лампа не горить при непрацюючому двигуні при включенні вмикача запалювання, може бути замикання обмотки статора на «масу» або замикання мінусових діодів.

Характерні несправності генераторних установок та методи їх усунення наведені у таблиці 6.2.

Таблиця 6.2 – Несправності генераторів та способи їх усунення

Причина несправності	Спосіб усунення
Генераторна установка не забезпечує заряд акумуляторної батареї	
Окислення висновків акумуляторної батареї	Зачистити та змастити висновки
Відмова акумуляторної батареї	Замінити акумуляторну батарею
Порушення проводки між елементами генераторної установки та споживачами	Перевірити дроти, підтягнути болтові з'єднання, перевірити надійність штекерних з'єднань.
Спрацьовування запобіжника в колі регулятора напруги	Встановити та усунути причину спрацьовування. Запобіжник замінити.
Слабкий натяг ременя	Підтягнути ремінь
Несправність генератора	При короткочасному замиканні виводів «Ш» і «+» регулятора напруги амперметр не показує різкого стрибка сили зарядного струму. Генератор зняти та відправити в ремонт
Несправність регулятора напруги	Якщо при виконанні операцій попереднього пункту спостерігається різкий стрибок сили зарядного струму і напруги – регулятор несправний, його слід замінити або відправити в ремонт
Робота генераторної установки викликає перезаряд акумуляторної батареї	
Відмова елементів транзисторного РН	Регулятор відправити на ремонт або замінити
Підвищене падіння напруги в контактних з'єднаннях кола між регулятором напруги та бортовою мережею	Перевірити і при необхідності зачистити, підтягнути або замінити контактні з'єднання у вимикачі запалювання, запобіжниках, штекерних і гвинтових з'єднаннях цього ланцюга, у тому числі з'єднують регулятор напруги з «масою»

Після запуску і виходу двигуна на нормальний режим роботи у виправної генераторної установки лампа повинна згаснути. Тим не менш, контрольна лампа не показує відмову регулятора напруги, пов'язаний з незакривання вихідного транзистора, головним чином з коротким замиканням всередині вихідного транзистора регулятора. У цьому випадку напруження генераторної установки не регулюється і досягає неприпустимо високих значень, але лампа після запуску гасне, як і у нормально працюючої установки. Найбільш повну і правильну інформацію про працездатність генераторної установки може дати вольтметр з межами вимірювань до 15...30 В (для генераторних установок дизелів з номінальною напругою 28 В межа вимірювань вольтметра повинна бути вищою).

При повністю зарядженій акумуляторній батареї, включених фарах дальнього світла і середніх частотах обертання колінчастого валу двигуна напруга генераторної установки між виводом «+» або вивід «30» і «масою» має бути в межах 13...15 В або (26...30 В) для 24-вольтової системи. Низька напруга може бути викликана відмовою як генератора, так і регулятора,

висока – тільки відмовою регулятора або підвищеним падінням напруги в колі включення регулятора в бортову мережу. Причиною низької напруги може бути слабкий натяг приводного ремня, який слід перевірити. Відповідність генераторних установок технічних вимог, що пред'являються до них, і їх справність можна перевірити на стенді, знявши генераторну установку з двигуна автомобіля.

Повна діагностика генератора може бути виконана тільки після його розбирання. Насамперед, потрібно зняти з генератора регулятор, який у більшості випадків утворює зі щіткотримачем єдиний блок. У багатьох типів вітчизняних генераторів цей блок можна зняти, відвернувши два гвинти, що кріплять кожух регулятора до кришки генератора.

У генератора 37.3701 для зняття регулятора напруги слід відвернути два гвинти, що кріплять одночасно металеву пластину-тепловідведення регулятора і щіткотримач до кришки генератора, а потім вийняти регулятор, залишивши щіткотримач на місці. Для цього між металевою пластиною регулятора та пластмасовим кріпильним вушком щіткотримача рекомендується вставити викрутку.

У генератора компактної конструкції в першу чергу слід зняти пластмасовий захисний кожух, закріплений на задній кришці. Регулятор напруги, виконаний у металостекляному корпусі, знімається разом із щіткотримачем. Щітки разом із контактними пластинами витягуються із щіткотримача разом із регулятором. Подальше розбирання генератора проводиться зняттям гайок зі стяжних болтів або вивертанням цих болтів, якщо вони повернуті прямо в кришку. Після цього статор разом із кришкою з боку контактних кілець легко відокремлюються від кришки з боку приводу та ротора. Справність котушки збудження перевіряють омметром, приєднаним до контактних кільців. Діагностика обмотки статора потребує спеціальної апаратури. Візуально ізоляція дроту не повинна мати підгоряння та осипання.

3. Оформити звіт, провівши аналіз технічного стану генератора. Сформулювати висновок щодо придатності генератора до експлуатації.

Регулятори напруги застосовується у вітчизняних та зарубіжних автомобілях і підтримують напругу бортової мережі у заданих межах у всіх режимах роботи при зміні частоти обертання ротора генератора, електричного навантаження та температури навколишнього середовища. Крім того, він може виконувати додаткові функції – захищати елементи генераторної установки від аварійних режимів та перевантажень, автоматично включати в бортову мережу силове коло генератора або обмотку збудження.

Структурну схему регулятора напруги представлено на рисунку 6.2.

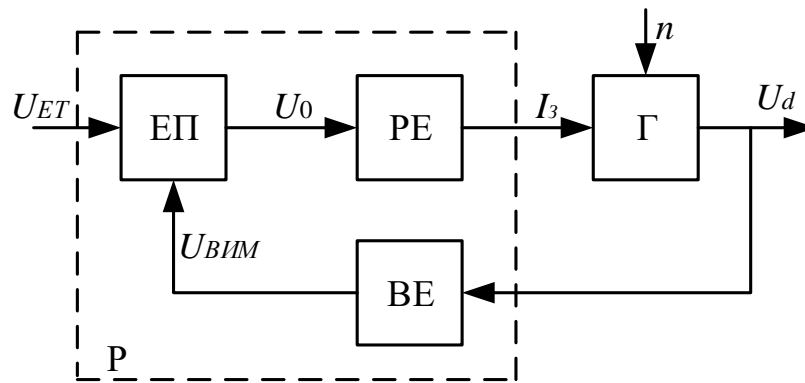


Рисунок 6.2 – Структурна схема регулятора

Регулятор Р містить вимірювальний елемент ВЕ, елемент порівняння ЕП і регулюючий елемент РЕ. Вимірювальний елемент сприймає вихідну напругу U_d генератора Г і перетворює його в сигнал $U_{\text{вим}}$, який в елементі порівняння порівнюється з еталонним значенням $U_{\text{ет}}$. Якщо величина $U_{\text{вим}}$ відрізняється від еталонної величини $U_{\text{ет}}$, на виході компаратора з'являється сигнал U_0 , який впливає на регульований елемент. Він змінює струм I_3 в обмотці збудження ротора так, щоб напруга генератора була в межах 12,8...14,5 В. У генераторах застосовуються електронні транзисторні регулятори релейного типу та регулятори з широтно-імпульсною модуляцією, які є більш ефективнішими. У нашій роботі використано релейний тип регулятора.

Якщо у релейному регуляторі період зміни струму збудження Г є змінною величиною (25-200 Герц) і його частота перемикавання залежить від режиму роботи генератора, то в регуляторах напруги з ШІМ частота перемикавання постійна і дорівнює приблизно 20 кГц, тобто тут маємо більшу швидкодію комутації струмів збудження, а заодно й регулювання напруги.

На рисунку 6.3 до стабілітрону VD1 прикладається напруга з виходу генератора (клема Д або В3) через дільник напруги на резисторах R1, R2. На низьких обертах при холостому ході напруга генератора низька (близько 13 В), стабілітрон і транзистор VT1 закриті. Струм через резистор R6 відкриває пару транзисторів VT2 – VT3, з'єднаних за схемою Дарлінгтон. При цьому обмотка збудження генератора через перехід емітер-колектор транзистора VT3 підключена до кола живлення. Діод VD2 забезпечує шлях протікання струму збудження при розімкнутому стані пари транзисторів VT2, VT3. Опір R3 забезпечує додатній зворотний зв'язок у регуляторі напруги, перетворюючи його на тригер Шмітта з покращеними характеристиками перемикавання транзисторів VT1-VT3.

Якщо напруга генератора зросла, наприклад, за рахунок збільшення частоти обертання ротора або через зменшення навантаження (вимкнення частини споживачів) в бортовій мережі автомобіля, то стабілітрон VD1

пробивається, транзистор. VT1 відкривається, а транзистори VT2, VT3 закриваються, розриваючи коло живлення обмотки збудження. Струм збудження зменшується, напруга генератора зменшується. Стабілітрон VD1 знову закривається і процес повторюється. Тривалість відкритого стану транзисторів VT2, VT3 буде тим більшою, чим менша напруга бортової мережі відносно опорної.

Таким чином, регулювання напруги генератора регулятором здійснюється дискретно за рахунок відносної зміни часу підключення $t_{\text{вкл}}$ і часу вимкнення $t_{\text{вимк}}$ обмотки збудження від кола живлення. При цьому форма струму в обмотці збудження показана на рисунку 6.4.

Параметри реле-регулятора: номінальна напруга живлення, 14 В; номінальний струм збудження, 3 А; верхня межа регулювання, $14 \pm 0,5$ В; залишкова напруга на виході «Ш», не більше 1 В.

При більшій частоті обертання середнє значення струму збудження $I_{з2}$ і параметр $t_{\text{вимк}}$ зменшується, а $t_{\text{вкл}}$ збільшується. При меншій частоті обертання або більшому навантаженні зазначені параметри змінюються протилежним чином.

У застосовуваному РН використовується найпростіший спосіб регулювання. У цьому випадку $u_{\text{п}} = 0$, так само, як і мінімальне значення струму збудження $I_{зб \text{ min}} = 0$. Тоді рівняння для середнього струму збудження набуде вигляду

$$I_{зcp} = \gamma \cdot \frac{u_i}{R_3} = \frac{t_i}{T} \cdot \frac{u_i}{R_3},$$

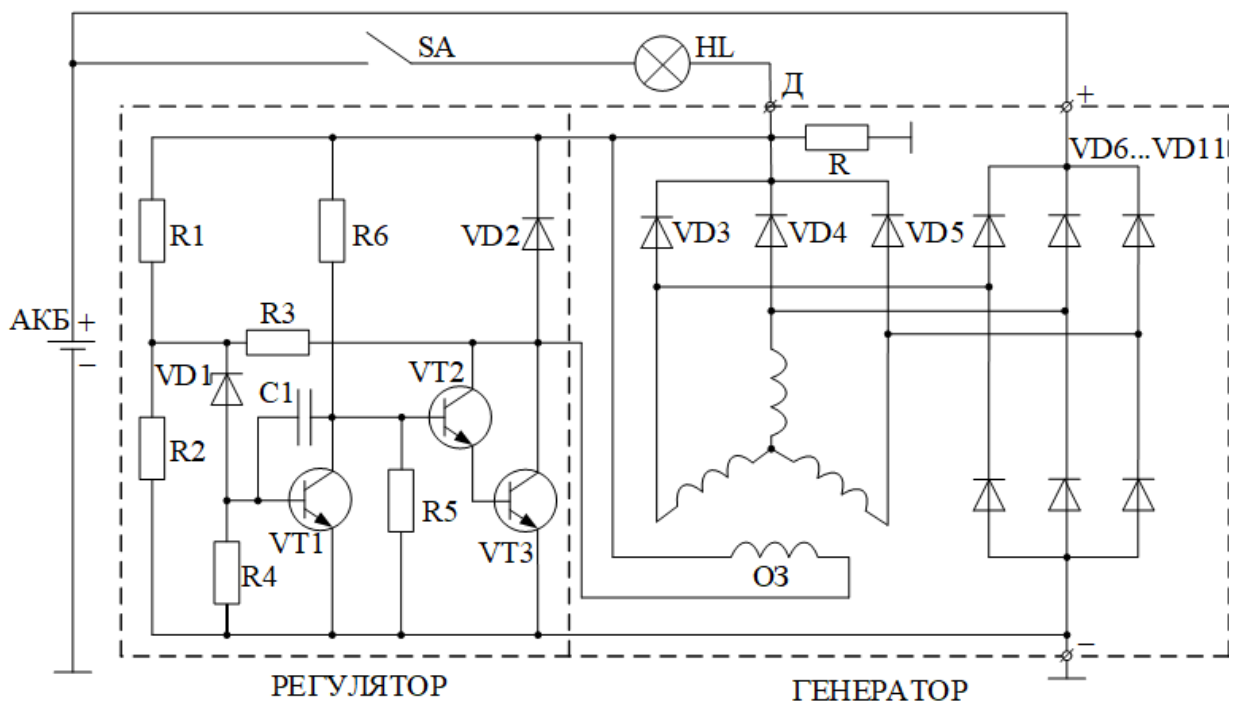


Рисунок 6.3– Електрична схема релевого регулятора

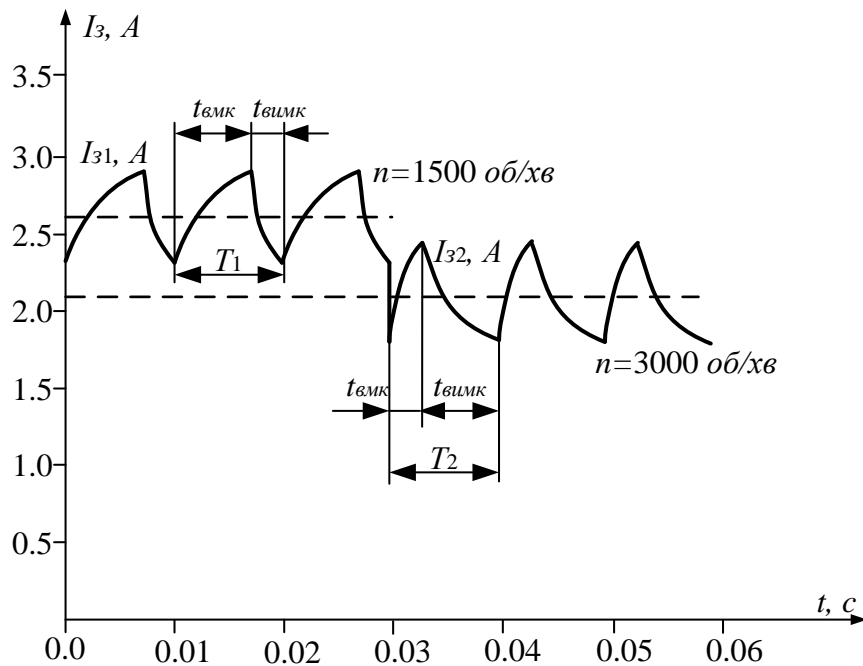


Рисунок 6.4 – Форма струму в обмотці збудження при різних швидкостях обертання ротора генератора

Тобто, регулювання напруги автомобільних генераторів можна здійснювати трьома способами:

- 1) з використанням частотно-імпульсної модуляції (ЧІМ) – шляхом зміни періоду імпульсів T при постійній їх тривалості $t_i = \text{const}$;
- 2) з використанням широтно-імпульсної модуляції (ШІМ) – зміною t_i при $T = \text{const}$;
- 3) комбінований – при одночасній зміні t_i і T .

За аналогією з імпульсними стабілізаторами останній називають релейним способом регулювання.

6.2 Програма роботи

1. Позааудиторна підготовка до роботи у лабораторії.

1.1. Використовуючи конспекти лекцій, підручники та навчальні посібники, методичні вказівки, а також доступний довідковий матеріал:

– ознайомитися з призначенням РН та принципом їх роботи;

– вивчити пристрій регуляторів напруги РР-380, 121.3702 і ознайомитися з їх основними технічними характеристиками.

1.2. У процесі підготовки до роботи у лабораторії знайти відповіді контрольні питання методичних вказівок.

1.3. Підготувати таблиці за зразками, наведеними у посібнику з виконання лабораторної роботи.

2. Робота у лабораторії.

2.1. Для більш детального вивчення пристрою та принципу роботи регуляторів напруги ознайомитись з демонстраційним стендом та плакатами.

2.2. Отримати у викладача або чергового лаборанта регулятори напруги, а також необхідне обладнання та інструменти для їх дослідження: цифровий мультиметр; лампочку (12, 5 W); викрутку, шліфувальну шкірку, спирт (бензин), паяльник.

2.3. Оцінити технічний стан регулятора напруги РР-380:

– Звернути увагу на ступінь електроерозійного зносу контактів і ступінь окислення їх поверхні;

– Перевірити стан контактів. Окислені контакти зачистити шліфувальною шкіркою, а потім протерти щільною тканиною, змоченою спиртом або очищеним бензином;

– перевірити за допомогою омметра обмотку регулятора напруги на обрив;

– перевірити та за необхідності відрегулювати зазори обох пар контактів. Зазор між якорем і сердечником котушки має бути $1,4 \pm 0,1$ мм. Його можна відрегулювати зміщенням викруткою стійки верхнього контакту. Зазор між нижньою парою контактів повинен становити $0,45 \pm 0,1$ мм, він регулюється зміщенням стійки нижнього контакту за допомогою викрутки.

2.4. Оцінити технічний стан регулятора 121.3702.

Провести розбирання регулятора напруги в наступній послідовності:

а) обережно натиснути зверху на кришку і, потягнувши її на себе, витягти з пазів;

б) відвернути гвинти, що забезпечують щільне прилягання транзистора до тепловідведення;

в) від'єднати друковану плату від роз'єму за допомогою паяльника;

г) провести перевірку стану електронних елементів та друкованого монтажу на вигляд.

Здійснити складання регулятора у зворотному порядку.

Перевірити працездатність регулятора напруги 121.3702.

Для цього:

а) зібрати електричне коло за схемою рисунка 6.5.

б) встановити джерело напруги (ДН) значення 12 У. Відзначити стан контрольної лампи;

в) плавно підвищувати напругу ДН доти, поки лампочка не згасне, і записати це значення напруги;

г) плавно зменшувати напругу ІН до тих пір, поки лампочка не загориться, а також записати це значення напруги. Результати оцінки технічного стану досліджуваних регуляторів напруги занести до таблиці 6.3 (згідно з наведеним зразком). Зробити висновок щодо відповідності параметрів дослідженого регулятора напруги щодо справності.

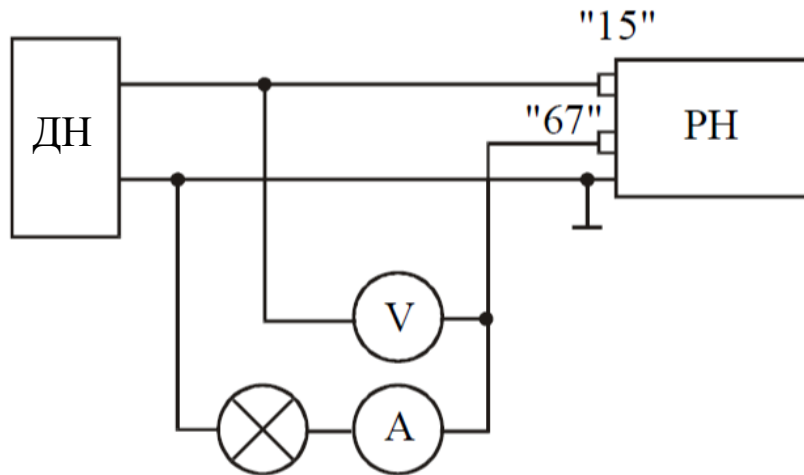


Рисунок 6.5 – Схема перевірки регулятора напруги 121.3702

Таблиця 6.3 – Результати технічного стану

№	Найменування	Опис технічного стану вузла або елемента стартера	Висновок
1	Регулятор напруги РР-380	Окислення контактів відсутнє. Зазори між контактами у нормі і т.д.	Регулятор (не) справний
2			
...

3. За результатами виконаної роботи зробити узагальнені висновки для кожного дослідженого регулятора напруги та оформити звіт.

Контрольні запитання

1. Яке призначення генератора?
2. За якими конструктивними характеристиками розрізняють генератори?
3. Які основні параметри та характеристики генератора?
4. Які фактори зумовлюють вибір генератора для авто?
5. Які основні несправності можуть мати генератор?
6. Як проводиться технічне обслуговування генератора?
7. Яке призначення регуляторів напруги?
8. Якими параметрами характеризується регулятор напруги?
9. Який принцип роботи регулятора напруги (РР-380 чи 121.3702)?
10. Як провести перевірку технічного стану регулятора напруги?

Практичне заняття 7

ТЕХНІЧНЕ ОБСЛУГОВУВАННЯ І РОЗРАХУНОК ЗАРЯДНИХ СТАНЦІЙ ЕЛЕКТРОМОБІЛІВ

Мета: Зрозуміти суть ТО зарядних станцій, вміти розраховувати кількість і потужність зарядних точок для певної кількості електромобілів з урахуванням режимів експлуатації.

7.1 Теоретичні положення

Зарядні станції для електромобілів є невіддільним компонентом інфраструктури електротранспорту, забезпечуючи можливість поповнення енергії акумуляторних батарей електромобілів.

Перший етап – перед встановленням зарядних станцій, визначається місце де буде розташована зарядна станція і парковочна зона біля неї. Також потрібно провести аналіз місцевості на наявність електромережі для підключення, необхідної потужності та навантаження у мережі.

Другий етап – розробка проекту із зазначенням технічних характеристик зарядної станції та аналіз впливу на навколишнє середовище. Врахуванням норм безпеки та стандартів ДСТУ:

- ДСТУ EN 61851-1:2014 Зарядні системи для електро-транспортних засобів;
- ДСТУ ІЕС 62196-2:2017 Роз'єми для заряджання електро-транспортних засобів.

Третій етап – це звернення до місцевих органів влади для отримання дозволу на встановлення станції. Узгодження з енергопостачальною компанією для підключення до електромережі.

Четвертий етап – монтаж та тестування станцій. Спочатку встановлюється станція на фундамент та прокладається електричний кабель згідно проекту. Потім проводиться ряд тестів таких, як: працездатність станції, систем безпеки, електрозахисту та зв'язку. Якщо всі тести пройшли перевірку, то станцію у реєстр та базу даних, після чого вона буде відображається у додатку.

П'ятий етап – знаки та орієнтація. Видимість користувача неймовірно важлива. Загальні службові знаки, розпорядчі знаки та трафарети паркувальних місць. Знаки визначення маршруту допомагають водіям електромобілів знайти місце для паркування, а також підвищує обізнаність. Нормативні знаки позначають простір для певного використання. Трафарети паркувальних місць допомагають підвищити видимість і чітко визначати місця (рис. 7.1).

Для того щоб задовольняти потреби користувачів, зарядні станції класифікуються за різними критеріями, такими як тип струму зарядки, швидкість зарядки, місце встановлення та рівень SMART функціональності. Кожен із цих критеріїв визначає особливості використання зарядної

інфраструктури, що дозволяє обирати оптимальні рішення для різних сценаріїв експлуатації електромобілів.

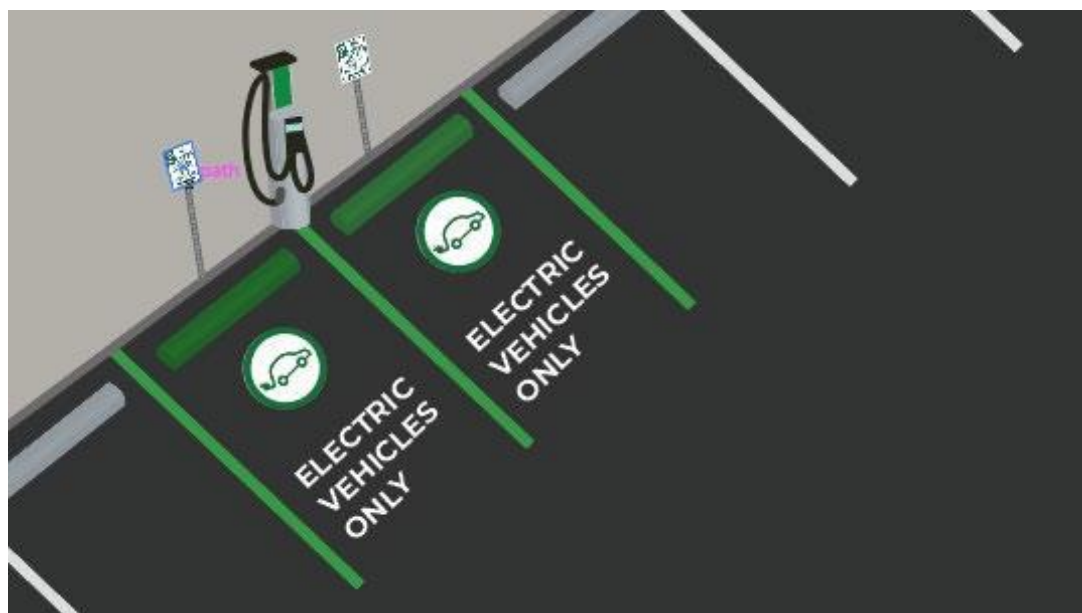


Рисунок 7.1 – Парковочні місця для електромобілів

Зарядні станції змінного струму (AC). Зарядні станції змінного струму є найпоширенішими для повсякденного використання через їх відносно низьку вартість, розміри, комплектацію, простоту встановлення та експлуатації. Вони працюють шляхом передачі змінного струму в електромобіль, у якому AC-DC перетворювач конвертує змінний струм на постійний для заряджання акумулятора.

Потужність таких станцій коливається в межах від 3,7 кВт до 22 кВт, що дозволяє здійснювати повільну або середню зарядку. Середній час зарядки електромобіля з ємністю батареї 40-60 кВт складає від 4 до 8 годин залежно від потужності зарядного пристрою.

Вони підходять для використання вдома, на паркінгах біля офісів чи торгових центрів. Найпоширеніші роз'єми для станцій змінного струму включають Type 1 (SAE J1772) для американських і японських автомобілів та Type 2 (Mennekes) для європейських моделей.

Зарядні станції постійного струму (DC). Зарядні станції постійного струму дозволяють значно скоротити час зарядки електромобіля завдяки можливості прямої передачі енергії до акумулятора, оминаючи бортовий зарядний пристрій. Такі станції зазвичай мають потужність від 50 кВт до 350 кВт і забезпечують можливість зарядки акумулятора до 80% ємності за 30-60 хвилин.

Зарядки постійним струмом встановлюються на магістралях, великих транспортних вузлах, а також у комерційних і промислових зонах, де необхідне швидке обслуговування великої кількості електромобілів. Для зарядки використовуються роз'єми стандартів CHAdeMO, що часто

зустрічаються на японських автомобілях Nissan Leaf, та CCS (Combined Charging System), який є універсальним стандартом для багатьох європейських і американських моделей. Tesla використовує свій власний стандарт Supercharger, але поступово переходить на CCS для забезпечення сумісності.

Повільна зарядка (Slow Charging). Повільна зарядка передбачає використання зарядних станцій потужністю до 3,7 кВт. Процес повільної зарядки триває від 6 до 12 годин залежно від ємності акумулятора електромобіля. Цей метод підходить для зарядки вдома в нічний час або на робочих місцях, де автомобіль може залишатися підключеним до мережі протягом тривалого часу. Роз'єм J1772 підключається до розетки – NEMA 14-30. Основна перевага такого підходу – низьке навантаження на електромережу та відносно невисокі витрати на обладнання.

Середня зарядка (Fast Charging). Зарядні станції середньої потужності, що працюють у діапазоні від 22 до 44 кВт в залежності від типу роз'єму: Type 1, Type 2 або GB/T. Часто використовуються у громадських місцях, таких як торгові центри, готелі, офісні будівлі. Середня зарядка є оптимальним рішенням для ситуацій, коли водії можуть залишити автомобіль на кілька годин (рис. 7.2).

Швидка зарядка (Rapid Charging). Швидкі зарядні станції DC, потужністю від 20 до 120 кВт дозволяють зарядити акумулятор до 80% за 30-60 хвилин та має додатковий AC конектор потужністю 44 кВт. Це робить їх ідеальними для використання на трасах і магістралях, де водії потребують швидкої підзарядки (рис. 7.3).

Технічне обслуговування зарядних станцій змінного струму. Обслуговування починаються з ретельного візуального огляду зарядного пристрою. Перевіряється наявність будь-яких ознак фізичних пошкоджень, включаючи тріщини в корпусі, нещільно прикріплені дроти або потрапляння води. Перевіряється зарядний кабель на наявність зношення, порізів або перегинів, а також перевіряється штекер на наявність зігнутих контактів або корозії. Наступним етапом є оновлення програмного забезпечення. Виробники часто випускають оновлення програмного забезпечення для станцій зарядки змінного струму, щоб покращити продуктивність, вирішити проблеми безпеки та запровадити нові функції. Для цього встановлюється режим регулярної перевірки та встановлення цих оновлень. Це може включати підключення зарядної станції до Інтернету або використання USB-накопичувача, наданого виробником.

Електричні випробування також є невід'ємною частиною ТО. Використовуються відповідні інструменти для електричних випробувань для вимірювання вихідної напруги та струму зарядної станції змінного струму. Для цього слід переконатися, що вихідна напруга знаходиться в рекомендованому діапазоні, наприклад, 120 В для заряджання рівня 1 або

240 В для заряджання рівня 2. Відхилення напруги можуть сигналізувати про проблеми з електроживленням або компонентами зарядної станції.



Рисунок 7.2 – Сучасна зарядна станція АС на два порти



Рисунок 7.3 – Зарядна станція постійного та змінного струму потужністю до 120 кВт

Технічне обслуговування зарядних станцій постійного струму. В цьому випадку застосовують термічний менеджмент.

Зарядні станції постійного струму виділяють значне тепло під час роботи. Важливо регулярно перевіряти систему охолодження, яка може включати вентилятори або рідинні охолоджувальні елементи. За потреби видаляється пил або сміття з вентиляційних отворів для підтримки належного потоку повітря. Крім того, потрібно слідкувати за температурою внутрішніх компонентів станції. Якщо вона перевищує рекомендовані межі, це може призвести до виходу компонента з ладу.

Модулі живлення в зарядних станціях постійного струму мають вирішальне значення, оскільки вони перетворюють змінний струм на постійний для швидкої зарядки. Для цього перевіряються ці модулі на наявність будь-яких ознак перегріву, таких як зміна кольору або посторонні запахи. Враховуючи, що модулі живлення є складними та дорогими, раннє виявлення потенційних проблем є життєво важливим для запобігання більш серйозним проблемам.

Для оптимальної роботи зарядні станції постійного струму повинні ефективно взаємодіяти з електромобілями (EV) і часто потребують підключення до центральної мережі. Для цього регулярно тестуються канали зв'язку, щоб забезпечити безперебійну передачу даних. Це включає перевірку функціональності з'єднань Wi-Fi, стільникового зв'язку або Ethernet. Якщо зарядній станції не вдається зв'язатися з електромобілем, вона не в змозі розпочати процес заряджання або надавати надійні оновлення статусу заряджання.

Поширені проблеми зарядних станцій занесемо в таблицю 7.1.

Таблиця 7.1 – Поширені проблеми і способи усунення

Несправність	Спосіб усунення
Зарядна станція не вмикається	<p>Для зарядних станцій змінного струму: Почніть з перевірки електричного вимикача, який подає живлення на станцію. Якщо він спрацював, просто скиньте його в початковий стан. Переконайтеся, що шнур живлення надійно підключений з обох кінців. Якщо проблема залишається невирішеною, можливо, внутрішній блок живлення несправний і може знадобитися професійний ремонт.</p>
	<p>Для зарядних станцій постійного струму: Як і у випадку зі станціями змінного струму, спочатку перевірте основне електроживлення та автоматичні вимикачі. Станції постійного струму також можуть мати додаткові запобіжні блокування, які слід перевірити. Якщо плата керування несправна, рекомендується звернутися за допомогою до служби технічної підтримки виробника.</p>
Повільна зарядка	<p>Станції зарядки змінного струму: Коли електромобіль (EV) заряджається повільніше, ніж очікувалося, першим кроком є перевірка налаштувань заряджання автомобіля. Можливо, його налаштовано на заряджання з нижчою швидкістю. Крім того, переконайтеся, що джерело живлення станції має достатню потужність, оскільки падіння напруги може призвести до повільнішої зарядки.</p>
	<p>Зарядні станції постійного струму: Повільна зарядка в системах постійного струму може бути пов'язана зі станом акумулятора електромобіля. Старі або зношені акумулятори можуть мати проблеми з обробкою вищих швидкостей заряджання.</p>
Повідомлення про помилки на зарядній станції	<p>Повідомлення про помилки на зарядних станціях змінного та постійного струму можуть відрізнятися залежно від виробника. Рекомендується звернутися до посібника користувача або відвідати веб-сайт виробника. Поширені проблеми, пов'язані зі зв'язком, часто можна вирішити, просто перезапустивши як зарядну станцію, так і електромобіль (EV).</p>

Інструменти для електричних випробувань зарядних станцій.

Мультиметр. Цей інструмент вимірює напругу, струм та опір. Він має вирішальне значення для оцінки електричних параметрів зарядної станції, підтвердження вихідної напруги та забезпечення цілісності всіх з'єднань.

Струмовимірвальні кліщі. Цей зручний пристрій вимірює струм без необхідності відключення кола. Він особливо корисний для швидкої перевірки струму, що протікає через дріт або коло, під час роботи зарядної станції.

Тестер опору ізоляції. Цей тестер вимірює опір ізоляції електричних компонентів та проводки. Забезпечення відсутності струму витoku та цілісності ізоляції є важливим для запобігання ураженню електричним струмом та коротким замиканням.

Тепловізор. Цей пристрій відіграє вирішальну роль у виявленні гарячих точок в електричних компонентах зарядної станції. Перегрів може свідчити про потенційні проблеми, такі як нещільні з'єднання або несправні компоненти. Використовуючи тепловізор, техніки можуть виявити ці проблеми на ранній стадії, допомагаючи запобігти поломкам.

Ручні інструменти: викрутки, гайкові ключі, плоскогубці.

Діагностичне програмне забезпечення та кабелі.

Засоби безпеки. Гумові рукавички, необхідні для захисту техніків від ураження електричним струмом та летючих уламків, забезпечують ізоляцію, а захисні окуляри захищають очі від потенційних небезпек під час виконання робіт з технічного обслуговування.

Заземлювальне обладнання. Заземлюючі стрічки та вимикачі замикання на землю (GFCI) мають вирішальне значення для забезпечення безпеки техніків та запобігання електричним травмам. Заземлюючі стрічки знімають статичну електрику, тоді як GFCI швидко відключають живлення у разі замикання на землю, підвищуючи загальну безпеку під час експлуатації.

Правильне обслуговування зарядних станцій змінного та постійного струму для електромобілів включає регулярні візуальні огляди, оцінку електричних систем та перевірку програмного забезпечення. Завдяки такому підходу до технічного обслуговування та ознайомленню з усуненням поширених проблем, оператори зарядних станцій можуть забезпечити безперебійну зарядку для власників електромобілів.

Завдання

Розрахувати кількість і потужність зарядних станцій для мережі електромобілів.

Вихідні дані до роботи:

N – орієнтовна кількість електромобілів у місті, шт.,

L_{cp} – середній пробіг одного авто на добу, км.,

E – середнє енергоспоживання одним авто на добу, кВт·год./100 км,

C – середня ємність акумулятора, кВт·год,

k – частка заряджуваних авто, %,

t_3 – час зарядки, год.

Варіант згідно списку групи вибирається з таблиці 8.2.

Таблиця 8.2 – Вихідні дані до розрахунку

Цифри порядкового номера списку групи											
десятки	одиниці	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
N, шт		1000	900	800	750	700	600	500	400	300	250
	L _{ср} , км	50	60	70	75	90	100	110	120	100	120
E, кВт·год./100 км		18	20	22	18	20	24	22	20	22	18
C, кВт·год		60	70	75	60	45	50	55	40	70	60
	k, %	80	75	85	90	70	85	90	80	90	95
t _{зАС} , ГОД (повільна)		6	7	8	6	5	5	5,5	4	7	6
	t _{зDC} , ГОД (швидка)	0,5	0,5	0,75	0,5	0,4	0,4	0,5	0,4	0,5	0,5
структура зарядки (α) (АС), %		70	75	80	65	85	60	90	75	80	85
	структура зарядки (β) (DC), %	30	25	20	35	15	40	10	25	20	15

7.2 Методичні вказівки до виконання

Визначаємо добову потребу в електроенергії.

Кількість авто, що заряджаються щодня:

$$N' = kN. \quad (7.1)$$

Споживання енергії одним авто на добу:

$$E_{\text{доб}} = E \cdot L_{\text{ср}}. \quad (7.2)$$

Загальна добова потреба:

$$E_{\Sigma} = E_{\text{доб}} \cdot N'. \quad (7.3)$$

Визначимо розподіл між типами зарядних станцій:

АС:

$$E_{\Sigma AC} = E_{\Sigma} \cdot \alpha. \quad (7.4)$$

DC:

$$E_{\Sigma DC} = E_{\Sigma} \cdot \beta. \quad (7.5)$$

Розрахуємо кількість зарядних станцій

Приймаємо потужність однієї АС-станції: $P_{AC} = 10$ кВт.

Енергія за 1 зарядну сесію:

$$E'_{\Sigma AC} = P_{AC} \cdot t_{зАС}. \quad (7.6)$$

Кількість АС-станцій:

$$n_{AC} = \frac{E_{\Sigma AC}}{E'_{\Sigma AC}}. \quad (7.7)$$

Приймаємо потужність однієї DC-станції: $P_{DC} = 50$ кВт.

Енергія за 1 сесію:

$$E'_{\Sigma DC} = P_{DC} \cdot t_{3DC}. \quad (7.8)$$

Кількість DC-станцій:

$$n_{DC} = \frac{E_{\Sigma DC}}{E'_{\Sigma DC}}. \quad (7.9)$$

Сумарна встановлена потужність

АС:

$$P_{\Sigma AC} = P_{AC} \cdot n_{AC}. \quad (7.10)$$

DC:

$$P_{\Sigma DC} = P_{DC} \cdot n_{DC}. \quad (7.11)$$

Загальна потужність:

$$P_{\Sigma} = P_{\Sigma AC} + P_{\Sigma DC}. \quad (7.12)$$

Контрольні питання

1. Що таке зарядна станція для електромобілів і які її основні функції?
2. Які основні типи зарядних станцій існують (АС, DC) та в чому їх відмінності?
3. Які фактори впливають на вибір типу зарядної станції для автопарку електромобілів?
4. Які стандарти зарядних роз'ємів застосовуються для електромобілів?
5. Які основні елементи зарядної станції потребують регулярного технічного обслуговування?
6. Як часто проводиться технічний огляд зарядних станцій і від чого це залежить?
7. Які типові несправності зарядних станцій та способи їх усунення?
8. Які вимоги з електробезпеки необхідно дотримуватися під час обслуговування зарядних станцій?
9. Яку роль відіграє програмне забезпечення в експлуатації та обслуговуванні зарядних станцій?
10. Які вихідні дані необхідні для розрахунку кількості зарядних станцій для електромобілів?
11. Які заходи дозволяють зменшити навантаження на електромережу під час масового заряджання?
12. Як використання систем керування навантаженням (Smart Charging) впливає на загальну потужність зарядних станцій?

Список використаної літератури

1. Артюх О. М., Дударенко О. В., Кузьмін В. В. та ін. Електронні системи керування транспортними засобами : навч. посіб. / Запоріжжя : НУ «Запорізька політехніка», 2021. 556 с.
2. Мигаль В.Д., Корогодський В.А., Воронков О.І., Нікітченко І.М. Практичні основи діагностування автомобільних двигунів. Навчальний посібник. Харків, ХНАДУ, 2021. 412 с.
3. Nam Kwang Hee. AC motor control and electrical vehicle applications. Boca Raton, FL : CRC Press, 2021. 575 p.
4. Xiong Rui, Welxiang Shen. Advanced battery management technologies for electric vehicles. West Sussex, UK : John Wiley & Sons Ltd., 2022. 390 p.
5. Zhongjing Ma. Decentralized charging coordination of large-scale plug-in electric vehicles in power systems. Cham, Switzerland : Springer Nature, 2020. 252 p.
6. Бевз О.В., Магопець С.О., Красота М.В., Осін Р.А., Шепеленко І.В.. «Новітні методи та технології експлуатації автомобілів». Методичні вказівки до виконання практичних робіт для магістрантів спеціальності 274 «Автомобільний транспорт». Кропивницький: ЦНТУ, 2023. 31 с.
7. Чернета О.Г. Конспект лекцій з дисципліни «Технічна експлуатація автомобілів» для здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) рівня денної та заочної форми навчання за напрямом 274 «Автомобільний транспорт». Кам'янське, ДДТУ, 2024. 53 с.

Т-38

Технічне обслуговування електронних систем автомобілів. Методичні вказівки до практичних занять для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти освітньої програми «Автомобільна електроніка» галузі знань 17 (G5) Електроніка, автоматизація та електронні комунікації спеціальності 171 Електроніка (Електроніка, електронні комунікації, приладобудування та радіотехніка) денної та заочної форм навчання / уклад. В. В. Лишук, Луцьк: ЛНТУ, 2026. 64 с.

Комп'ютерний набір
Редактор

В. В. Лишук
В. В. Лишук

Підп. до друку “___” _____ 2026 р.
Формат 60x84/16.
Папір офс. Гарн. Таймс.
Ум. друк. арк.4,0. Обл.-вид. арк.3,5.
Тираж ___ прим. Зам. _____.

Відділ іміджу та промоції
Луцького національного технічного університету
43018 м. Луцьк, вул. Львівська, 75
Друк – ВІП Луцького НТУ

