

Міністерство освіти і науки України  
Відокремлений структурний підрозділ “Тернопільський фаховий коледж  
Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя”  
(повне найменування вищого навчального закладу)

Телекомунікацій та електронних систем

(назва відділення)

Електричних та електронних систем автомобілів

(повна назва циклової комісії)

## ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА до кваліфікаційної роботи

Фаховий молодший бакалавр

(освітньо-професійний ступінь)

на тему: **Удосконалення технологічного процесу технічного обслуговування  
і ремонту генератора DAN930 автомобіля Ford Focus II  
в умовах Zaklad Usługowo-Handlowy Elwiko (Польща)**

Виконав: студент IV курсу, групи EA-425ск

напряму підготовки (спеціальності)

**141 «Електроенергетика, електротехніка та  
електромеханіка»**

**«Обслуговування і ремонт електричних та  
електронних систем автомобілів»**

(освітньо-професійна програма)

**Пестрак О.М.**

(прізвище та ініціали)

Керівник

**Воробець В.Ю.**

(прізвище та ініціали)

Рецензент

(прізвище та ініціали)

ВІДОКРЕМЛЕНИЙ СТРУКТУРНИЙ ПІДРОЗДІЛ  
«ТЕРНОПІЛЬСЬКИЙ ФАХОВИЙ КОЛЕДЖ  
ТЕРНОПІЛЬСЬКОГО НАЦІОНАЛЬНОГО ТЕХНІЧНОГО УНІВЕРСИТЕТУ  
ІМЕНІ ІВАНА ПУЛЮЯ»

Відділення телекомунікацій та електронних систем

Циклова комісія електричних та електронних систем автомобілів

Кваліфікація і освітньо – професійний ступінь: фаховий молодший бакалавр з  
електроенергетики, електротехніки  
та електромеханіки

Галузь знань: 14 Електрична інженерія

Спеціальність: 141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка

Освітня програма: Обслуговування і ремонт електричних та електронних систем  
автомобілів

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Голова циклової комісії  
Електричних та електронних  
систем автомобілів

\_\_\_\_\_ Руслан ЗАВЕРУХА  
14 квітня 2026 року

**З А В Д А Н Н Я № 05**

**НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТА  
ГРУПА ЕА-425ск**

\_\_\_\_\_ Пестрака Олександра Миколайовича \_\_\_\_\_

1. Тема кваліфікаційної роботи: Удосконалення технологічного процесу технічного обслуговування і ремонту генератора DAN930 автомобіля Ford Focus II в умовах Zaklad Usługowo-Handlowy Elwiko (Польща)

Керівник кваліфікаційної роботи: Воробець В.Ю.

Затверджені наказом ВСП “Тернопільський фаховий коледж ТНТУ імені Івана Пулюя” від 27.02.2026р. №4/9-131

2. Строк подання студентом кваліфікаційної роботи: 22 червня 2026 року

3. Вихідні дані до кваліфікаційної роботи: Технічна характеристика генератора DAN930 автомобіля Ford Focus II. Типовий ТП ремонту генератора DAN930 автомобіля Ford Focus . Аналіз технологічного забезпечення ремонтної зони підприємства. Техніко-експлуатаційні показники ремонту зони. Технічні характеристики ремонтного обладнання та оснастки.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити): Загальний розділ. Технологічний розділ. Конструкторський розділ. Економічний розділ. Охорона праці.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень):

1. План електротехнічної ділянки. Операційна карта випробування генератора. Схема підключення при випробуванні (разом ф.-А1).

2. Схема ТП на ділянці. Робочі характеристики генератора (разом ф.-А1).

3. Генератор (СК)(ф.-А1).

4. Стенд для перевірки генераторів (ВЗ)(ф.-А1).

5. Схема ТП ремонту генератора (ф.-А1).

6. Консультанти розділів кваліфікаційної роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Економічний розділ			
Охорона праці			

7. Дата видачі завдання 14 квітня 2026 р.

### КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів кваліфікаційної роботи	Примітка
1	Загальний розділ	22.05.2026	
2	Технологічний розділ	29.05.2026	
3	Конструкторський розділ	05.06.2026	
4	Виконання графічної частини	12.06.2026	
5	Економічний розрахунок	19.06.2026	
6	Розробка заходів з охорони праці	22.06.2026	
7	Представлення кваліфікаційної роботи до захисту	23.06.2026	

Студент

\_\_\_\_\_ (підпис)

Олександр ПЕСТРАК

Керівник кваліфікаційної роботи

\_\_\_\_\_ (підпис)

Володимир ВОРОБЕЦЬ

## ЗМІСТ

<b>ВСТУП.....</b>	<b>6</b>
<b>1 ЗАГАЛЬНИЙ РОЗДІЛ.....</b>	<b>7</b>
1.1 Характеристика автомобіля Ford Focus II.....	7
1.2 Опис конструкційних особливостей та умов роботи вузла.....	9
1.3 Характеристики генераторної установки DAN 930.....	12
<b>2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ.....</b>	<b>16</b>
2.1 Основні несправності генератора DAN 930.....	16
2.2 Діагностика системи зарядки на автомобілі.....	17
2.3 Демонтаж генератора DAN 930.....	18
2.4 Технологічні процеси ТО, діагностики і ремонту генератора.....	21
2.4.1 Розбирання генератора.....	21
2.4.2 Діагностика обмоток ротора і статора генератора.....	24
2.4.3 Діагностика випрямного блоку генератора.....	26
2.4.4 Перевірка регулятора напруги.....	27
2.4.5 Діагностика генератора на стенді.....	28
2.5 Операції технологічного процесу ремонту генератора DAN930.....	28
2.6 Вибір обладнання і оснащення для проведення операцій технологічного процесу ремонту.....	29
2.7 Розрахунок енергетичних втрат і ККД генератора DAN 930.....	31
<b>3 КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ.....</b>	<b>36</b>
3.1 Опис існуючих пристроїв та стендів для ремонту і діагностики генераторів.....	36
3.2 Обґрунтування доцільності розробки стенду.....	40
3.3 Будова та принцип дії стенду для діагностики параметрів генераторів.....	41

					<i>КРФМБ.425.05.00.00.000ПЗ</i>			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>		Пестрак О.М.			Удосконалення технологічного процесу технічного обслуговування і ремонту генератора DAN930 автомобіля Ford Focus II в умовах Zaklad Uslugowo-Handlowy Elwiko (Польща)	<i>Лит.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркуше</i>
<i>Перевір.</i>		Воробець В.Ю.					4	62
<i>Реценз.</i>						<i>ВСП «ТФК ТНТУ» ЕА-445</i>		
<i>Н. Контр.</i>								
<i>Затверд.</i>								

3.4	Перевірковий розрахунок деталі стенду на міцність.....	42
<b>4</b>	<b>ЕКОНОМІЧНИЙ РОЗДІЛ.....</b>	<b>44</b>
4.1	Визначення вартості ремонту при використанні пристрою.....	44
4.2	Заходи по економії матеріальних затрат та енергетичних ресурсів.....	46
4.3	Визначення вартості ремонту без використання пристрою.....	46
4.4	Розрахунок економічної ефективності впровадження пристрою....	48
<b>5</b>	<b>ОХОРОНА ПРАЦІ.....</b>	<b>50</b>
5.1	Техніка безпеки та охорона праці під час обслуговування електроустаткування автомобіля.....	50
5.2	Розрахунок штучного освітлення.....	56
	<b>ВИСНОВКИ.....</b>	<b>59</b>
	<b>ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ.....</b>	<b>60</b>
	<b>ДОДАТКИ.....</b>	<b>62</b>

## ВСТУП

Ford Motor Company (NYSE: F) – американська автомобілебудівна компанія, виробник автомобілів марки «Форд». У 1903 компанію заснував Генрі Форд; штаб-квартира розташована в місті Дірборн (штат Мічиган). Компанія здобула популярність, коли першою в світі застосувала поточний метод виробництва: класичний автоскладальний конвеєр. Президент – Алан Мулаллі. [6 с.56]

Ford є четвертим автовиробником у світі за обсягами випуску після Toyota, General Motors і Volkswagen. У 2005 компанією (разом з контрольованими марками) було продано 6,8 млн. машин. Виручка в 2005 склала \$178,1 млрд., чистий збиток - \$1,6 млрд. [7 с.56]

У [1872](#) році [син](#) ірландського іммігранта впав з коня під час роботи на фермі свого батька біля міста [Дірборн](#) (штат [Мічиган](#), [США](#)). Саме в цей день він вирішив створити такий транспортний засіб, який не завдавав би страждань і був би надійнішим, ніж транспортні засоби з використанням сили тварин. Цим наїзником-невдахою був Генрі Форд (Henry Ford). [8 с.87]

Компанія Ford Motor з'явилася в [1903](#) році. Її засновниками були дванадцять бізнесменів зі штату Мічиган на чолі з Генрі Фордом, який тримав 25,5% акцій підприємства і посідав посади віце-президента і головного інженера компанії. Під автомобільний завод була переобладнана колишня фургонна фабрика на Мек Авеню в [Детройті](#). Бригади, що склалися з двох-трьох робітників, під безпосереднім керівництвом Форда збирали автомобілі із запчастин, які виготовлялися на замовлення іншими підприємствами. [4 с.67]

Перший автомобіль компанії був проданий [23 липня](#) 1903 року. Першим транспортним засобом Ford стала «бензинова коляска» з приводом від двигуна потужністю 8 [к.с.](#), яку назвали [Model A](#). Автомобіль був описаний як «найдосконаліша машина на ринку, якою здатен керувати навіть 15-річний хлопчик». [5 с.45]

					<i>КРФМБ.425.05.00.00.000ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		6

# 1 ЗАГАЛЬНИЙ РОЗДІЛ

## 1.1 Характеристика автомобіля Ford Focus II



Рисунок 1.1 – Загальний вигляд автомобіля Ford Focus II

Друге покоління Ford Focus II дебютувало у вересні 2004 року на Паризькому автосалоні. Виробництво автомобіля спочатку почалося в жовтні 2004 року на головному заводі для Focus в Саарлуї (Німеччина) і у Валенсії (Іспанія), навесні 2005 року — у Росії (завод у Всеволожську), в КНР і на Тайвані. Базою автомобіля є платформа концерну Ford-C1, яка вже дала життя таким моделям як Ford Focus C-Max, Mazda 3 і Volvo S40/V50. Візуально він виглядає солідніше попередника. І справа тут не тільки в кузовній стилістиці. Друге покоління ширше і довше (на 50 мм) від першого. Колісна база збільшена на 25 мм, колія — на 40 мм. Колеса тепер — на 15, 16 або 17 дюймів. Ось чому в салоні так просторо навіть заднім пасажиром. А похилий дах, що додає зовнішності автомобіля стрімкість, знаходиться досить високо над головами пасажирів. Новий Ford Focus II пропонується з кузовами 3-дв. і 5-дв. хечбеків, седана і універсала в чотирьох фіксованих комплектаціях: [9]

- Ambiente (подушка безпеки водія, центральний замок, іммобілайзер, регулювання рульової колонки по вильоту і куту нахилу);

					<i>КРФМБ.425.05.00.00.000ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		7

- Comfort (додатково кондиціонер з режимом циркуляції повітря та електропривод);

- Trend (додатково бортовий комп'ютер, протитуманні фари і покращений інтер'єр);

- Chia (додатково оздоблення салону алюмінієм і шкірою, повний набір подушок безпеки, включаючи бічні, центральний замок з дистанційним керуванням, охолоджуваний ящик-бардачок, магнітолу Sony та ін.). [9]

Гамма двигунів: 1,4 л R4 16 V (80 к.с.); 1,6 л R4 16V (100 л.с.); 1,6 л R4 16V Duratec Ti-VCT із змінними фазами газорозподілу (115 к.с.); 2,0 л R4 16V (145 л.с.) і турбодизель Duratorq 1,8 л R4 16V (115 л.с.). Вибір КП — 5-ступінчаста «механіка» (дві моделі, IB5 і MTX75) або 4-ступінчастий адаптивний «автомат» Durashift-ECT (тільки для 1,6 л). Focus II оснащують також турбодизелями TDCi обсягом 1,6 л R4 16V у версіях 90 к.с. або 109 к.с., а також 2,0 л R4 16V 136 к.с. [9]

Об'єм багажника зріс на 10% до 385 літрів (1245 літрів при складених сидіннях) на хетчбеку і до 475 літрів (1525 літрів при складених сидіннях) на універсалі. [9]

Безпеку забезпечують: бічні фіранки і надувні подушки безпеки, які надуваються від передньої до задньої стійки. У рейтингу Euro NCAP Focus II визнано найбезпечнішим автомобілем у класі. [9]

У 2008 році Ford Focus II піддали рестайлінгу. В автомобілі змінили фари, капот, крила, бампери та дзеркала. [9]

Модернізований Focus також багатий на нові функції і додаткове обладнання. Зручна горловина паливного бака без кришки – EasyFuel – допоможе уникнути помилок при заправці, а система попередження про низький тиск – заздалегідь дізнатися про можливі проблеми з шинами. У салоні передбачена розетка живлення 230 В, до якої можна підключати різне електрообладнання. Нова аудіосистема Sony відрізняється чудовою якістю звучання, а крім цього, пропонує можливість прослуховувати файли формату MP3 і підключати до системи мобільний телефон через Bluetooth®,

					<i>КРФМБ.425.05.00.00.000ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		8

встановлюючи таким чином гучний зв'язок. Доповнюють картину світлодіодні задні ліхтарі, що створюють унікальний візуальний ефект. [9]

Лінійка моторів рестайлінгового Ford Focus, не зазнала особливих змін: автомобіль оснащуватиметься бензиновими агрегатами 1.4 (80 к.с.), 1.6 (100 і 115 к.с.), 1.8 (125 к.с.) і 2.0 (145 к.с.). Турбодизельний мотор один – об'ємом 1,8 л і потужністю 115 к.с. [9]

Система безпеки автомобіля отримала найвищий 5-зірковий рейтинг на тестах Euro NCAP в категорії «безпека дорослих пасажирів». Такий високий рівень безпеки забезпечує вражаючий набір передових технологій у тому числі інтелектуальна система безпеки (IPS). Технології освітлення, застосовані в новому Focus, роблять нічний водіння впевненіше та безпечніше. На автомобіль можна встановити фари, які включаються автоматично, як тільки стає темно, а також біксенонові фари, або адаптивну систему головного освітлення. Адаптивна система головного освітлення автоматично зміщує світловий пучок у горизонтальній площині в залежності від швидкості руху автомобіля і кута повороту рульового колеса. Це означає, що при повороті керма фари повертаються, висвітлюючи саме дорогу, а не навколишній пейзаж. Таке освітлення особливо ефективно на віражах. Воно покращує видимість вигинів дороги і робить водіння безпечнішим. У той же час, нові світлодіодні задні ліхтарі, що йдуть в комплекті з біксеноновими фарами або адаптивної системою головного освітлення, загоряються швидше і світять яскравіше, ніж звичайні лампи розжарювання. Це робить автомобіль помітніше для інших водіїв. [9]

## **1.2 Опис конструкційних особливостей та умов роботи вузла**

Особливості конструкції електрообладнання на автомобілі Ford Focus 2.

На автомобілі Ford Focus 2 застосовують електрообладнання постійного струму номінальною напругою 12 В. Електрообладнання автомобіля виконано за однопровідною схемою: негативні виводи джерел та споживачів

					<i>КРФМБ.425.05.00.00.000ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		9



підвищує вихідну напругу генератора при низькій температурі навколишнього повітря для більш ефективної підзарядки акумуляторної батареї, відключає генератор при пуску двигуна та збільшує частоту обертання колінчастого валу двигуна на холостому ході при великому електричному навантаженні на генератор. При виникненні будь-яких несправностей системи електропостачання і при включенні запалювання при не працюючому двигуні, блок управління двигуном включає сигнальну лампу розряду акумуляторної батареї. [10]

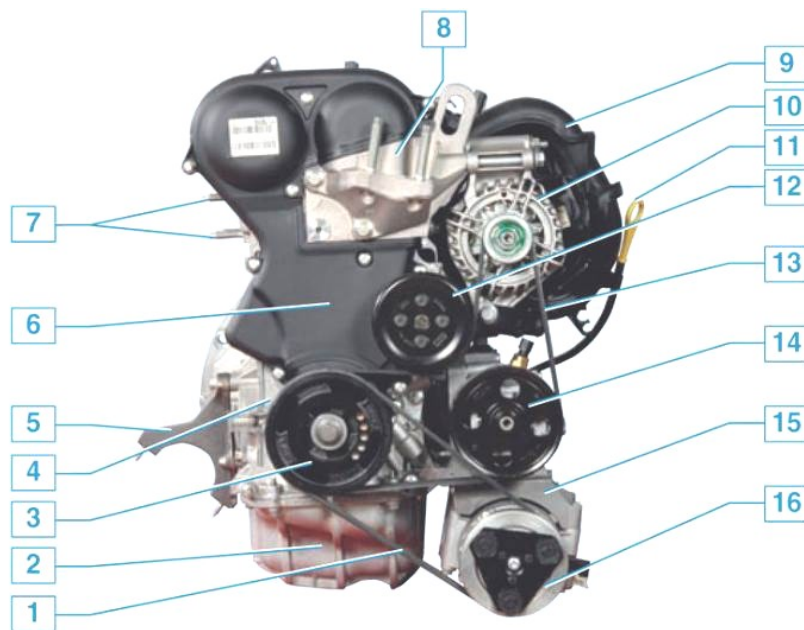


Рисунок 1.3 – Двигун Duratec 1.6 Форд Фокус 2 (вид праворуч по ходу автомобіля при знятому катколекторі):

1 - ремінь приводу компресора кондиціонера; 2 - піддон картера; 3 - шків приводу допоміжних агрегатів; 4 - блок циліндрів; 5 - кронштейн проміжної опори приводу правого колеса; 6 - верхня передня кришка приводу ГРМ; 7 - шпильки кріплення катколектора; 8 - кронштейн правої опори силового агрегату; 9 - впускний трубопровід; 10 - генератор; 11 - показчик рівня олії; 12 - шків насоса охолоджуючої рідини; 13 - ремінь приводу допоміжних агрегатів; 14 - шків насоса гідропідсилювача керма; 15 - кронштейн компресора кондиціонера; 16 - компресор кондиціонера. [10]

					<i>КРФМБ.425.05.00.00.000ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		11

### 1.3 Характеристики генераторної установки DAN 930

Основною характеристикою генераторної установки є її струмошвидкісна характеристика (СШХ), тобто залежність струму, що віддає генератором у мережу, від частоти обертання його ротора при постійній величині напруги на силових виводах генератора. Характеристика ця визначається при роботі генераторної установки в комплекті з повністю зарядженою акумуляторною батареєю з номінальною ємністю вираженої в А•год., що становить не менш 50% номінальної сили струму генератора. Характеристика може визначатися в холодному й нагрітому станах генератора. При цьому під холодним станом розуміється таке, при якому температура всіх частин і вузлів генератора дорівнює температурі навколишнього середовища, величина якої повинна бути  $23 \pm 5$  °С. Температура повітря визначається в крапці на відстані 5 см від повітрязбірника генератора. Оскільки генератор під година зняття характеристики нагрівається за рахунок виділюваних у ньому втрат потужності, то методично важко зняти СШХ у холодному стані й більшість фірм приводить струмошвидкісні характеристики генераторів у нагрітому стані, тобто в стані при якому вузли й деталі генератора нагріті в кожній обумовленій крапці до сталої величини за рахунок виділюваних у генераторі втрат потужності при зазначеній вище температурі охолодного повітря. Діапазон зміни частоти обертання при знятті характеристики укладений між мінімальною частотою, при якій генераторна установка розвиває силу струму 2 А (близько 1000 хв.) і максимальної. Зняття характеристики здійснюється з інтервалом 500 до 4000 хв. і 1000 хв. при більше високих частотах. Деякі фірми приводять струмошвидкісні характеристики, певні при номінальній нарузі, тобто при 14В, характерному для легкових автомобілів. Однак зняти такі характеристики можливо тільки з регулятором спеціально перебудованому на високий рівень підтримки напруги. Щоб запобігти роботі регулятора напруги при знятті струмошвидкісної характеристики, її

					<i>КРФМБ.425.05.00.00.000ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		12

визначають при напругах  $U_t=13,5\pm 0,1\text{В}$  для 12 – вольтової бортової системи. Допускається й прискорений метод визначення струмошвидкісної характеристики, що вимагає спеціального автоматизованого стенда, при якому генератор прогрівається протягом 30 хв. при частоті обертання 3000 хв., що відповідає цій частоті, силі струму й зазначеній вище напрузі. Година зняття характеристики не повинна перевищувати 30 і при постійно мінливій частоті обертання. Струмошвидкісна характеристика має характерні крапки, до яких ставляться: [11]

$n_0$  – початкова частота обертання без навантаження. Оскільки звичайно зняття характеристики починають зі струму навантаження (близько 2А), то ця крапка виходить екстраполяцією знятої характеристики до перетинання з віссю абсцис. [11]

$n$  – мінімальна робоча частота обертання, тобто частота обертання, приблизно відповідній частоті холостого ходу двигуна. Умовно приймається,  $n = 1500$  хв. Цій частоті відповідає струм  $I_L$ . Фірма Bosch для "компактних" генераторів прийняла  $n=1800$  хв. Звичайно  $I_L$  становить 40...50% номінального струму. [11]

$n$  – номінальна частота обертання, при якій виробляється номінальний струм  $I_R$ . Ця частота обертання прийнята  $n = 6000$  хв.,  $I_R$  – найменша сила струму, що генераторна установка повинна виробити при частоті обертання  $n$ . [11]

$N_{\text{MAX}}$  – максимальна частота обертання. При цій частоті обертання генератор виробляє максимальну силу струму  $I_{\text{MAX}}$ . Звичайно максимальна сила струму мало відрізняється від номінальної  $I_R$  (не більше ніж на 10%). Фірми приводять у своїх інформаційних матеріалах в основному тільки характерні крапки струмошвидкісної характеристики. Однак для генераторних установок легкових автомобілів з достатнім ступенем точності можна визначити струмошвидкісну характеристику по відомій номінальній величині сили струму і характеристиці по рисунку 1.5, де величини сили струму генератора дані стосовно її номінальної величини. [11]

					<i>КРФМБ.425.05.00.00.000ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		13

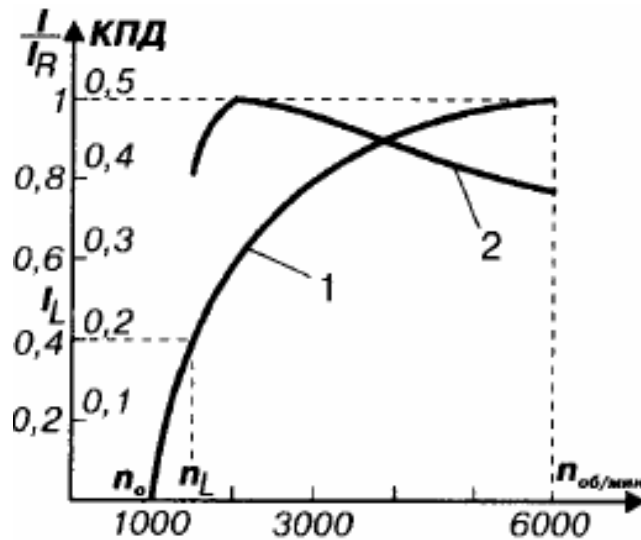


Рисунок 1.4 – Вихідні характеристики автомобільних генераторів:

1 – струмошвидкісна характеристика.

2 – ККД по крапках струмошвидкісної характеристики.

Крім характеристики генераторну установку характеризує ще й частота самозбудження. При роботі генератора на автомобілі в комплекті з акумуляторною батареєю генераторна установка повинна самозбуджуватися при частоті обертання двигуна меншій, ніж частота обертання його холостого ходу. При цьому, звичайно, у схему повинні бути включена лампа контролю працездатного стану генераторної установки потужністю, обговореної для неї фірмою виготовлювачем генератора й паралельно їй резистори, якщо передбачені схемою. Іншою характеристикою, по якій можна представити енергетичні здатності генератора, тобто визначити величину потужності, що забирає генератором від двигуна, є величина його коефіцієнта корисної дії (ККД), обумовленого в режимах відповідним крапкам струмошвидкісна характеристика (рисунок 1.5), величина ККД по рисунку 1.5 наведена для орієнтування, тому що вона залежить від конструкції генератора – товщини пластин, з яких набраний статор, діаметра контактних кілець, підшипників, опору обмоток і т.п., але, головним чином, від потужності генератора. Чим генератор потужніший, тим його ККД вище. [12]

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

КРФМБ.425.05.00.00.000ПЗ

Арк.

14

Генераторну установку характеризує діапазон її вихідної напруги, при зміні в певних межах частоти обертання, сили струму навантаження й температури. Звичайно в проспектах фірм вказується напруга між силовим виводом "+" і "масою" генераторної установки в контрольній крапці або напруга налаштування регулятора при холодному стані генераторної установки частоті обертання 6000 хв., навантаженню силою струму 5А і роботі в комплекті з акумуляторною батареєю, а також термокомпенсація зміна регульованої напруги залежно від температури навколишнього середовища. Термокомпенсація вказується у вигляді коефіцієнта, що характеризує зміну напруги при зміні температури навколишнього середовища на  $\sim 1^{\circ}\text{C}$ . Як було показано вище, з ростом температури напруга генераторної установки зменшується. Для легкових автомобілів деякі фірми пропонують генераторні установки з наступною напругою настроювання регулятора й термокомпенсацією: [11]

Напруга налаштування, В  $14,1 \pm 0,1$   $14,5 \pm 0,1$

Термокомпенсація, мВ.  $37 \pm 1,5$  –  $10 \pm 2$

Нижче приводяться основні характеристики й особливості конструкції генераторів закордонних фірм. Варто пам'ятати, що під генератором фірми мають на увазі генераторну установку, тобто генератор у комплекті з вбудованим у нього регулятором напруги. [11]

					<i>КРФМБ.425.05.00.00.000ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		15

## 2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ

### 2.1 Основні несправності генератора DAN 930

Таблиця 2.1 – Ознаки несправностей генератора, їх причини і способи усунення [13]

Причина несправності генератора	Спосіб усунення і ремонт
При включенні запалювання не світиться лампа зарядки акумулятора	
Обрив дроту між блоком керування двигуном і сигнальною лампою зарядки акумулятора	Усунути обрив
Перегоріла сигнальна лампа зарядки акумулятора	Замінити лампу
Лампа зарядки акумулятора світиться після запуску двигуна	
Недостатній натяг ременя генератора і приводу допоміжних агрегатів	Замінити ремінь генератора
Несправний генератор (щітки генератора зношені або нещільно прилягають до контактних кілець, згоріла обмотка збудження генератора, несправний біодний міст або регулятор напруги)	Замінити або відремонтувати генератор
Обрив дроту між блоком керування двигуном і генератором, між генератором і акумуляторною батареєю або між генератором і монтажним блоком в салоні	Усунути обрив
Несправний ЕБК (електронний блок керування) двигуном	Замінити ЕБК двигуном
Несправний монтажний блок в салоні	Замінити монтажний блок

Продовження таблиці 2.1

					<i>КРФМБ.425.05.00.00.000ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		16

Генератор не забезпечує зарядку акумулятора [13]	
Окислення клем акумулятора	Зачистити, закріпити і змастити наконечники проводів і клем акумулятора технічним вазеліном
Несправний акумулятор	Замінити акумулятор
Погана натяжка ремня генератора і приводу допоміжних агрегатів	Замінити ремінь генератора і приводу допоміжних агрегатів
Несправний монтажний блок в салоні	Замінити монтажний блок
Несправний регулятор напруги генератора або ЕБК двигуном	Замінити регулятор напруги або ЕБК двигуном
Перезаряд акумулятора	
Несправний регулятор напруги генератора або ЕБК двигуном	Замініть регулятор напруги генератора або ЕБК двигуном
Підвищене падіння напруги в ланцюгу генератор - акумулятор	Перевірити, зачистити, підтягнути або замінити контактні з'єднання у вимикачі (замкові) запалювання, монтажних блоках запобіжників і реле, роз'ємах, перевірити з'єднання корпусу генератора з «масою»

## 2.2 Діагностика системи зарядки на автомобілі

Найпростіший та найшвидший метод перевірки роботи генератора на автомобілі можна виконати за допомогою мультиметра. Для цього включаємо тестер в режим (DC) постійної напруги, чіпляємо один щуп на акумулятор до плюса, другий також, але до мінуса. Далі, якщо все в робочому стані, то ми повинні побачити напругу 12,3...12,4В. Потім ці ж операції виконуються на працюючому двигуні, але напруга повинна становити 14,3...14,5В. Після чого додаємо навантаження, можна включити фари, обігрів заднього скла - напруга на вольтметрі буде показувати вже 13,9...14,0В. [14]

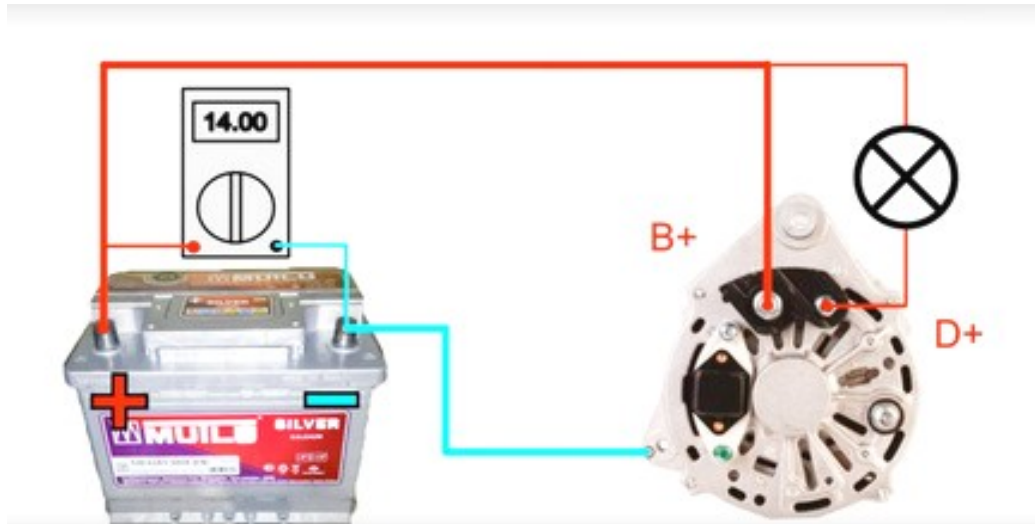


Рисунок 2.1 – Схема підключення мультиметра

### 2.3 Демонтаж генератора DAN 930

В курсовому проєкті розглядається автомобіль із двигуном Duratec 1.6л, тому для демонтажу генератора знадобляться: ключі "на 8", "на 12" та TORX E10. 1. Від'єднати кабель від клеми мінус акумуляторної батареї;

2. Викрутити болт кріплення бачка гідропідсилювача рульового керування та відсунути бачок убік (див. рис. 2.2); [14]

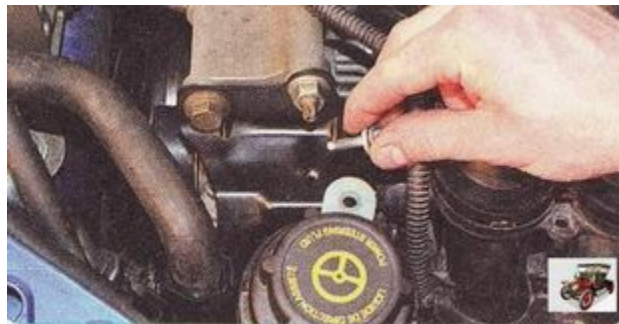


Рисунок 2.2 – Демонтаж бачка

3. Зняти захисний ковпачок генератора (див. рис. 2.3);

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

КРФМБ.425.05.00.00.000ПЗ

Арк.

18



Рисунок 2.3 – Зняття захисного ковпачка

4. Відкрутити гайку кріплення та від'єднати наконечник дроту від виходу генератора, стиснути фіксатор та від'єднати роз'єм джгута дротів від генератора (див. рис. 2.4); [14]

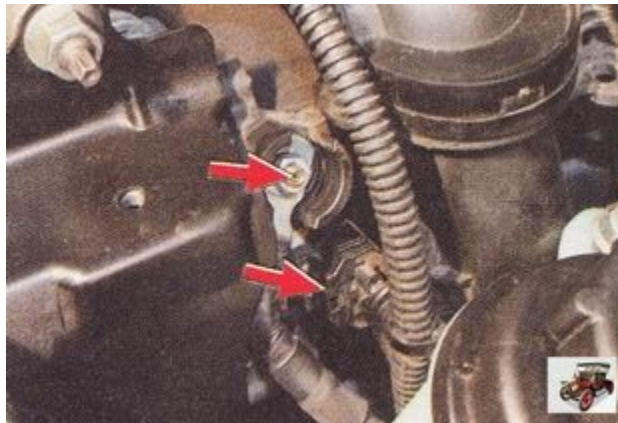


Рисунок 2.4 – Від'єднання проводки від генератора

5. Відкрутити гайку (див. рис. 2.5) кріплення генератора;

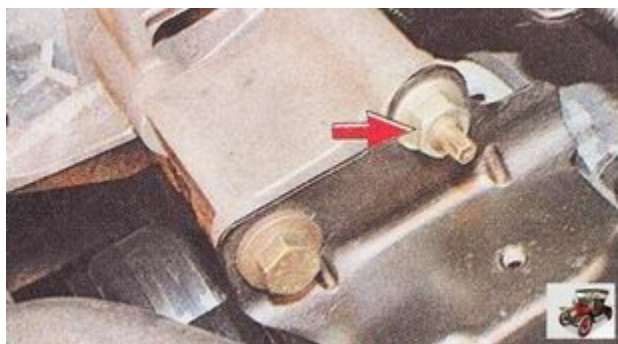


Рисунок 2.5 – Гайка кріплення генератора

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

КРФМБ.425.05.00.00.000ПЗ

Арк.

19

6. Відкрутити верхній болт кріплення генератора та зняти захисний щиток (див. рис. 2.6); [14]



Рисунок 2.6 – Болт кріплення генератора

7. Зняти ремінь приводу допоміжних агрегатів;

8. Відкрутити нижній болт кріплення генератора, шпильку і вийняти генератор із моторного відсіку; [14]



Рисунок 2.7 – Знятий генератор

9. Встановлюється генератор у порядку, зворотному зняттю, при цьому при потребі замінюється новим ремінь приводу допоміжних агрегатів. [14]



Рисунок 2.8 – Реміні привожу допоміжних агрегатів

## 2.4 Технологічні процеси ТО, діагностики і ремонту генератора

### 2.4.1 Розбирання генератора

Розбирати генератор Форд Фокус 2 потрібно для перевірки та заміни регулятора напруги із щіткотримачем та випрямного блоку, підшипників.

1. Головкою "на 7" відкрутити чотири гайки кріплення задньої кришки генератора та зняти її (див. рис. 2.9); [14]



Рисунок 2.9 – Зняття задньої кришки генератора

2. Очистити від герметика гайку кріплення виходу генератора і головкою "на 10" відкрутити її, зняти клему (див. рис. 1.10); [14]

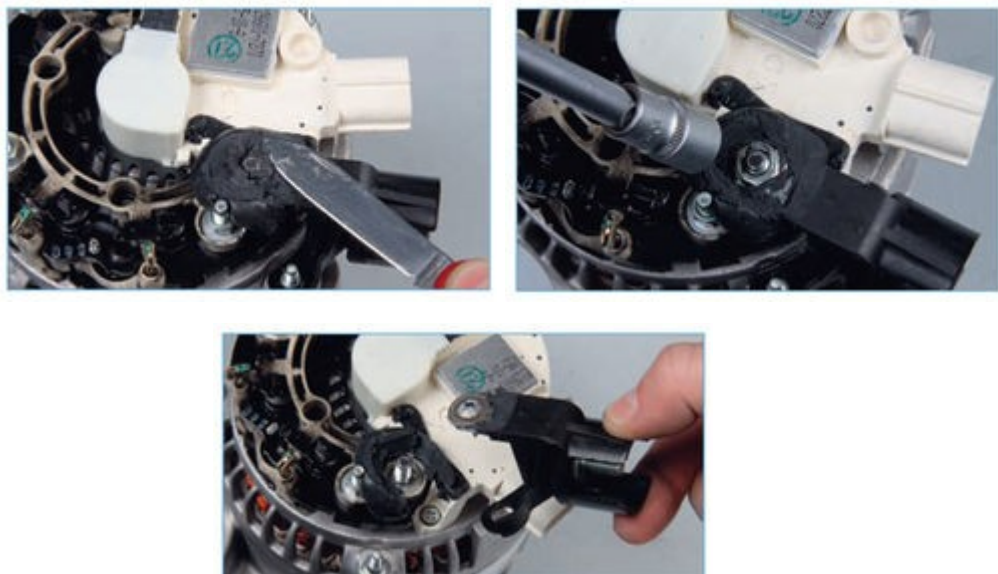


Рисунок 1.10 – Зняття клеми В+

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

КРФМБ.425.05.00.00.000ПЗ

Арк.

21

3. Головкою "на 8" відкрутити гайку кріплення щіткотримача з регулятором напруги. Зняти шайбу, встановлену під гайкою; [14]

4. Хрестоподібною викруткою відкрутити два гвинти кріплення щіткотримача з регулятором напруги та зняти його (див. рис. 2.11);



Рисунок 2.11 – Зняття регулятора напруги

5. Викруткою розтиснути три виходи випрямного блоку, головкою "на 8" відкрутити дві гайки кріплення випрямного блоку та зняти випрямляючий блок (див. рис. 2.12); [14]

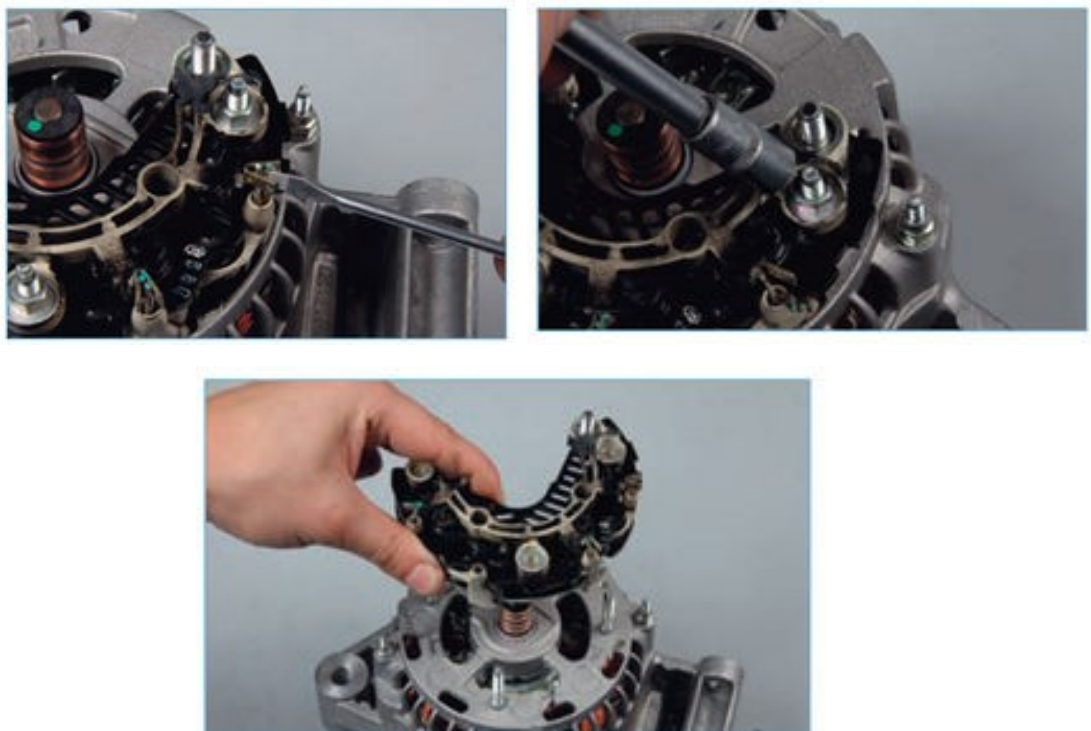


Рисунок 2.12 – Зняття випрямного блоку

6. Закріпити генератор в лещата та відкрутити гайку привідного шківів;

					<i>КРФМБ.425.05.00.00.000ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		22

7. Зняти шків (див. рис. 2.13);



Рисунок 2.13 – Зняття приводного шківa

8. Головкою "на 7" відкрити чотири гайки кріплення задньої частини корпусу генератора, простукати корпус гумовим молотком та зняти її;

9. Для заміни переднього підшипника ротора потрібно відкрити чотири гвинти кріплення кришки та випресувати підшипник (див. рис. 2.14); [14]



Рисунок 2.14 – Випресовування підшипника

10. Всі деталі генератора очистити та розкласти на робочій поверхні стола (див. рис. 2.15). [14]



Рисунок 2.15 – Деталі генератора

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

КРФМБ.425.05.00.00.000ПЗ

Арк.

23

## 2.4.2 Діагностика обмоток ротора і статора генератора

Для перевірки короткого замикання обмотки ротора на масу слід під'єднати щупи тестера (в режимі омметра) до контактної кільця та валу ротора (див. рис. 2.16). [14]



Рисунок 2.16 – Перевірка запикання на масу

Тестер повинен показати нескінченність, інакше обмотка замкнута на "масу" і потрібно замінити ротор або генератор. [14]

Для перевірки обриву обмотки ротора під'єднуємо щупи тестера (в режимі омметра) до контактних кілець (див. рис. 2.17);



Рисунок 2.17 – Перевірка обриву в обмотці ротора

Якщо тестер покаже нескінченність, значить, в обмотці є обрив і потрібно замінити ротор або генератор. [14]

Оглянути обмотки статора. На ізоляції обмоток не повинно бути слідів перегріву, що є наслідком короткого замикання у діодах випрямного блоку. Якщо на обмотках є сліди перегріву, необхідно замінити статор чи генератор.

Для перевірки обриву в обмотках статора підключаємо щупи тестера (в режимі омметра) до виходів обмоток (див. рис. 2.18). Якщо тестер покаже нескінченність, значить, в обмотці є обрив і потрібно замінити статор або генератор. [14]

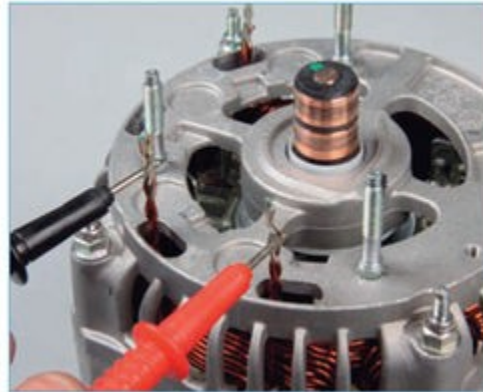


Рисунок 2.18 – Перевірка обриву в обмотках

Аналогічно перевіряємо інші обмотки статора.

Для перевірки короткого замикання обмотки статора на «масу» під'єднуємо щупи тестера (в режимі омметра) до виходу обмотки та корпусу генератора (див. рис. 2.19). [14]

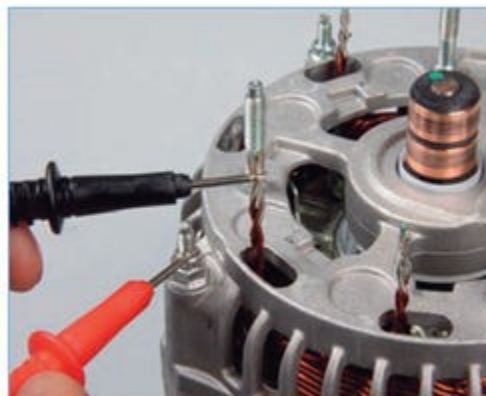


Рисунок 2.19 – Перевірка замикання обмотки статора на масу

Тестер повинен показати нескінченність, інакше обмотка замкнута на «масу» і потрібно замінити статор або генератор. Аналогічно перевіряємо решту обмоток. [14]

### 2.4.3 Діагностика випрямного блоку генератора

Зниження напруги зарядного струму або повна його відсутність, мерехтіння освітлювальних приладів є ознаками несправності діодного мосту автомобільного генератора. При виникненні симптомів несправності достатньо лише відключити дроти від генератора та регулятора напруги, не розбираючи його повністю. Підключивши плюсовий щуп мультиметра до вихідної клеми «30» (на схемах часто позначається як «+В», а мінусовий до корпусу фіксуємо величину опору. Якщо мультиметр показує нескінченність, міст справний. Контрольною лампою можна перевірити коротке замикання, з'єднавши дроти лампи до мінусової і плюсової клем генератора. Лампа, що горить, вказує на наявність короткого замикання. З метою достовірного отримання інформації про працездатність діодів необхідно зняти міст та мультиметром перевірити кожен діод, не випаюючи їх із корпусу пластин. Перевірка діода позитивної полярності проводиться підключенням позитивного щупа до контакту прямого діода напрямку. [14]

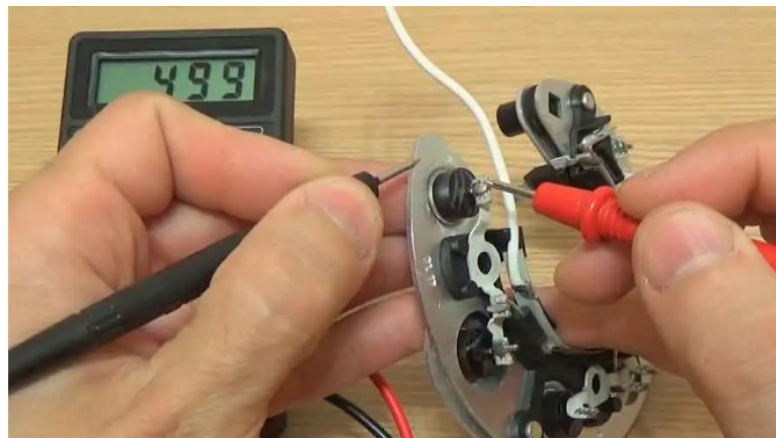


Рисунок 2.20 – Перевірка діодів випрямного блоку

Величина опору має становити від 400 до 700 Ом. У зворотному напрямку опір повинен дорівнювати нескінченності.

					<i>КРФМБ.425.05.00.00.000ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		26

Перевірка діода негативної полярності проводиться аналогічно. [14]

#### 2.4.4 Перевірка регулятора напруги

З появою наступних ознак несправності регулятора напруги проводиться його перевірка:

- напруга нижче за норму 13,5 В;
- напруга вище за норму 14,7... В;

Регулятор ефективно перевіряти окремо від генератора. Обґрунтованість такого методу заснована на можливих некоректних показаннях при вимірюванні напруги на автомобілі. Суть така, що й мультиметром вимірюється напруга на клеммах АКБ, то залежно від обертів вона має змінюватися. [14]



Рисунок 2.21 – Схема для перевірки регулятора напруги: 1 –регулятор напруги; 2 – акумулятор; 3 – трансформатор; 4 – контрольна лампа.



## 2.5 Операції технологічного процесу ремонту генератора DAN930

Враховуючи особливості будови та встановлення генератора на автомобілів Форд Фокус 2, складено наступний перелік операцій ТП ремонту.

### 005 Демонтажна

Провести демонтаж генератора, використовуючи всі необхідні засоби для цього.

### 010 Діагностична

Встановити генератор на стенд для попередньої діагностики його ТС.

### 015 Розбиральна

Виконати розбирання генератора на вузли та деталі

### 020 Очисна

Очистити всі вузли та деталі генератора від пилу, бруду і т.п.

### 025 Дефектувальна[15]

Кожен вузол та деталь генератора ретельно перевірити за допомогою контрольних пристроїв (мультиметр, штангенциркуль, індикатор) на наявність дефектів (несправностей).

Зношені деталі, або такі, що мають дефекти замінити новими.

### 030 Складальна

У зворотній послідовності виконати складання генератора, надійно пропаяти з'єднання статор-випрямний блок. [15]

### 035 Контрольна

Перевірити правильність складання генератора, встановити генератор на стенд для контрольної діагностики.

### 040 Монтажна

Встановити генератор на автомобіль у зворотній послідовності, надійно закріпити всі з'єднання. [15]

## 2.6 Вибір обладнання і оснащення для проведення операцій технологічного процесу ремонту

					<i>КРФМБ.425.05.00.00.000ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		29

Для проведення операцій ТП ТО, діагностики та ремонту генератора знадобиться наступний перелік інструментів (див. табл. 2.2). [15]

Таблиця 2.2 – Перелік інструменту та обладнання для ремонту

№ п/п	Назва інструменту, обладнання	Модель, тип	Рисунок
1.	Знімач підшипників та шківів	Alloid C-4003	
2.	Паяний набір	JSD 908S	
3.	Набір ключів	Intertool ET-6094SP	
4.	Мультиметр	Accta AT-180-Masteram	

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

КРФМБ.425.05.00.00.000ПЗ

Арк.

30

## 2.7 Розрахунок енергетичних втрат і ККД генератора DAN 930

Визначення втрати в міді

Визначення втрати в обмотках статора [16]

В режимі холостого ходу:

$$P_{\text{эл х}} = 3 \cdot I_{\text{фх}}^2 \cdot R_{\text{ф}} \quad (2.1)$$

$$P_{\text{эл х}} = 3 \cdot 0^2 \cdot 0,25 = 0 \text{ Вт.}$$

В розрахунковому режимі:

$$P_{\text{эл р}} = 3 \cdot I_{\text{фр}}^2 \cdot R_{\text{ф}} \quad (2.2)$$

$$P_{\text{эл р}} = 3 \cdot 30^2 \cdot 0,25 = 675 \text{ Вт.}$$

В максимальному режимі:

$$P_{\text{эл м}} = 3 \cdot I_{\text{фм}}^2 \cdot R_{\text{ф}} \quad (2.3)$$

$$P_{\text{эл м}} = 3 \cdot 43,5^2 \cdot 0,35 = 1420 \text{ Вт.}$$

Визначення втрат в обмотці збудження:

$$P_{\text{эл р}} = I^2 \cdot R_{\text{ф}} \quad (2.4)$$

$$P_{\text{эл р}} = 4,5^2 \cdot 7,4 = 150 \text{ Вт.}$$

Визначення втрати в сталі [16]

Втрати:

В режимі холостого ходу:

$$P_{\text{жх}} = K_{\text{ж}} \cdot (B_{\text{ж}})^2 \cdot \sqrt{\left(\frac{f_{\text{жх}}}{50}\right)^3} \quad (2.5)$$

$$P_{\text{жх}} = 1,4896 \cdot (0,76)^2 \cdot \sqrt{\left(\frac{110}{50}\right)^3} = 3 \text{ Вт}$$

В розрахунковому режимі:

$$P_{\text{жр}} = K_{\text{ж}} \cdot (B_{\text{ж}})^2 \cdot \sqrt{\left(\frac{f_{\text{р}}}{50}\right)^3} \quad (2.6)$$

$$P_{jp}=1,4896 \cdot (0,54)^2 \cdot \sqrt{\left(\frac{240}{50}\right)^3} = 4,8 \text{ Вт}$$

В максимальному режимі:

$$P_{jM}=K_j \cdot (B_j)^2 \cdot \sqrt{\left(\frac{f_M}{50}\right)^3} \quad (2.7)$$

$$P_{jM}=1,4896 \cdot (0,23)^2 \cdot \sqrt{\left(\frac{500}{50}\right)^3} = 4,2 \text{ Вт}$$

Втрати в зубцях:

В режиме холостого ходу: [16]

$$P_{zx}=K_z \cdot (B_z)^2 \cdot \sqrt{\left(\frac{f_x}{50}\right)^3} \quad (2.8)$$

$$P_{zx}=1,8 \cdot (1,2)^2 \cdot \sqrt{\left(\frac{110}{50}\right)^3} = 8,5 \text{ Вт}$$

В розрахунковому режимі: [19]

$$P_{zp}=K_z \cdot (B_z)^2 \cdot \sqrt{\left(\frac{f_p}{50}\right)^3} \quad (2.9)$$

$$P_{zp}=1,8 \cdot (0,7)^2 \cdot \sqrt{\left(\frac{240}{50}\right)^3} = 9,2 \text{ Вт}$$

В максимальному режимі: [16]

$$P_{zM}=K_z \cdot (B_z)^2 \cdot \sqrt{\left(\frac{f_M}{50}\right)^3} \quad (2.10)$$

$$P_{zM}=1,8 \cdot (0,38)^2 \cdot \sqrt{\left(\frac{500}{50}\right)^3} = 8,1 \text{ Вт}$$

Додаткові втрати в сталі

В режимі холостого ходу: [16]

$$P_{dx}=1,15 \cdot \sqrt{\left(\frac{f_x}{50}\right)^3} \quad (2.11)$$

$$P_{dx}=1,15 \cdot \sqrt{\left(\frac{110}{50}\right)^3} = 3,75 \text{ Вт}$$

В розрахунковому режимі:

$$P_{др} = 1,15 \cdot \sqrt{\left(\frac{f_p}{50}\right)^3} \quad (2.12)$$

$$P_{др} = 1,15 \cdot \sqrt{\left(\frac{240}{50}\right)^3} = 12 \text{ Вт}$$

В максимальному режимі: [19]

$$P_{дм} = 1,15 \cdot \sqrt{\left(\frac{f_m}{50}\right)^3} \quad (2.13)$$

$$P_{дм} = 1,15 \cdot \sqrt{\left(\frac{500}{50}\right)^3} = 36 \text{ Вт.}$$

Визначення механічних втрат

Втрати на терті в підшипниках

В режимі холостого ходу: [16]

$$P_{подш х} = 1,62 \cdot 10^{-2} \cdot n_x \quad (2.14)$$

$$P_{подш х} = 1,62 \cdot 10^{-2} \cdot 1100 = 17,82 \text{ Вт}$$

В розрахунковому режимі:

$$P_{подш р} = 1,62 \cdot 10^{-2} \cdot n_p \quad (2.15)$$

$$P_{подш р} = 1,62 \cdot 10^{-2} \cdot 2400 = 38,8 \text{ Вт}$$

В максимальному режимі:

$$P_{подш м} = 1,62 \cdot 10^{-2} \cdot n_m \quad (2.16)$$

$$P_{подш м} = 1,62 \cdot 10^{-2} \cdot 5000 = 81 \text{ Вт}$$

Визначення втрат на терті щіток

$$P_{тр щ х} = 3,77 \cdot 10^{-3} \cdot n_x \quad (2.17)$$

$$P_{тр щ х} = 3,77 \cdot 10^{-3} \cdot 1100 = 4,14 \text{ Вт}$$

В розрахунковому режимі:

$$P_{тр щ р} = 3,77 \cdot 10^{-3} \cdot n_p \quad (2.18)$$

$$P_{тр щ р} = 3,77 \cdot 10^{-3} \cdot 2400 = 9 \text{ Вт}$$

В максимальному режимі:

$$P_{тр щ м} = 3,77 \cdot 10^{-3} \cdot n_m \quad (2.19)$$

$$P_{тр щ м} = 3,77 \cdot 10^{-3} \cdot 5000 = 18,5 \text{ Вт. [16]}$$

					<i>КРФМБ.425.05.00.00.000ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		33

Визначення аеродинамічних втрат:

Визначення втрат в вентиляторі [19]

В режимі холостого ходу:

$$P_{\text{вент х}} = 1,6 \cdot 10^{-9} \cdot n_x^3 \quad (2.20)$$

$$P_{\text{вент х}} = 1,6 \cdot 10^{-9} \cdot 1100^3 = 2,12 \text{ Вт.}$$

В розрахунковому режимі:

$$P_{\text{вент р}} = 1,6 \cdot 10^{-9} \cdot n_p^3 \quad (2.21)$$

$$P_{\text{вент р}} = 1,6 \cdot 10^{-9} \cdot 2400^3 = 22 \text{ Вт.}$$

В максимальному режимі:

$$P_{\text{вент м}} = 1,6 \cdot 10^{-9} \cdot n_m^3 \quad (2.22)$$

$$P_{\text{вент м}} = 1,6 \cdot 10^{-9} \cdot 5000^3 = 200 \text{ Вт.}$$

Визначення втрат на тертя ротора до повітря [16]

В режимі холостого ходу:

$$P_{\text{тр х}} = 2,8 \cdot 10^{-10} \cdot n_x^3 \quad (2.23)$$

$$P_{\text{тр х}} = 2,8 \cdot 10^{-10} \cdot 1100^3 = 0,37 \text{ Вт.}$$

В розрахунковому режимі:

$$P_{\text{тр р}} = 2,8 \cdot 10^{-10} \cdot n_p^3 \quad (2.24)$$

$$P_{\text{тр р}} = 2,8 \cdot 10^{-10} \cdot 2400^3 = 3,87 \text{ Вт.}$$

В максимальному режимі:

$$P_{\text{тр м}} = 2,8 \cdot 10^{-10} \cdot n_m^3 \quad (2.25)$$

$$P_{\text{тр м}} = 2,8 \cdot 10^{-10} \cdot 5000^3 = 350 \text{ Вт.}$$

Визначення додаткових втрат: [19]

Втрати в випрямному блоці:

В режимі холостого ходу:

$$P_{\text{в х}} = 1,2 \cdot I_x \quad (2.26)$$

$$P_{\text{в х}} = 1,2 \cdot 0 = 0 \text{ Вт}$$

В розрахунковому режимі:

$$P_{\text{в р}} = 1,2 \cdot I_p \quad (2.27)$$

$$P_{\text{в р}} = 1,2 \cdot 38 = 45,6 \text{ Вт.}$$

В максимальному режимі:

$$P_{в.м}=1,2 \cdot I_{м} \quad (2.28)$$

$$P_{в.м}=1,2 \cdot 55=66 \text{ Вт.}$$

Визначення загальних втрат [16]

В режимі холостого ходу:

$$P_{2x}=P_{элx} + P_{эл} + P_{jx} + P_{zx} + P_{дх} + P_{подшx} + P_{трщx} + P_{вентx} + P_{трx} + P_{вx} \quad (2.29)$$

$$P_{2x}=0+150+3+8,5+3,75+17,82+4,14+2,12+0,37+0=189,7 \text{ Вт}$$

В розрахунковому режимі:

$$P_{2p}=P_{элp} + P_{эл} + P_{jp} + P_{zp} + P_{др} + P_{подшp} + P_{трщp} + P_{вентp} + P_{трp} + P_{вp} \quad (2.30)$$

$$P_{2p}=675+150+4,8+9,2+12+38,3+9+22+3,87+45,6=969,8 \text{ Вт}$$

В максимальному режимі:

$$P_{2м}=P_{элм} + P_{эл} + P_{jm} + P_{zm} + P_{дм} + P_{подшм} + P_{трщм} + P_{вентм} + P_{трхм} + P_{вм} \quad (2.31)$$

$$P_{2м}=1420+150+4,2+8,1+36+81+18,5+200+350+66=2333,6 \text{ Вт.}$$

Визначення ККД: [16]

В режимі холостого ходу:

$$\eta_x = (P_x / (P_x + P_{2x})) \cdot 100\% \quad (2.32)$$

$$\eta_x = (0 / (0 + 88,3)) \cdot 100\% = 0\%$$

В розрахунковому режимі:

$$\eta_p = (P_p / (P_p + P_{2p})) \cdot 100\% \quad (2.33)$$

$$\eta_p = (1064 / (1064 + 970)) \cdot 100\% = 52\%$$

В максимальному режимі:

$$\eta_m = (P_m / (P_m + P_{2m})) \cdot 100\% \quad (2.34)$$

$$\eta_m = (1540 / (1540 + 2333,6)) \cdot 100\% = 39\% [16]$$

## 3 КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ

### 3.1 Опис існуючих пристроїв та стендів для ремонту і діагностики генераторів

Генератор випробовується в двох режимах: без навантаження і під навантаженням на стендах Э211, 532-М, КИ968 і ін. А також перевіряється стан генератора за осцилограмою вихідної напруги з використанням осцилографа. [16]

Генератор з інтегральним регулятором напруги випробовують при прийнятно-здавальних випробуваннях перевіряють, зібраним з регулятором за напруги 12,5-13 чи 25-26 В, для генератора відповідно на 14 і 28 В. При проведенні типових, періодичних випробувань інтегральний регулятор переналаштовують для перевірки ГУ за номінальних напруг. За неможливості переналаштування використовують зняття характеристик ГУ за дещо знижених напруг та частот обертання зазначених у технічній документації, або замінюють інтегральний регулятор напруги, зібраний зі щітковим вузлом, на звичайний щітковий вузол, тоді генератор перевіряють звичайним способом як генератор без вмонтованого регулятора напруги. [16]

Принцип випробувань на різних стендах аналогічний, стенди різняться конструктивним виконанням, набором функцій, тому обов'язково перед випробуванням чи визначенням характеристик попередньо узгодити електричні схеми стенда та досліджуваного генератора. [16]

Перевірка на стенді дозволяє визначити справність генератора і відповідність його характеристик номінальним. У генератора щітки, що перевіряється, повинні бути добре притерті до контактних кілець колектора, а самі кільця чистими. [16]

					<i>КРФМБ.425.05.00.00.000ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		36

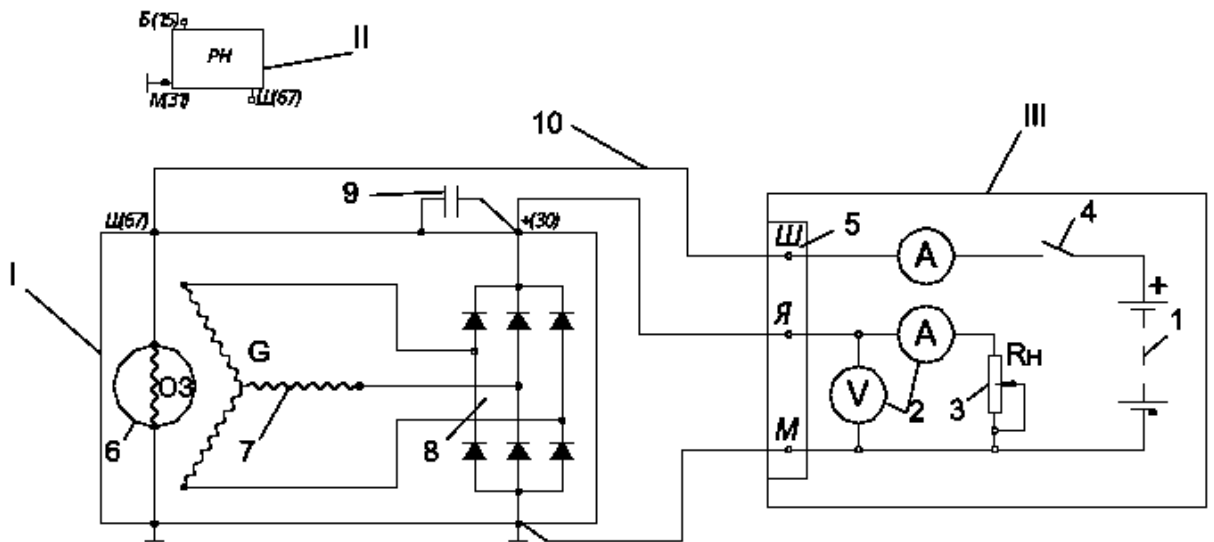


Рисунок 3.1 – Схема підключення генератора при випробуванні на стенді без РН:

I – генератор, (II – реле-напруги), III – електрична частина стенда,

1 – Ст. АКБ (12, 24В), 2 – вимірювальні прилади, 3 – реостат навантаження, 4 – вимикач, 5 – з'єднувальна колодка, 6 – ротор генератора, 7 – обмотка статора генератора, 8 – напівпровідниковий випрямляч, 9 – конденсатор генератора, 10 – з'єднувальні провідники. [16]

Установіть генератор на стенд і виконайте з'єднання як зазначено на рисунку 3.2 У генератора штекер "15" з'єднується прямо з виходом "30" генератора. [16]

Включіть електродвигун стенда, реостатом 5 установіть напругу на виході генератора 13 В и доведіть частоту обертання ротора до 5000 хв-1. Дайте генератору попрацювати на цьому режимі не менш 10 хв, а потім замірте силу струму віддачі. У справного генератора вона повинна бути не менш 55 А. [16]

Якщо заміряна величина струму, що віддається, менше, те це говорить про несправності в обмотках статора і ротора, про ушкодження діодів випрямного блоку. У цьому випадку необхідна ретельна перевірка обмоток і діодів, щоб визначити місце несправності. Напруга на виході генератора

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

КРФМБ.425.05.00.00.000ПЗ

Арк.

37

перевіряється при частоті обертання ротора 5000 хв-1. Реостатом 5 встановить струм віддачі 15 А та замірте напругу на виході генератора, що повинно бути  $(14,1 \pm 0,5)$  В при температурі навколишнього повітря і генератора  $(25 \pm 10)$  °С.

Опис використаного станду Е211 для діагностики параметрів генераторів змінного струму: [16]

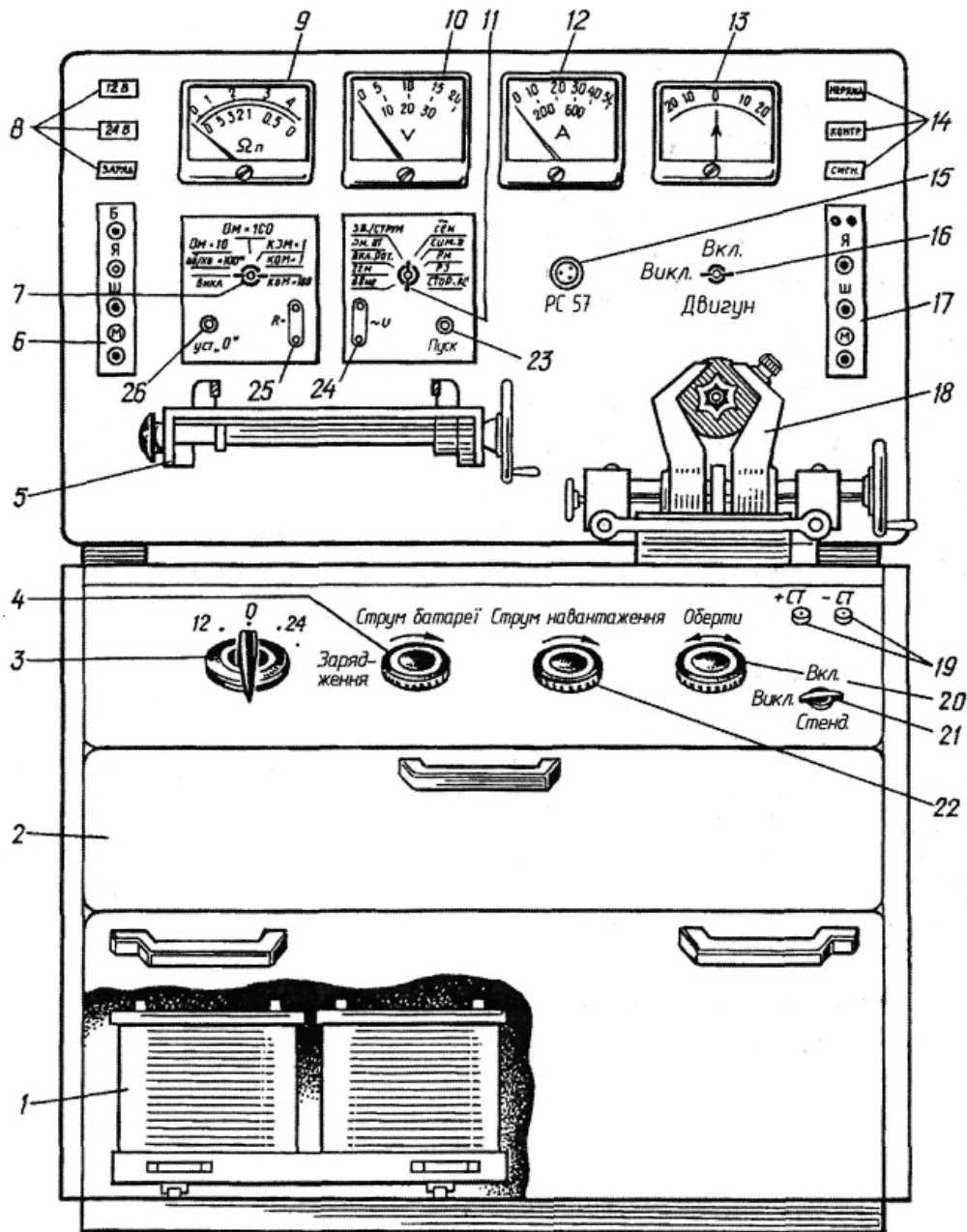


Рисунок 3.2 - Стенд 3-211 для перевірки генераторів, реле-регуляторів і стартерів

1 — Панель з затискачем; 2 — шухляда; 3 — рейковий затискач; 4 — рейковий затискач; 5 — регулювальний блок; 6 — панель контактних

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата
------	------	----------	--------	------

КРФМБ.425.05.00.00.000ПЗ

Арк.

38

затискачів; 7 — корпус стенду; 8 — колесо; 9 — ручка колеса; 10 — ручка; 11 — ручка перемикача; 12 — стійка; 13 — затискач; 14 — тяга; 15 — лампи сигнальні; 16 — акумуляторні батареї; 17 — омметр; 18 — вольтметр; 19 — амперметр; 20 — розетка; 21 — амперметр; 22 — комутаційний блок; 23 — перемикач; 24 — регулятори. [16]

Цей стенд призначений для перевірки генераторів змінного і постійного струмів потужністю до 500 Вт, перевірки та регулювання реле-регуляторів, переривачів струму показчиків повороту, вимірювання опорів, резисторів та обмоток, перевірки діодів і транзисторів приладів електрообладнання стартерів потужністю до 1,5 кВт у режимах холостого ходу та повного гальмування. Амперметр вимірює силу струму навантаження генератора і силу струму, що її споживає стартер, а інший амперметр — силу струму збудження та заряджання акумуляторних батарей. Генератори та стартери, що перевіряються, закріплюють на стенді в затискачі, а реле-регулятори та переривачі струму показчиків повороту — на площинці. Джерело живлення стенда — акумуляторні батареї, які розміщені всередині нього. Від коротких замикань у колі батарей і в колах стенда захищають два запобіжники. [16]

Перед будь-яким видом перевірки ручки керування потрібно поставити в положення: вимикач стенда — «Викл.», вимикач двигуна — «Викл.», ручки і реостатів — у крайнє ліве, перемикач омметра-тахометра — «Викл.», ручку перемикача батарей — «0», перемикач виду перевірки — «Стартер», ручку «Оберти» — у середнє. Генератору на стенді надає рух реверсивний електродвигун через клинопасову передачу. Вмикають і вимикають електродвигун вимикачем, а частоту та напрям обертання вала електродвигуна змінюють ручкою. Електричну схему стенда вмикають і вимикають вимикачем. На панелі основи розміщено затискачі для підімкнення проводів від стартера, що перевіряється, ручки навантажувального і регулювального реостатів, ручки перемикача напруги та від заряду акумуляторної батареї. На панелі приладів розміщено панелі для підімкнення відповідно генераторів і реле-регуляторів,

					<i>КРФМБ.425.05.00.00.000ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		39

що перевіряються, розетки відповідно переривачів струму; покажчиків повороту, проводу омметра і вольтметра. Тут змонтовано й ручку перемикача омметра - тахометра, ручку перемикача виду перевірок, кнопку «Пуск» увімкнення стартера та сигнальні лампи. Вольтметр дає змогу виміряти напругу батарей під час перевірок, а під час заряджання — напругу генераторів, що перевіряються. [16]

### 3.2 Обґрунтування доцільності розробки стенду

На багатьох автомобілях генератори експлуатуються в не дуже якісних умовах. Зокрема має місце забруднення генератора пилом, різного роду інших механічних забруднень, підвищена вологість. Так, на автомобілях Форд генератори розміщені знизу, по відношенню до двигуна, а отже фактор підвищеного спрацювання деталей генератора присутній і тут. На сьогоднішній день процес діагностування несправностей та ремонту генераторів та іншого електрообладнання дуже сильно удосконалився. Це передусім пов'язано із надсучасним обладнанням, яке встановлюється на автомобілі, а також інструментом, що є присутнім сьогодні на ринку України та світу. Звісно, що в процесі експлуатації генератора можуть виникати і несправності такого роду, що навіть використовуючи сучасні засоби діагностування достовірно визначити несправність без розбирання дуже важко, або не можливо взагалі. Якщо говорити загалом про технологічний процес ремонту даного вузла, то значну частину трудомісткості можна віднести до процесу діагностування генератора. Тому в даному курсовому проекті мною запропонована розробка спеціального обладнання, яке зможе суттєво удосконалити, покращити, збільшити швидкість та одночасно зменшити трудомісткість виконання ремонтних та діагностичних робіт. Перш ніж приступити до розбирання демонтованого генератора, а також до встановлення його на автомобіль після ремонту – я пропоную перевіряти справність агрегату на спеціальному стенді для діагностування генераторів.

					<i>КРФМБ.425.05.00.00.000ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		40

### 3.3 Будова та принцип дії стенду для діагностики параметрів генераторів

Стенд для перевірки генераторів (див. рис. 3.3) автомобілів містить підставку, виконану у вигляді стола, на стільниці якого встановлено пристрій орієнтації, для кріплення і орієнтації випробуваного генератора, привід, що складається з пасової передачі і двигуна, механізм натягу ременя, блок навантажувальних резисторів з електронним керуванням і можливістю плавної зміни опору навантаження, блок керування на основі програмованого контролера, що включає, монітор і принтер. Двигун приводу розташований під випробуваним генератором і закріплений на плиті під стільницею підставки.

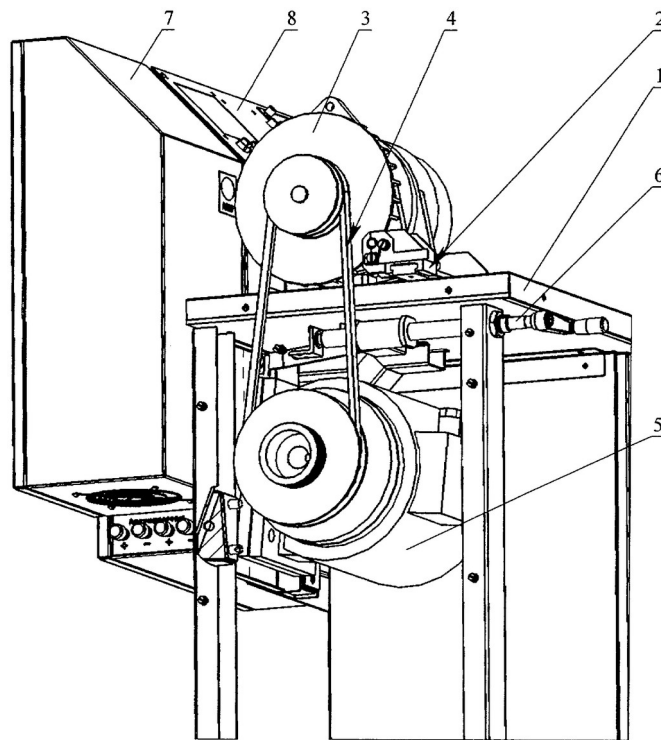


Рисунок 3.3 – Схематичне зображення стенду для діагностування генераторів:

1 – стільниця; 2 – механізм орієнтації; 3 – генератор; 4 – пасова передача; 5 – електродвигун; 6 – рукоятку регулювання натягу ременя; 7 – блок керування; 8 – вимірювальні прилади. [17]

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

КРФМБ.425.05.00.00.000ПЗ

Арк.

41

Плита встановлена з можливістю переміщення поворотом навколо осі закріпленої на підставці паралельно осі вала двигуна, а через тягу з'єднана з гайкою механізму натягу ремня. Механізм натягу ремня закріплений нерухомо щодо основи і складається з гвинта з гайкою. Гвинт механізму натягу ремня приводиться в рух за допомогою ручки. [17]

Даний стенд дає можливість діагностувати роботу генератора на різних режимах та при різних умовах роботи. За показами приладів можна судити про справність генератора, або виявити причину несправності та приступити до її усунення. [17]

### 3.4 Перевірковий розрахунок деталі стенду на міцність

Розраховую силовий гвинт з різьбою М18 на міцність. При цьому приймаю, що максимальне зусилля, при якому застосовується пристрій, необхідне для зняття і згідно розрахунку, становить  $F_0=250$  Н. [19]

Розрахунковий діаметр різьби дорівнює [18]:

$$d_p \approx d - 0,94 \cdot p, \quad (3.1)$$

де  $d$  – зовнішній діаметр різьби (мм);  $d = 18$  мм;

$p$  – крок різьби (мм);  $p = 1,25$  мм;

$$d_p \approx 18 - 0,94 \cdot 1,25 = 16,825 \text{ (мм)}.$$

Напруга стиску від прикладеної сили  $F_0$  дорівнює [18]:

$$\sigma_p = \frac{4 \cdot F_0}{\pi \cdot d_p^2}, \quad (3.2)$$

$$\sigma_p = \frac{4 \cdot 250}{3,14 \cdot 16,825^2} = 1,13 \text{ (Н/мм}^2\text{)}.$$

Напруга кручення від моменту в різьбі [18]:

$$\tau_k = \frac{T}{W_k} = \frac{\left(\frac{F_0 \cdot d_2}{2}\right) \cdot \text{tg}(\varphi + \varphi')}{\frac{\pi \cdot d_p^3}{16}}, \quad (3.3)$$

					<i>КРФМБ.425.05.00.00.000ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		42

де  $\varphi$  – кут підйому (град.);

$\varphi'$  – приведений кут тертя (град.);

$d_2$  – середній діаметр різьби (мм);

$$\tau_k = \frac{\left(\frac{250 \cdot 16,75}{2}\right) \cdot \operatorname{tg}(20^\circ 29' + 9^\circ 50')}{\frac{3,14 \cdot 16,825^3}{16}} = 1,29 \text{ (Н/мм}^2\text{)}.$$

Допустима напруга становить [18]:

$$[\sigma_p] = \frac{\sigma_T}{[S_T]}, \quad (3.4)$$

де  $\sigma_T$  – границя текучості матеріалу гвинта;  $\sigma_T = 300 \text{ Н/мм}^2$ ;

$[S_T]$  – потрібний коефіцієнт запасу міцності;  $[S_T] = 3$ ;

$$[\sigma_p] = \frac{300}{3} = 100 \text{ (Н/мм}^2\text{)}.$$

Розрахункове навантаження:

$$F_{\text{розр.}} = 1,3 \cdot F_0, \quad (3.5)$$

$$F_{\text{розр.}} = 1,3 \cdot 250 = 325 \text{ (Н)}.$$

Розраховуємо мінімальний діаметр різьби гвинта для визначеного навантаження  $F_{\text{розр.}}$  [18]:

$$d_{i.} = \sqrt{\frac{4 \cdot F_{\text{діф.}} \cdot 10}{\pi \cdot [\sigma_p]}}, \quad (3.6)$$

$$d_{i.} = \sqrt{\frac{4 \cdot 325 \cdot 10}{3,14 \cdot 100}} = 6,43 \text{ (і і)}.$$

Оскільки розрахунковий діаметр різьби  $d_p = 16,825 \text{ мм}$  більший від мінімального  $d_m = 6,43 \text{ мм}$ , то гвинт  $\varnothing 18 \text{ мм}$  придатний до використання. [18]

					<i>КРФМБ.425.05.00.00.000ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		43

## 4 ЕКОНОМІЧНИЙ РОЗДІЛ

### 4.1 Визначення вартості ремонту при використанні пристрою

Визначаємо заробітну плату:

$$ЗП = T \cdot C_{\Gamma} \quad (4.1)$$

де  $T$  – норма часу на ремонт автомобіля, люд.-год;

$C_{\Gamma}$  – годинна тарифна ставка робітника, грн.

$C_{\Gamma} = 62,4$  грн.

$T = 89,0$  люд.-год.

$$ЗП = 89,0 \cdot 62,4 = 5518 \text{ (грн)}$$

Дана сума включає в себе ремонт генераторів автомобіля і витрати на розбирання і загальне збирання.

Визначаємо премію робітників, яка становить 40 % від відрядної зарплати:

$$П = \frac{ЗП_3 \cdot 40}{100}, \text{ грн.} \quad (4.2)$$

Тому загальна премія всіх робітників становить:

$$П = \frac{5518 \cdot 40}{100} = 2207 \text{ (грн)}$$

Визначаємо основну заробітну плату:

$$ОЗП = ЗП_3 + П, \text{ грн.} \quad (4.3)$$

					<i>КРФМБ.425.05.00.00.000ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		44

$$\text{ОЗП} = 5518 + 2207 = 7725 \text{ (грн.)}$$

Додаткова заробітна плата може становити 12 % від основної зарплати, тому:

$$\text{ДПЗ} = 0,12 \cdot \text{ОЗП}, \text{ грн.} \quad (4.4)$$

$$\text{ДЗП} = 0,12 \cdot 7725 = 927 \text{ (грн.)}$$

Єдиний соціальний внесок 22 %:

$$\text{Нс} = 0,22 \cdot (\text{ОЗП} + \text{ДЗП}), \text{ грн.} \quad (4.5)$$

$$\text{Нс} = 0,22 (7725 + 927) = 1903 \text{ (грн.)}$$

Визначаємо загальний фонд зарплати:

$$\text{ЗФЗП} = \text{ОЗП} + \text{ДЗП} + \text{Нс}, \text{ грн.} \quad (4.6)$$

$$\text{ЗФЗП} = 7725 + 927 + 1903 = 10555 \text{ (грн.)}$$

Накладні витрати визначаємо за формулою:

$$З_{\text{НВ}} = \frac{\text{ЗФЗП} \cdot K_{\text{НВ}}}{100}, \text{ грн.} \quad (4.7)$$

де  $K_{\text{НВ}}$  – коефіцієнт накладних витрат складає 80%.

$$З_{\text{НВ}} = \frac{10555 \cdot 80}{100} = 8444 \text{ (грн)}$$

Вартість ремонтних матеріалів складає  $V_{\text{м}} = 0$  грн.

Приймаємо, що вартість ремонтних матеріалів оплачується за рахунок гарантійних умов.

					<i>КРФМБ.425.05.00.00.000ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		45

Собівартість ремонту складає:

$$S = 3\Phi 3\Pi + 3_{\text{НВ}} + В_{\text{м}}, \text{ грн.} \quad (4.8)$$

$$S = 10555 + 8444 + 0 = 18999 \text{ (грн)}$$

#### 4.2 Заходи по економії матеріальних затрат та енергетичних ресурсів

Економія енергетичних ресурсів безпосередньо залежить від споживання електроенергії, ступеню очищення повітря, опалювання приміщень та підтримання відповідного теплового режиму в осінньо – зимовий період.

Для економії матеріальних та енергетичних ресурсів на ділянці рекомендується:

1. При виконанні ремонтних операцій підбирати такі припуски на механічну обробку, щоб їх можна було зняти з один прохід;
2. Скоротити до мінімуму непродуктивний час роботи верстатів;
3. Дотримуватись режиму освітлення. Вимикати при відсутності місцеве та загальне освітлення;
4. Економно використовувати стиснене повітря, не допускати його пропускання;
5. При переході на зимовий час утеплювати вікна та ущільнювати дверні пройоми;
6. Встановлювати в приміщенні люмінесцентні лампи та фотореле для автоматичного вимкнення світла;
7. Економити змащувальні матеріали та флюс.

#### 4.3 Визначення вартості ремонту без використання пристрою

Визначаємо заробітну плату:

$$ЗП = T_3 \cdot C_r \quad (4.9)$$

де  $T_3$  – норма часу на ремонт автомобіля, люд.-год;

					<i>КРФМБ.425.05.00.00.000ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		46

$C_{Г}$  – годинна тарифна ставка робітника, грн.

$C_{Г} = 62,4$  грн.

$T = 89$  люд.-год

Враховуючи, що затрати часу на ремонт без пристосування повинні складати на 30% більше, то:

$$T_3 = 89 \cdot 30 \% + 89 = 115,7 \text{ люд.-год}$$

$$ЗП = 115,7 \cdot 62,4 = 7220 \text{ (грн)}$$

Дана сума включає в себе ремонт генераторів автомобіля і витрати на розбирання і загальне збирання.

Визначаємо премію робітників, яка становить 40 % від відрядної зарплати:

$$П = \frac{ЗП_3 \cdot 40}{100}, \text{ грн.} \quad (4.10)$$

Тому загальна премія всіх робітників становить:

$$П = \frac{7220 \cdot 40}{100} = 2888 \text{ (грн)}$$

Визначаємо основну заробітну плату:

$$ОЗП = ЗП_3 + П, \text{ грн.} \quad (4.11)$$

$$ОЗП = 7220 + 2888 = 10108 \text{ (грн)}$$

Додаткова заробітна плата може становити 12 % від основної зарплати, тому:

$$ДПЗ = 0,12 \cdot ОЗП, \text{ грн.} \quad (4.12)$$

$$ДЗП = 0,12 \cdot 10108 = 1213 \text{ (грн)}$$

					<i>КРФМБ.425.05.00.00.000ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		47

Єдиний соціальний внесок 22 %:

$$H_c = 0,22 \cdot (OЗП + ДЗП), \text{ грн.} \quad (4.13)$$

$$H_c = 0,22 (10108 + 1213) = 2490 \text{ (грн).}$$

Визначаємо загальний фонд зарплати:

$$ЗФЗП = OЗП + ДЗП + H_c, \text{ грн.} \quad (4.14)$$

$$ЗФЗП = 10108 + 1213 + 2490 = 13812 \text{ (грн)}$$

Накладні витрати визначаємо за формулою:

$$З_{HB} = \frac{ЗФЗП \cdot K_{HB}}{100}, \text{ грн.} \quad (4.15)$$

де  $K_{HB}$  – коефіцієнт накладних витрат складає 80%.

$$З_{HB} = \frac{13812 \cdot 80}{100} = 11050 \text{ (грн)}$$

Вартість ремонтних матеріалів складає  $V_m = 0$  грн. Приймаємо, що вартість ремонтних матеріалів оплачує клієнт.

Собівартість ремонту складає:

$$S = ЗФЗП + З_{HB} + V_m, \text{ грн.} \quad (4.16)$$

$$S = 13812 + 11050 + 0 = 24861 \text{ (грн.)}$$

#### 4.4 Розрахунок економічної ефективності впровадження пристрою

За технічною необхідністю для виконання робіт по проведенні ремонту необхідно впровадити один пристрій.

Економія при експлуатації пристрою:

$$E_{B.П} = S_{B.П} - S_{з.п.} \text{ грн.} \quad (4.17)$$

					<i>КРФМБ.425.05.00.00.000ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		48

де  $S_{Б.П}$  – собівартість ремонту без пристрою, грн.;

$S_{З.П}$  – собівартість ремонту з використанням пристрою, грн.

$$E_{В.П} = 24861 - 18999 = 5862 \text{ (грн.)}$$

Технологічно приймаємо, що за поточний рік буде виконуватись 100 ремонтів із використанням пристрою, тому річна економія буде складати:

$$E_{В.П.ЗАГ.} = 586200 \text{ грн.}$$

Визначаємо термін окупності пристрою:

$$T_{ок} = \frac{B_k}{E}, \text{ років} \quad (4.18)$$

де  $B_k$  - вартість пристрою, по преїскуранту, грн.

$$B_k = 2600 \text{ грн.}$$

$$T_{ок} = \frac{2600}{586200} = 0,04 \text{ (року)}$$

					<i>КРФМБ.425.05.00.00.000ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		49

## 5 ОХОРОНА ПРАЦІ

### 5.1 Техніка безпеки та охорона праці під час обслуговування електроустаткування автомобіля

Перед початком та під час роботи при ТО і ремонтом автомобіля потрібно дотримуватися правил техніки безпеки і охорони праці. Перед тим як починати роботу під автомобілем, потрібно поставити на видне місце табличку: "Працюють люди, двигун не запускати", під колеса автомобіля встановити упори, а сам автомобіль поставити на нижчу передачу. Перевірити чи не витікає масло, паливо та інші рідини. Під час роботи класти інструменти на автомобіль забороняється, оскільки їх можна випадково зачепити і вони впадуть на працюючого. Проводячи роботи над машиною не користуватися відкритим вогнем. Слід пам'ятати, що бензин вогненебезпечна рідина і тому при роботі з ним і охолоджувальною рідиною потрібно бути обережним. Також обережно поводитися з тарою в якій знаходиться бензин, оскільки, якщо вона зіткнеться з відкритим вогнем станеться вибух. Тетраетил свинець, що міститься в бензині є сильною отрутою, при попаданні етилованого бензину на відкриту ділянку шкіри, промити її гасом, а потім промити теплою водою з милом. Пролиті паливно-мастильні матеріали потрібно якомога швидше зібрати, а в разі пожежі засипати піском, а потім прибрати. Місце, де працює автослюсар має бути добре освітленим, але світло треба розташувати так, щоб воно не засліплювало його. При роботі користуватися тільки справними інструментами. Забороняється доповнювати ключі трубами та іншими засобами, також забороняється пробувати збігу отворів пальцем, оскільки, для цього є спеціальні ломики або бородки. Не можна використовувати молотки, в яких є тріщини в рукоятці. [20, с.35]

Коли проводиться збирання або розбирання вузлів слід використовувати спеціальні ключі і знімачі. Якщо гайка важко відкручується, то потрібно її змочити гасом, а потім відкручувати. [20, с.35]

					<i>КРФМБ.425.05.00.00.000ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		50

Не менш важливими при дотриманні техніки безпеки є правила пожежної безпеки. Всі обтиральні матеріали необхідно складати в металевий ящик, а потім виносити в спеціально відведені для сміття місця. Приміщення повинно мати загальну вентиляцію. У всіх приміщеннях, де ведуться роботи з автомобілем повинні бути вогнегасники згідно встановлених норм. Повинні бути пожежні щити, також ящики з сухим піском, де у кожного ящика повинна знаходитися лопата. [20, с.35]

Пожежна безпека. Під час заміни масла потрібно дотримуватися наступних правил: постійно контролювати герметичність каністр, баків і балонів з маслом та мийними розчинами; під час заміни масла в місцях можливого їх підтікання встановлювати збірні піддони; використані обтиральні матеріали складати у спеціальні контейнери; з використаних фільтруючих елементів ретельно зливати залишки масла та складати їх у спеціальний контейнер; замінені повітряні і масляні фільтри та використаний обтиральний матеріал скласти у спеціальні ємкості для утилізації; використані мийні розчини злити у фільтрувальну установку для їх очистки і хімічної нейтралізації, не користуватися відкритим полум'ям. [20, с.35]

Електробезпека. Широке застосування електрики на транспорті створює потенціальну загрозу ураження електричним струмом у разі безпосереднього стикання з оголеним проводом замкненого електричного кола. Ураження можливе також через ґрунт, на якому лежить оголені проводи, й на відстані через провідники високої напруги за механізмом вольтової дуги. Може бути уражена й та особа, яка надає допомогу, якщо торкатиметься потерпілого не захищеними руками. Електричний струм уражує всі відділи організму, спричинюючи механічні ушкодження, опіки, іонізацію тканин та інші патологічні зміни. Потерпілий, як правило, не може відірватися від проводу через сильне скорочення м'язів кінцівок. При цьому можливі додаткові травми(забите місце, опік тощо). Щоб запобігти ураженню електричним струмом, використовують засоби колективного й індивідуального захисту, а також засоби додаткового захисту. До засобів колективного захисту належать:

					<i>КРФМБ.425.05.00.00.000ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		51

- захисне вимикання аварійної мережі в цілому або її ділянки;
- захисне заземлення, занулення електрообладнання;
- застережні, заборонні, наказові, вказівні переносні щити;
- ізолювальні прокладки, тимчасові переносні заземлення;
- спеціальні знаки безпеки, сигналізація, блокування.

До спеціальних засобів індивідуального захисту належать:

- діелектричні рукавички, боти, калоші, килимки, ізолювальні підставки;
- переносні безпечні світильники напругою 12...48 В, знижувальні трансформатори напругою 220/12 або 220/42 В, захисне заземлення. [20, с.37]

До засобів додаткового захисту належать:

- діелектричні доріжки;
- захисні окуляри;
- спеціальні рукавички з важко займистої тканини;
- захисні пристрої тощо.

Крім того, на працюючих накопичуються заряди статичної електрики, особливо в разі користування одягом із штучного волокна, вовни, взуттям із підошвами, що не проводять електричного струму, а також під час виконання ручних робіт із речовинами – діелектриками й шліфувальною шкуркою. Найпростіший і найнадійніший спосіб захисту від статичної електрики заземлення технологічного обладнання, трубопроводів тощо. Необхідно передбачати також струмопровідні підлоги, антистатичні рукавички. [20, с.39]

- Перед початком роботи з ручним електроінструментом слід перевідчитися в тому, що він справний і є захисне заземлення.

- Для роботи з інструментом під напругою 127...220 В треба надіти захисні окуляри, гумові рукавиці, калоші й користуватися гумовим килимком або сухим дерев'яним стелажем.

- Залишаючи робоче місце навіть ненадовго, слід вимкнути електроінструмент. [20, с.39]

					<i>КРФМБ.425.05.00.00.000ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		52

У разі виявлення будь-якої несправності електроінструменту, заземлювального пристрою або штепсельної розетки треба негайно припинити роботу. [20, с.39]

У приміщеннях без підвищеної й особливої небезпеки використовують світильники напругою 42 В з особливою й підвищеною безпекою – 12 В.

Крім того всі працівники проходять інструктажі: вступний, первинний, повторний, цільовий, позаплановий. [20, с.39]

Забезпечення протипожежного стану на ділянці

Приміщення для ремонту автомобілів повинно бути обладнане у відповідності з протипожежними нормами. На території ділянки не можна виконувати ніякі роботи із застосуванням відкритого полум'я, заряджати АКБ, зберігати ПММ. В приміщенні повинні бути технічно справні вогнегасники, ящики з піском, лопати і брезент. При відсутності пожежних водоймищ встановлюються бочки з водою. [20, с.43]

- температура навколишнього середовища: в теплу пору - 18...20°C (допустима 15...21°C) і 20...22 в холодну пору року (допустима 16...27°C);

- відносна вологість повітря: 40..60 % (допустима 75%) у теплу і холодну пори року;

- швидкість руху повітря: не більше 0,2 м/с (допустима не більше 0,4 м/с) в теплу пору року і не більше 0,3 м/с (допустима не більше 0,5 м/с) в холодну пору року;

- допустимий рівень шуму: 80...95 дБ;

- допустимий рівень звукового тиску: 85 дБ. [20, с.43]

Потрібно враховувати, що гасити електроустановки які знаходяться під напругою можна тільки вуглекислотними вогнегасниками.

Ящики з піском розміщують із розрахунку 0,5 м<sup>3</sup> на 100 м<sup>2</sup> площі при обов'язковому оснащенні їх лопатою або совком. [20, с.43]

В зимовий час всі вогнегасники розміщують у приміщеннях, що опалюються. [20, с.43]

					<i>КРФМБ.425.05.00.00.000ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		53

Дане приміщення агрегатної дільниці належить до категорії Д за вибухота пожежною небезпекою. Дільниця розташована в двоповерховій будівлі ступінь вогнестійкості якої ШБ. [20, с.43]

Для гасіння пожежі у відділенні передбаченні індивідуальні засоби пожежегасіння : два повітряно-пінні ВПП-10 і два порошкових ВП 5-02.

Також на території підприємства розміщений пожежний стенд на якому розміщений пожежний інвентар (бочка з водою, вогнегасники - 3 шт., пожежні відра, ящик із піском) та пожежний інструмент (гаки - 3 шт., ломи – 2 шт., сокири – 2шт., совкові лопати – 2шт. ). [20, с.43]

Заходи по створенню безпечних і нешкідливих умов праці

У всіх виробничих та допоміжних приміщеннях необхідно передбачити вентиляцію. Основне завдання вентиляції — вилучити із приміщення забруднене або нагріте повітря та подати свіже, тобто забезпечити в приміщеннях метеорологічні умови (температуру, відносну вологість та швидкість руху повітря), що відповідають нормативним вимогам, а також виключити можливість вмісту в повітрі шкідливих речовин, які перевищують гранично допустимі концентрації (ГДК). [20, с.43]

Вентиляція штучна (механічна) та суміщена (природна та штучна одночасно).

Ефективність дії систем вентиляції та кондиціонування повітря залежить не тільки від забезпечення необхідного повітрообміну, але й від схеми організації повітрообміну, тобто вибору зони вилучення та подачі необхідної кількості повітря. [20, с.45]

Схеми вентиляції визначаються:

- специфікою виробничого приміщення;
- характером шкідливостей;
- місцем їх виділення;
- кратністю повітрообміну.

					<i>КРФМБ.425.05.00.00.000ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		54

У виробничих приміщеннях при проектуванні загально обмінної вентиляції можлива організація повітрообміну за такими схемами: зверху вниз, знизу вверх, зверху вверх, знизу вниз, а також і за змішаним

Залежно від джерела світла виробниче освітлення може бути: природним, що створюється прямими сонячними променями та розсіяним світлом небосхилу; штучним, що створюється електричними джерелами світла; суміщеним, при якому недостатнє за нормами природне освітлення доповнюється штучним. [20, с.45]

Природне освітлення поділяється на: бокове, що здійснюється через світлові отвори (вікна) в зовнішніх стінах; верхнє, здійснюване через ліхтарі та отвори в дахах і перекриттях; комбіноване — поєднання верхнього та бокового освітлення. [20, с.45]

Штучне освітлення може бути загальним та комбінованим. Загальним називаються освітлення, при якому світильники розміщуються у верхній зоні приміщення (не нижче 2,5 м над підлогою рівномірно (загальне рівномірне освітлення) або з врахуванням розташування робочих місць (загальне локалізоване освітлення). Комбіноване освітлення складається із загального та місцевого. Його доцільно застосовувати при роботах високої точності, а також, якщо необхідно створити певний або змінний, в процесі роботи, напрямок світла. Місцеве освітлення створюється світильниками, що концентрують світловий потік безпосередньо на робочих місцях. Застосовування лише місцевого освітлення не допускається з огляду на небезпеку виробничого травматизму та професійних захворювань.

Джерелами вібрації в приміщеннях є машини з обертовими частинами (вентиляторні, насосні установки, електродвигуни, компресори тощо). В таких машинах виикають незрівноважені сили, котрі передаються будівельним конструкціям, і викликаючи їх вібрацію. [20, с.45]

Динамічні навантаження, котрі виникають в машинах, можуть бути знижені наступними шляхами:

- ретельним динамічним балансуванням обертових частин агрегатів.

					<i>КРФМБ.425.05.00.00.000ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		55

- центруванням муфтових з'єднань вентилятора або насоса з електродвигуном

- ліквідацією перекосів та великих зазорів у підшипниках;

- надійним закріпленням рознімних частин обладнання (кришок, з'єднувальних фланців трубопроводів тощо). [20, с.45]

## 5.2 Розрахунок штучного освітлення

Мінімальне освітлення приміщення, в якому виконуються зорові роботи розряду IV в становить  $E = 300$ лк. Як світлові пристрої приймаємо світильники типу ЛОУ (з двома лампами), які доцільно використовувати в даному випадку.

Оскільки світильники кріпляться до стелі, то їх висота над підлогою майже рівна висоті приміщення  $h_0 = 4$  м, що не суперечить вимогам, відповідно до яких  $h_0 = 2,6 - 4$ м, коли у світильнику менше чотирьох ламп. [21, с.67]

Визначаємо висоту світильника над робочою поверхнею:

$$h = h_0 - h_n, \text{ м} \quad (5.1)$$

$$h = 2,6 - 0,7 = 1,8 \text{ (м)}$$

Показник приміщення становить:

$$i = \frac{ab}{h(a+b)} \quad (5.2)$$

$$i = \frac{9 \cdot 6}{1,8(9+6)} = 2$$

При  $i = 1,5$  ( $i = 1,235$  немає),  $p_{\text{стелі}} = 70\%$ ,  $p_{\text{стін}} = 50\%$ , для світильників ЛОУ коефіцієнт використання дорівнює  $\eta = 0,55$ . [21, с.67]

Визначаємо необхідну кількість світильників для забезпечення необхідної нормованої освітленості робочих поверхонь, якщо відомо, що кожному

					<i>КРФМБ.425.05.00.00.000ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		56

світильнику встановлено по дві лампи, а світловий потік однієї такої лампи становить  $\Phi_{\text{л}} = 2500\text{лм}$ : [21, с.67]

$$N = \frac{E \cdot S \cdot K_3 \cdot Z}{2\Phi \cdot \eta} \quad (5.3)$$

де,  $E$  – нормативна освітленість, лк;  $E = 300$  лк;  
 $S$  – площа приміщення, що освітлюється, ( $\text{м}^2$ );  $S = 54^2$ ;  
 $K_3$  – коефіцієнт запасу, що враховує зниження освітленості в результаті забруднення та старіння ламп;

$$K_3 = 1,5;$$

$Z$  – коефіцієнт нерівномірності освітлення;

$Z = 1,1$  – для люмінесцентних ламп;

$\Phi_{\text{л}}$  – світловий потік лампи;

$\eta$  – коефіцієнт використання світлового потоку;

$$\eta = 0,55;$$

$$N = \frac{300 \cdot 54 \cdot 1,5 \cdot 1,1}{2 \cdot 2500 \cdot 0,55} \approx 7,6$$

Приймаємо 4 світильників, які для забезпечення рівномірності освітлення розташовуємо у два ряди по 2 штуки в кожному. [21, с.67]

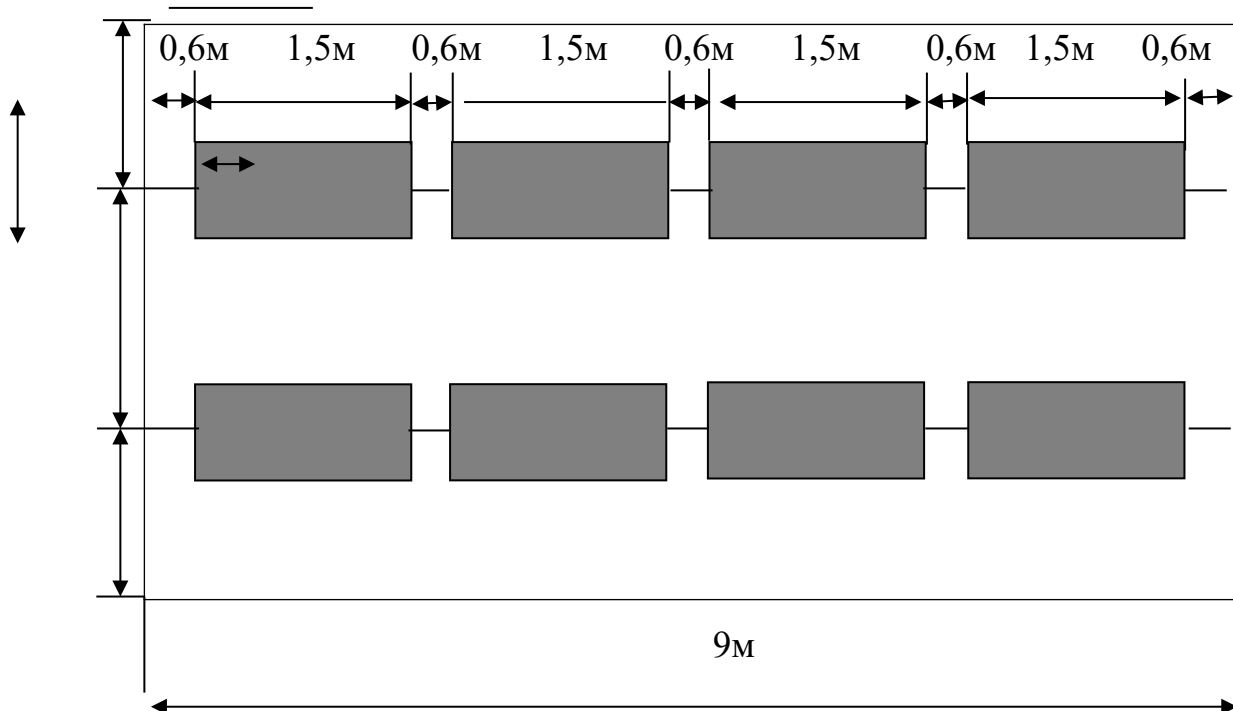
Оскільки довжина світильників мало що більша за довжину люмінесцентної лампи, встановленої в ньому, то загальна довжина усіх світильників у ряді становитиме: [21, с.73]

$$\sum L_{\text{св}} = 1,2 \cdot 2 = 2,4 \text{ (м)}$$

Це значення менше довжини приміщення, менше довжини приміщення, тому між світильниками будуть розриви рівні 0,6 (м.) [21, с.78]

Розміщення світильників по висоті приміщення вказано на рисунку 5.1.

					<i>КРФМБ.425.05.00.00.000ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		57



Визначаємо сумарну електричну потужність усіх світильників, встановлених у приміщенні:

$$\sum P_{\text{св}} = P_{\text{л}} \cdot N \cdot n \quad (5.4)$$

де,  $P_{\text{л}}$  – потужність лампи, Вт;

$n$  – кількість ламп у світильнику, шт.

$$\sum P_{\text{св}} = 40 \cdot 4 \cdot 2 = 320 \text{ (Вт)}$$

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

КРФМБ.425.05.00.00.000ПЗ

Арк.

58

## ВИСНОВКИ

При виконанні кваліфікаційної роботи в загальному розділі описано характеристику автомобіля Ford Focus II, конструкційні особливості та умови роботи вузла та характеристики генераторної установки DAN 930.

В технологічному розділі подано основні несправності генератора DAN 930, діагностика системи зарядки на автомобілі, демонтаж генератора DAN 930. Побудовано технологічні процеси ТО, діагностики і ремонту генератора та операції технологічного процесу ремонту генератора DAN930.

Вибрано обладнання і оснащення для проведення операцій технологічного процесу ремонту та здійснено розрахунок енергетичних втрат і ККД генератора DAN 930.

В конструкторському розділі подано опис існуючих пристроїв та стендів для ремонту і діагностики генераторів, обґрунтування доцільності розробки стенду, будова та принцип дії стенду для діагностики параметрів генераторів. Перевірковий розрахунок деталі стенду на міцність.

В економічному розділі проведено визначення вартості ремонту при використанні пристрою, заходи по економії матеріальних затрат та енергетичних ресурсів, визначення вартості ремонту без використання пристрою та розрахунок економічної ефективності впровадження пристрою.

В розділі охорони праці приведена техніка безпеки та охорона праці під час обслуговування електроустаткування автомобіля та розрахунок штучного освітлення.

					<i>КРФМБ.425.05.00.00.000ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		59

## ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Заверуха Р.Р., Котик М.І., Хіта Ю.І. Методичні рекомендації до підготовки і оформлення кваліфікаційної роботи (для здобувачів фахової передвищої освіти за освітньо-професійною програмою «Обслуговування і ремонт електричних та електронних систем автомобілів» спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка», галузі знань 14 «Електрична інженерія»). Тернопіль: ВСП «ТФК ТНТУ», 2025. 48 с.
2. Поберезний І.Т. Короткий автомобільний довідник. Київ: Транспорт, 2015. 220 с.
3. Афанасєв Л.Л., Колясинский Б.С., Ремонт автомобілів Chery Amulet. Київ: Транспорт, 2018. 216с.
4. Бортницький П.І. Охорона праці на автомобільному транспорті. Київ: Вища школа, 2018. 263с.
5. Говорущенко Н.Я. Технічна експлуатація автомобілів. Харків: Вища школа, 2022. 312с.
6. Канарчук В.Є., Лудченко О.А., Чигринєць А.Д. Основи технічного обслуговування і ремонту автомобілів. Київ: Вища школа, 2022. 342с.
7. Канарчук В.Є., Курніков І.П. Виробничі системи на транспорті: Підручник. Київ: Вища школа, 2017. 359с.
8. Колесник П.А., Шейнин В.А. Технічне обслуговування і ремонт автомобілів. Київ: Транспорт, 2015.325с.
9. Характеристика автомобіля Ford Focus II URL: [https://uk.wikipedia.org/wiki/Ford\\_Focus\\_II](https://uk.wikipedia.org/wiki/Ford_Focus_II) (дата звернення 6.05.2026).
10. Будова системи генератора DAN930 автомобіля Ford Focus II URL: <https://dspace.dsau.dp.ua/bitstream/> (дата звернення 6.05.2026).
11. Характеристика системи електропостачання URL: [https://www.FordFocusII.niko.ua/uk/models/Ford\\_Focus\\_II](https://www.FordFocusII.niko.ua/uk/models/Ford_Focus_II) (дата звернення 16.05.2026).
12. ТО і ремонт генератора DAN930 автомобіля Ford Focus II URL: <http://repository.lnau.edu.ua:8080/jspui/bitstream/123456789/788/1/>

					<i>КРФМБ.425.05.00.00.000ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		60

[Koval\\_bach.pdf&ved=2ahUKEwjgrrmt07eQAxUYSPEdHV7CMrgQFnoECCAQAQ&usg=AOvVaw2pGk0oXyNqR1ed8KQv7W8P](#) (дата звернення 16.05.2026).

13. Ремонт генератора генератора DAN930 автомобіля Ford Focus II URL: <http://repository.lnau.edu.ua:8080/jspui/bitstream/123456789/788/1/>

[Koval\\_bach.pdf&ved=2ahUKEwjgrrmt07eQAxUYSPEdHV7CMrgQFnoECCAQAQ&usg=AOvVaw2pGk0oXyNqR1ed8KQv7W8P](#) (дата звернення 26.05.2026).

14. Ремонт генераторної установки URL: [https://repository.lnup.edu.ua/jspui/bitstream/123456789/781/1/Lukanovsky\\_bach.pdf&ved=2ahUKEwjgrrmt07eQAxUYSPEdHV7CMrgQFnoECCYQAQ&usg=AOvVaw1vqAgLCJvCYmq30B5CZEQr](https://repository.lnup.edu.ua/jspui/bitstream/123456789/781/1/Lukanovsky_bach.pdf&ved=2ahUKEwjgrrmt07eQAxUYSPEdHV7CMrgQFnoECCYQAQ&usg=AOvVaw1vqAgLCJvCYmq30B5CZEQr) (дата звернення 26.05.2026).

15. Діагностика генератора DAN930 автомобіля Ford Focus II URL: <https://pro/gov/tenders/ua-2025-09-11-000695-a> (дата звернення 4.06.2026).

16. Технологічний процес ремонту генератора DAN930 автомобіля Ford Focus II URL: <https://zakupivli.pro/gov/tenders/> (дата звернення 5.06.2026).

17. Аналіз обладнання для ремонту генератора DAN930 URL: <https://www.bezpeka-shop.com/ua/blog/poleznye-sovety/technichne-obsluhovuvannia-elektrohenerativ-ta-elektrostantsij> (дата звернення 8.06.2026).

18. Будова приладів для ремонту і обслуговування генератора DAN930 URL: <https://tender.uub.com.ua/tender/UA-2025> (дата звернення 14.06.2026).

19. Пасічник В.В. Економіка і організація виробництва. Київ: Каравелла, 2018. 288с.

20. Кучерявий В. П. Охорона праці. Львів: Оріяна - Нова, 2019. 360с.

21. Чернявська В.О. Основи безпечної праці. Київ: ТОВ «ПРОПАПР», 2023. 345с.

					<i>КРФМБ.425.05.00.00.000ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		61