

Міністерство освіти і науки України  
Відокремлений структурний підрозділ “Тернопільський фаховий коледж  
Тернопільського національного технічного університету імені Івана  
Пулюя”

Відділення транспорту та інженерної механіки

(повна назва відділення)

Циклова комісія автомобільного транспорту

(повна назва циклової комісії)

**ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА**  
до кваліфікаційної роботи бакалавра

бакалавр

(назва освітнього ступеня)

на тему: Підвищення ефективності технологічного процесу технічного  
обслуговування і ремонту генератора автомобіля DAF XF-105

Виконав студент: II курсу, групи АТб-605

напряму підготовки (спеціальності)

**274 «Автомобільний транспорт»**

**«Автомобільний транспорт»**

(освітньо-професійна програма)

Дзьоба Д.В.

(прізвище та ініціали)

Керівник

Ткаченко І.Г.

(прізвище та ініціали)

Рецензент

(прізвище та ініціали)

Тернопіль  
2024

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

Відділення транспорт та інженерної механіки  
Циклова комісія автомобільного транспорту  
Рівень вищої освіти: перший (бакалаврський)  
Кваліфікація: бакалавр з автомобільного транспорту  
Галузь знань: 27 Транспорт  
Спеціальність: 274 Автомобільний транспорт  
Освітньо-професійна програма: Автомобільний транспорт

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Голова циклової комісії  
автомобільного транспорту  
\_\_\_\_\_ Микола ВЕНГЕР  
«19» квітня 2024 року

**ЗАВДАННЯ № 04**

**НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ БАКАЛАВРА**

**ГРУПА АТ6-605**

\_\_\_\_\_ Дзьоби Дениса Віталійовича \_\_\_\_\_

1. Тема проекту: Підвищення ефективності технологічного процесу технічного обслуговування і ремонту генератора автомобіля DAF XF-105.

Керівник проекту: к.т.н., доцент кафедри МТ ТНТУ Ткаченко І.Г.

Затверджені наказом ВСП «Тернопільський фаховий коледж ТНТУ імені Івана Пулюя» від 17.04.2024р. №4/9-186.

2. Строк подання студентом проекту: «24» червня 2024 року.

3. Вихідні дані до проекту: Технічні характеристики генератора автомобіля DAF XF-105. Типові ознаки несправності генератора автомобіля DAF XF-105. ТП діагностики та ТО генератора автомобіля DAF XF-105. Розрахунок виробничої програми підприємства. Аналіз технологічного забезпечення ремонтної зони підприємства. Технічні характеристики ремонтного обладнання та оснастки.

4. Зміст роботи (перелік питань, які потрібно розробити): Загально-технічний розділ. Технологічний розділ. Конструкторський розділ. Охорона праці та безпека життєдіяльності.

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

1. Генератор (СК)(ф.-А1).

2. Робочі характеристики генератора (ф.-А1).

3. Карта поетапного доступу до компонентів генератора по рівнях (ф.-А1).

4. Пристрій для контролю ротора генератора (СК)(ф.-А1).

5. Аналіз характеристик та схем підключення генератора (ф.-А1).

6. Основні формули розрахунку та осцилограми генераторної установки (ф.-А1).

6. Консультанти розділів проекту

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Охорона праці та безпека життєдіяльності			

7. Дата видачі завдання «19» квітня 2024 р.

**КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН**

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту	Строк виконання етапів проекту	Примітка
1.	Загально-технічний розділ	15.05.2024	
2.	Технологічний розділ	24.05.2024	
3.	Конструкторський розділ	31.05.2024	
4.	Охорона праці та безпека життєдіяльності	12.06.2024	
5.	Розробка графічної частини кваліфікаційної роботи бакалавра	17.06.2024	
6.	Представлення кваліфікаційної роботи бакалавра до захисту	24.06.2024	

Студент \_\_\_\_\_  
(підпис)

Денис ДЗЬОБА  
(ім'я та прізвище)

Керівник роботи \_\_\_\_\_  
(підпис)

Ігор ТКАЧЕНКО  
(ім'я та прізвище)

## АНОТАЦІЯ

Дзьоба Д.В. Підвищення ефективності технологічного процесу технічного обслуговування і ремонту генератора автомобіля DAF XF-105: кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня бакалавра за спеціальністю 274 «Автомобільний транспорт». Тернопіль: ВСП «ТФК ТНТУ», 2024. 94с.

Кваліфікаційна робота присвячена підвищенню ефективності діагностики і ремонту генератора.

Для досягнення поставленої мети вирішено задачі визначено методи вирішення поставлених задач та актуальність теми роботи; конструктивні особливості генератора CA 1035 IR автомобіля DAF XF 105. Здійснено вибір об'єкту і показників для порівняння проектних рішень, обґрунтування початкових даних перспективного напрямку розвитку ремонтного підприємства. Описано режим роботи підрозділу та режим праці і відпочинку працюючих та організація і управління підприємством. Описано аналіз робочих характеристик генератора змінного струму CA 1035 IR автомобіля DAF XF 105, , дефектація деталей генератора CA 1035 IR та встановлення генератора на двигун. Підібрано обладнання, пристосувань, інструменту для розбірно-складальних робіт. Побудовано схему технологічного процесу ремонту генератора CA 1035 IR, графічну модель конструкції, побудовано матриці взаємних контактів деталей, побудовано матриці рівнів доступу та можливих варіантів черговості та виконання операцій. Розраховано виробничі параметри ремонтного підрозділу. Здійснено аналіз існуючих пристроїв для діагностування та ремонту автомобільних генераторів, опис стенду для діагностики генераторів, опис пристрою для контролю ротора генератора та розрахунок деталей затискача стенду на міцність. Розраховано інші параметри генератора. Розглянуто питання охорони праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях; оформлено графічну частину роботи.

Ключові слова: генератор, технологічний процес ремонту генератора, операція, ремонт генератора, електротехнічна дільниці, форма організації виробництва, технічне обслуговування, діагностика генератора.

## ANNOTATION

Beak D.V. Increasing the efficiency of the technological process of maintenance and repair of the generator of the DAF XF-105 car: qualifying work for obtaining a bachelor's degree in specialty 274 "Automotive transport". Ternopil: VSP "TFC TNTU", 2024. 94p.

The qualification work is dedicated to increasing the efficiency of generator diagnostics and repair.

In order to achieve the goal, the tasks were solved, the methods of solving the tasks and the relevance of the work topic were determined; design features of the CA 1035 IR generator of the DAF XF 105 car. The selection of the object and indicators for the comparison of design solutions, substantiation of the initial data for the perspective direction of the development of the repair enterprise was carried out. The mode of operation of the unit and the mode of work and rest of employees, as well as the organization and management of the enterprise, are described. The analysis of the performance characteristics of the alternator CA 1035 IR of the DAF XF 105 car, the defecting of the parts of the generator CA 1035 IR and the installation of the generator on the engine is described. Selected equipment, devices, tools for disassembly and assembly work. A scheme of the technological process of repair of the SA 1035 IR generator, a graphic model of the structure, a matrix of mutual contacts of parts, a matrix of access levels and possible variants of sequence and performance of operations were constructed. The production parameters of the repair unit are calculated. An analysis of existing devices for diagnosing and repairing automobile generators, a description of the stand for diagnosing generators, a description of the device for monitoring the generator rotor and calculation of the details of the stand clamp for strength was carried out. Other parameters of the generator are calculated. The issue of labor protection and safety in emergency situations was considered; the graphic part of the work is designed.

Key words: generator, technological process of generator repair, operation, generator repair, electrical engineering department, form of production organization, maintenance, generator diagnostics.

## ЗМІСТ

<b>ВСТУП.....</b>	<b>7</b>
<b>1 ЗАГАЛЬНИЙ РОЗДІЛ.....</b>	<b>9</b>
1.1 Характеристика автомобіля DAF-XF105.....	9
1.2 Опис конструктивних особливостей генератора СА 1035 IR автомобіля DAF XF 105.....	11
1.3 Вибір об'єкту і показників для порівняння проектних рішень.....	15
1.4 Обґрунтування початкових даних перспективного напрямку розвитку ремонтного підприємства.....	16
1.5 Режим роботи підрозділу та режим праці і відпочинку працюючих.....	17
1.6 Організація і управління підприємством.....	18
<b>2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ.....</b>	<b>20</b>
2.1 Аналіз робочих характеристик генератора змінного струму СА 1035 IR автомобіля DAF XF 105.....	20
2.2 Аналіз технології, способів та засобів для визначення технічного стану деталей і вузлів.....	27
2.3 Можливі несправності генератора і способи їх усунення.....	29
2.4 Зняття генератора СА 1035 IR з автомобіля DAF XF 105.....	32
2.5 Дефектація деталей генератора СА 1035 IR.....	33
2.6 Встановлення генератора на двигун.....	39
2.7 Підбір обладнання, пристосувань, інструменту для розбірно-складальних робіт .....	40
2.8 Схема технологічного процесу ремонту генератора СА 1035 IR.....	40
2.9 Побудова графічної моделі конструкції.....	49
2.9.1 Побудова матриці взаємних контактів деталей.....	49

					<i>КРБ.605.04.00.00.000ПЗ</i>			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Дзьоба Д.В.			Підвищення ефективності технологічного процесу технічного обслуговування і ремонту генератора автомобіля DAF XF-105	Літ.	Арк.	Аркушів
Перевір.		Ткаченко І.Г.					5	
Реценз.						<i>ВСП «ТФК ТНТУ» АТб-605</i>		
Н. Контр.		Залуцька Н.В.						
Затверд.								

2.9.2 Побудова матриць рівнів доступу та можливих варіантів черговості виконання операцій.....	51
2.10 Розрахунок виробничих параметрів ремонтного підрозділу.....	53
<b>3 КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ.....</b>	<b>56</b>
3.1 Аналіз існуючих пристроїв для діагностування та ремонту автомобільних генераторів.....	56
3.2 Опис стенду для діагностики генераторів.....	60
3.3 Опис пристрою для контролю ротора генератора.....	62
3.4 Розрахунок деталей затискача стенду на міцність.....	65
3.5 Розрахунок основних деталей пристрою.....	67
3.6 Розрахунок основних розділів генератора.....	71
<b>4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ.....</b>	<b>83</b>
4.1 Характеристика ділянки з точки зору охорони праці та заходи по покращенню умов праці і техніки безпеки для ділянки.....	83
4.2 Розрахунок штучного заземлення.....	86
<b>ВИСНОВКИ.....</b>	<b>92</b>
<b>ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ.....</b>	<b>93</b>
<b>ДОДАТКИ.....</b>	<b>95</b>

## ВСТУП

Автомобільний транспорт як галузь матеріального виробництва здійснює властивий йому виробничий процес. Особливість продукції цього процесу полягає в тому, що вона є одночасно і виробничим процесом, і продукцією транспорту. Виробляючи продукцію, автотранспортні засоби витрачають свою потенціальну енергію, передбачену при проектуванні і реалізовану в сфері виробництва, погіршують технічний стан, втрачають працездатність. [9]

Підтримання автомобілів у стані високої експлуатаційної надійності за мінімальних трудових і матеріальних витрат і створення безпеки праці для умов дорожнього руху і навколишнього середовища є головною метою діяльності служби технічної експлуатації (ТЕ). У зв'язку з цим особливого значення набувають питання сучасного проектування і раціонально обґрунтованої реконструкції підприємств автомобільного транспорту, покликані забезпечити відповідність вимог рухомого складу в технічному обслуговуванні і ремонті, можливостей виробничої технічної бази (ВТБ) цих підприємств. Це одна з головних умов поліпшення якості технічного обслуговування і ремонту автомобілів, підвищення продуктивності праці і ефективності всього суспільного виробництва. Підвищення якості виробничої бази автомобільного транспорту зобов'язує при проектуванні і реконструкції невідкладно вирішувати такі питання як скорочення частки ручної праці, впровадження комплексної механізації і автоматизації, удосконалення технологічних процесів ТО і ремонту автомобілів і контроль якості заключних операцій. [9]

На автотранспортних підприємствах при технічному обслуговуванні автомобілів все ширше впроваджуються засоби діагностування і нові форми праці: бригадний підряд, оцінка діяльності праці по кінцевому результату.

Все це потребує пришвидшеного розвитку матеріально-технічної бази підприємств, подальшого вдосконалення процесів, технічного обслуговування і ремонту автомобілів, впровадження більш широкої механізації робіт, які виконуються і поліпшення організації виробництва. [9]

					<i>КРБ.605.04.00.00.000ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		7



Механізація робіт полегшує і прискорює багато технологічних процесів, тому від робітників, які обслуговують автомобілі, зараз вимагають не тільки знання їх будови, але й практичні навички. Користування сучасним обладнанням, та вміння застосовувати необхідні пристрої, інструменти, контрольно-вимірювальну апаратуру при діагностуванні автомобілів. Застосування досконалого обладнання при технічному обслуговуванні і ремонті не виключає виконання загально-слюсарних операцій, якими повинен володіти кожних робітник-ремонтник. Слюсар по ремонту автомобілів повинен мати чітку уяву про основні методи і способи відновлення деталей, технології ремонтних робіт, включаючи питання збирання і випробовування автомобілів після капітального ремонту. [9]

					<i>КРБ.605.04.00.00.000ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		8

# 1 ЗАГАЛЬНО-ТЕХНІЧНИЙ РОЗДІЛ

## 1.1 Характеристика автомобіля DAF-XF105



Рисунок 1.1 - Автомобіль DAF-XF105

Поява в 2005 році серії XF105 з новим двигуном було викликано необхідністю створення нової флагманської вантажівки, що відповідає вимогам норм Євро-4/Євро-5. Ця найбільш сучасна і дорога серія, таким чином, не замінює вантажівки XF95, які будуть випускатися для країн, де продовжують діяти норми Євро-3. [10]

Шасі серії XF105 випускаються повною масою 18 (колісна формула 4x2), 24,9 (6x2), 25,087 (6x2), 25,7 (6x2), 26 (6x2) і 32 т (8x4). Колісна база становить від 4,2 до 6,9 м.

					<i>КРБ.605.04.00.00.000ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		9

Сідельні тягачі мають колісну формулу 4x2 (повна маса - 18 т, у складі автопоїзда - 40 т), 6x2 (від 23 до 26 т, у складі автопоїзда - 44 т), 6x4 (26 т, у складі автопоїзда - 60 т) і 8x4 (36 т, у складі автопоїзда - 58 т). Колісна база у двовісних сідельних тягачів дорівнює 3,6 м, у тривісних - від 3,1 до 4,55 м, у чотиривісних - 4,8 м. Тягачі з низьким розташуванням опорноцепного пристрої (96 см) можуть перевозити в складі автопоїзда, висота якого не перевищує 3 м, вантаж об'ємом до 100 м<sup>3</sup>. [10]

Зовні автомобіль XF105 відрізняють новий дизайн сталевого бампера з чотирма круглими протитуманними фарами, решітка радіатора великого розміру, інкрустована алюмінієвої декоративної смужкою, нові бічні і задні дзеркала заднього виду, виконані в колір кабіни, ксенонові блок-фари, а також додаткові прожекторні фари, інтегровані в дах кабіни Super Space Cab. [10]

Принциповою відмінністю інтер'єру кабіни XF105, в порівнянні з XF95, є сильно зменшений горбок тунелю підлоги, що пов'язано із застосуванням нових двигунів PACCAR MX, мають меншу висоту, ніж у двигунів DAF XE. Панель приладів оформлена багатше - під алюміній або дерево. Крім того, на щитку приладів розташувався додатковий стрілочний показчик рівня добавки AdBlue у «мочевіновом» баку. [10]

Мотори PACCAR MX, що встановлюються на машини XF105, мають потужність 410, 460 і 510 к.с. Ємність бака з добавкою AdBlue становить 50 або 75 л (бака з таким обсягом може вистачити на 4,5 тис. км пробігу). [10]

У 2006 році відбулася світова прем'єра системи телематики DAF, призначеної для обміну даними і управління парком рухомого складу. Система складається з вдало вбудованого в один з трьох слотів стандарту DIN на приладовій панелі автомобілів XF105 (а також CF), бортового комп'ютера і Інтернет порталу. З'єднання вантажівки і бази здійснюється за допомогою системи GPRS, за допомогою якої передається інформація про можливість зміни маршруту і про поїздку в цілому. Унікальність системи телематики полягає в можливості з'єднання навігації з обміном повідомленнями. Ця функція дозволяє відправляти з транспортної компанії в систему, встановлену

					<i>КРБ.605.04.00.00.000ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		10

на борту вантажного автомобіля, що перебуває у рейсі, найкращий маршрут руху, який може автоматично відображатися на екрані перед водієм. Окрім обміну повідомленнями та навігації, можливий пошук вкраденого автомобіля, контроль температури вантажу і т. ін. [10]

## 1.2 Опис конструктивних особливостей генератора CA 1035 IR автомобіля DAF XF 105

Таблиця 1.1 – Характеристика генератора автомобіля DAF XF 105

Назва запчастини:	Генератор
Виробник:	DAF
Номер запчастини:	CA 1035 IR
Використовується:	DAF XF 95 DAF XF 105 DAF CF 85
Характеристики:	Ø шківа [мм]: 86мм З вбудованим регулятором напруги Кількість ребер: 7 Напруга [В]: 24V Ременний шків: з ременним шківом вільного ходу. Струм зарядки від генератора (А): 80А

## CA 1035 IR



**W** 24 V. 80 Amp.

**A:**      **B: 80.0** **C:**      **mm.**

DAF, MAN, Mercedes Benz,  
Renault V.I.

Рисунок 1.2 – Зовнішній вигляд генератора CA 1035 IR

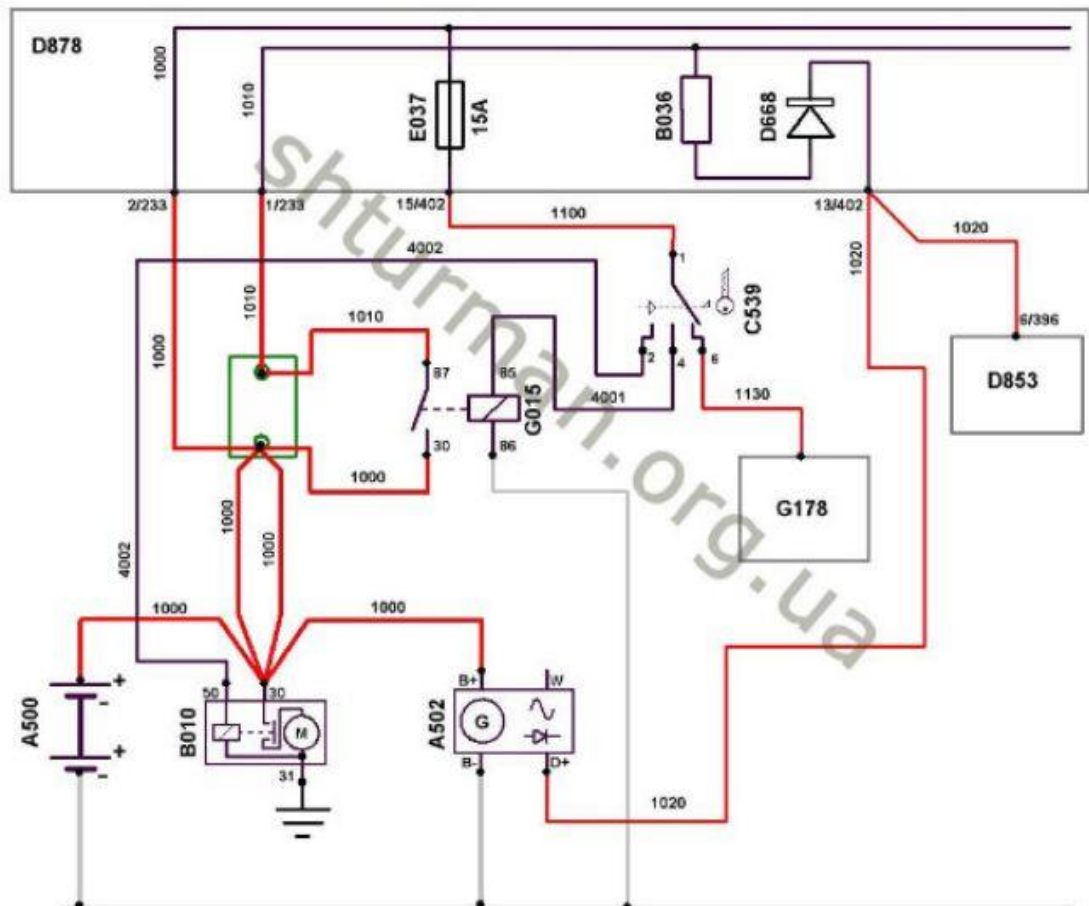


Рисунок 1.3 – Схема електрична підключення генератора CA 1035 IR:

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

КРБ.605.04.00.00.000ПЗ

Арк.

12

A500 Акумулятор; A502 Генератор; B010 Стартер; E037 Запобіжники; B036 Опір системи запуску генератора; D878 Центральний блок реле і запобіжників; D668 Діод<="" div=""> ; C539n Контактні групи замка запалювання; D853 Вказівник несправності (панель приладів); G178 Реле АСС (блок реле і запобіжників); G015 Головне реле запалювання. [10]

Генератор, є основним джерелом електричної енергії на автомобілі, служить для живлення всіх споживачів при працюючому двигуні. Він забезпечує так само підзарядку акумуляторних батарей. На сучасних автомобілях використовують генератори змінного і постійного струму.

До генераторів ставляться такі вимоги, як простота конструкції, довговічність і надійність в експлуатації, малі габарити, маса і вартість, забезпечення заряду акумуляторних батарей при малій частоті обертання колінчастого вала двигуна на режимі холостого ходу та інші. Цим вимогам у великій мірі задовольняють генератори змінного струму, які знаходять все більш широке застосування. Вони встановлюються, зокрема, на всіх досліджуваних автомобілях. [10]

Принцип дії генератора постійного струму: кінці провідника, що обертається в магнітному полі постійного магніту, виведені на колекторні пластини (півкільця), до яких пружинами підтискаються щітки, а з них електричний струм надходить в зовнішню ланку для живлення споживачів.

При обертанні вигнутого у вигляді рамки провідника його витки перетинають магнітні силові лінії, в результаті чого в них ЕРС індукції, напрямок якої визначається за правилом правої руки. Хоча напрямок ЕРС в протилежних сторонах рамки різному і змінюється через кожні пів обороту, напрям ЕРС з'єднані з рамкою колекторні пластини переходять з одної щітки на іншу. Сила струму в ланці за один повний оберт рамки змінюються від нуля до максимуму двічі, тобто струм виходить пульсуючим. Для згладжування пульсації обертову обмотку генератора (обмотку якоря виконують з декількох витків, виведених на окремі колекторні пластини). [10]

					<i>КРБ.605.04.00.00.000ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		13

Принцип дії генератора змінного струму аналогічний, однак замість колекторних пластин в ньому використовуються ізольовані один від одного кільця, з яких знімається напруга для живлення споживачів через випрямний пристрій. У автомобільних генераторів змінного струму магнітне поле утворюється при проходженні електричного струму через нерухомі обмотки статора, а обертова обмотка пов'язана з валом ротора, що приводиться від двигуна. [10]

Генератор - трифазний, синхронний, з електромагнітним збудженням, номінальною потужністю 800Вт і напругою 24В.

Статор генератора зібраний з тонких ізольованих один від одного пластин, виготовлених з електротехнічної сталі, чим забезпечується зменшення нагріву від впливу вихрових струмів. У вісімнадцяти рівномірно розташованих по колу пазах статора розташована трифазна обмотка, з'єднана в зірку з нульовим проводом, який виведений на клеми. Кожна фаза обмотки статора включає в себе шість послідовно з'єднаних котушок. [10]

Ротор складається з вала з напресованими на нього сталеві втулки і двома дзьобоподібними полюсними наконечниками, що утворюють дванадцять полюсну магнітну систему. Обмотка збудження генератора виконана на втулці. Кінці цієї обмотки виведені до ізольованим один від одного контактним кільцям, до яких пружинами підтискаються щітки. Вал ротора обертається в двох кулькових підшипниках встановлених у кришці. Обидва підшипники мають двостороннє ущільнення, змащення закладається в них на заводі і в процесі експлуатації її заміна або поповнення не проводиться. [10]

Кришки генератора відлиті з алюмінієвого сплаву, в них виконані вентиляційні вікна для обдування генератора повітрям, засмоктує вентилятором. У кришку вмонтовано випрямний блок з кремнієвих діодів. Плюсовий вивід випрямного блоку з'єднаний з плюсовою клемою амперметра, а другий вивід з корпусом генератора (масою). [10]

Щітковий вузол об'єднує пластмасовий щіткотримач, інтегральний регулятор напруги (РН), перемикач сезонного регулювання і мідно-графітові

					<i>КРБ.605.04.00.00.000ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		14

щітки з пружинами. ІРН встановлений на підставці щіткотримача і за допомогою клем з'єднаний з генератором і зовнішньою ланкою. Перемикач сезонного регулювання служить для збільшення напруги генератора в зимовий час. З його допомогою включається резистор. [10]

### **1.3 Вибір об'єкту і показників для порівняння проектних рішень**

Діюче підприємство для виконання ремонтних робіт не має в достатній кількості виробничих площ.

Організацію технологічних процесів здійснюють на основі типової технології ТО, ремонту з діагностуванням автомобіля.

Перед ТО-2 автомобілі піддають попередньому діагностуванню Д-2. Завершальне діагностування Д-1 виконується після ТО або вибірково після ремонту.

У зону ТО-2 автомобілі надходять після діагностування за графіком. На даному підприємстві підтримується незмінний фонд агрегатів і вузлів, тому справні автомобілі скеровуються на ТО-2 зразу ж після Д-2. [10]

Разом з попереднім діагностуванням виконуються регулювальні операції невеликої трудомісткості і роботи заміни дрібних деталей.

На дільниці ТО-2 виконуються ремонтні операції з трудомісткістю не більше 0,5...0,7 люд.год. Усі автомобілі після ТО-2 піддають Д-1, якщо при діагностуванні не виявлено ніяких порушень, тоді автомобіль допускають до експлуатації. [10]

На даний час зона ремонту працює у одну зміну. Зони і підготовче виробництво потребують вдосконалення структури парку обладнання, а саме його модернізації та заміни старого. І саме тому підготовче виробництво розвинуто слабо.

ТОВ не спроможне притримуватися планово-попереджувальної системи технічної експлуатації ДТЗ. З попередженням відмов та несправностей, з усього

					<i>КРБ.605.04.00.00.000ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		15



обсягу регламентних робіт з ТО-1 та ТО-2 ТОВ проводить тільки змащувальні та шинні роботи. Миття та прибирання машин проводиться тільки при необхідності.

За об'єкт для порівняння проектних рішень не можна приймати всі показники діючого підприємства. [10]

Техніко-експлуатаційні і економічні показники діючого підприємства в даний момент дуже низькі.

Останнє пояснюється по-перше організаційними причинами, по друге поганим станом виробничотехнічної бази, а саме відсутністю потрібної номенклатури і достатньої кількості технологічного обладнання, відсутністю запчастин, експлуатаційних матеріалів (палива, мастил, тощо), віковою структурою дорожніх транспортних засобів. [10]

Зміна і випадковість як державних так і власних замовників на перевезення значно впливають на значення коефіцієнтів використання пробігу, коефіцієнт використання вантажності, середній час простоювання дорожніх транспортних засобів під навантаженням і розвантаженням. Отож ці показники за останні 5 років не можна прийняти для порівняння. [10]

#### **1.4 Обґрунтування початкових даних перспективного напрямку розвитку ремонтного підприємства**

Згідно перспективного плану розвитку підприємства вирішення питання розвитку виробничої бази, вдосконалення технологій, підвищення організаційного рівня можливі, якщо показники роботи досягнуть таких значень:

- коефіцієнт використання пробігу  $v = 0,85$ ;
- динамічний коефіцієнт використання вантажності  $\gamma = 0,75$ ;
- середній час простоювання ДТЗ під навантаженням і розвантаженням  $t_{n-p} = 0,5$  год.

Названі значення показників прийняті з досвіду роботи ТОВ середнього розміру, що відповідають сучасним вимогам до ТОВ. Час в наряді  $T_n$ ; режим роботи  $D_p$ , число робочих змін, а також середня експлуатаційна швидкість  $V_e$  прийн-

					<i>КРБ.605.04.00.00.000ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		16

ята з аналізу цих показників за останні 10 років даного ТОВ та на перспективний період, а саме:  $T_n = 8$  год.;  $D_p$  — 255 днів, числом робочих змін

$$n = 1, V_e = 22,0 \text{ км/год.}$$

Природнокліматичні умови експлуатації: кліматичний район території України - помірний; тип рельєфу місцевості - 450 м (пагорбний), тип дорожнього полотна - цементобетон, умови руху - приміська зона і великі міста, отже категорія умов експлуатації 3. [10]

### **1.5 Режим роботи підрозділу та режим праці і відпочинку працюючих**

Режим роботи підприємства, а також всіх працюючих включає в себе регламентацію кількості робочих днів в тижні, тривалість робочої зміни, кількість змін, час початку і закінчення робочої зміни. [11]

Кількість робочих днів на дільниці по ремонту двигунів становить 265 днів. Тривалість робочої зміни – 8 годин або 40 годин на тиждень.

Робочий день починається в 8<sup>00</sup> та закінчується о 17<sup>00</sup>.

Перерва на обід з 13<sup>00</sup> до 14<sup>00</sup>.

Під режимом праці розуміють тривалість виробничої діяльності та відпочинку робітників у відповідності з встановленим порядком на виробництві. Режим праці та відпочинку класифікують на внутрішній та річний.

Внутрішній режим характеризується порядком чергування часу праці і відпочинку на протязі робочого дня. [11]

Характер тижневого і річного режиму праці та відпочинку визначається прийняттям системи графіків.

В будь – якому випадку організації роботи на підприємстві у відповідності до закону України про працю працівник повинен відпрацьовувати 40 годин на тиждень або у випадку шкідливих робіт – 36 годин. Крім того робітники повинні мати святкові, вихідні і неробочі дні. [11]

					<i>КРБ.605.04.00.00.000ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		17

## 1.6 Організація і управління підприємством

Організація і управління автотранспортним підприємством поділяється на організацію перевізного процесу (експлуатацію автотранспортних засобів) і організацію обслуговування і ремонту автотранспортних засобів на підприємстві (управління виробництвом технічного обслуговування і ремонту автотранспортних засобів). [11]

Для розробки в дипломному проекті підприємства з кількістю автомобілів 165 одиниць приймаємо централізовану систему управління виробництвом ТО і ремонту автотранспортних засобів.

Основні положення цієї системи:

- управління виробництвом технічного обслуговування і ремонту автотранспортних засобів здійснюється центром управління виробництва (ЦУВ);
- виробничі підрозділи приймаються за видами технічних дій: ТО - 1, ТО - 2, ПРА;
- створюється централізований комплекс підготовки виробництва, в обов'язки якого входить контракування оборотного фонду, доставка агрегатів, вузлів і деталей на робочі місця та з робочих місць, забезпечення робочим інструментом, а також перегін автомобілів в зонах ТО і ремонту;
- обмін інформацією між ЦУВ і всіма виробничими підрозділами здійснюється з допомогою двостороннього диспетчерського зв'язку, засобів автоматики, телемеханіки та комп'ютерної техніки. [11]

Схема організаційної структури управління підприємства розроблена з врахуванням місцевих умов.

Директор є керівником підприємства. Він розпоряджається всіма засобами підприємства, здійснює підбір і розстановку кадрів, контролює діяльність підрозділів, несе відповідальність за виконання державного плану і дотримання фінансової дисципліни. [11]

Головний інженер очолює технічну службу і несе відповідальність за технічний стан ДТЗ, стан і розвиток технічної бази, матеріально-технічне

					<i>КРБ.605.04.00.00.000ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		18

постачання. Для виконання своїх обов'язків головний інженер має два основних підрозділи: майстерні, очолювані начальником майстерень, і гараж, очолюваний начальником гаража. Крім головних виробничих підрозділів головному інженеру підпорядковується ряд підрозділів і служб, які займаються технічною підготовкою виробництва, експлуатацією і ремонтом будівель, споруд і технічних засобів, матеріально-технічним постачанням. [11]

Плановий відділ здійснює перспективне, річне і квартальне техніко-економічне планування, доводить планові завдання до виробничих підрозділів, веде статистичний облік, аналізує діяльність підприємства, займається плануванням праці і заробітної плати. [11]

Бухгалтерія здійснює облік матеріальних і грошових цінностей, розрахунки з працівниками і службовцями, облік всієї діяльності підприємства в грошовому вираженні, контроль за законністю і доцільністю господарських операцій, складає бухгалтерську звітність.

Відділ кадрів здійснює прийом, звільнення і ведення особових справ всього персоналу підприємства, вивчає правильність використання працівників і слідкує за їх просуванням по службі. [1]

Господарська частина здійснює експлуатацію, утримання і ремонт будівель на території ТзОВ. Капітальне будівництво і реконструкцію виробничих і інших будівель виконують виробничо-технічні відділи і відділи капітального будівництва.

					<i>КРБ.605.04.00.00.000ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		19

## 2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ

### 2.1 Аналіз робочих характеристик генератора змінного струму СА 1035 IR автомобіля DAF XF 105

Автомобільний генератор змінного струму з вбудованим напівпровідниковим випрямлячем являє собою трифазну синхронну електричну машину з електромагнітним збудженням. Генератори змінного струму складаються з ротора, статора, кришки з боку контактних кілець, кришки з боку привода, шківів, вентилятора і напівпровідникового випрямляча.

Ротор генератора складається з вала із закріпленою на ньому втулкою з котушкою збудження і полюсними наконечниками. У практиці автобудування набули поширення ротори з 12 полюсами, тобто шістьма парами полюсів ( $p = 6$ ). [12]

Обмотки трьох фаз статора при потужності генератора до 500...700 Вт з'єднані в зірку, при більшій потужності – в трикутник. Кожна фаза має по декілька послідовно з'єднаних між собою котушок.

Кришки генератора відливають з алюмінієвого сплаву, посадочні місця під підшипники армують чавунними або сталевими втулками. [12]

Пластмасовий щіткотримач з вугільно-графітовими щітками кріпиться на кришці з боку контактних кілець. При використанні інтегрального регулятора напруги його розташовують на щіткотримачі.

Вентильний блок має шість напівпровідникових діодів, з'єднаних у двопівперіодну схему випрямлення трифазного струму. Вентильний блок кріпиться в кришці з боку контактних кілець. Виводи вентилів з'єднані проводами між собою та обмотками фаз генератора. [12]

					<i>КРБ.605.04.00.00.000ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		20

Клема "+" генератора виходить від ізолюваного радіатора вентиляного блока, а клема "-" – від корпусу (кришки) генератора.

Генератори змінного струму мають ряд переваг перед генераторами постійного струму: меншу масу і габарити при тій самій потужності; більший ресурс при вищому рівні безвідмовності; відсутність колектора у силовому колі, (струм збудження не більше 0,1...0,2 від струму генератора, що знижує знос кілець і відповідно експлуатаційні витрати), менша витрата міді в 2... 2,5 раза, можливість підвищити частоту обертання генератора відносно частоти обертання двигуна більш ніж у 2,5 раза. При такій частоті обертання генератор на холостих обертах двигуна розвиває до 25...50 % своєї номінальної потужності та забезпечує заряд акумуляторної батареї. [12]

Електрорушійна сила (ЕРС), яку розвиває генератор

$$E = cn\Phi , \quad (2.1)$$

де  $c$  – коефіцієнт, визначуваний конструкцією генератора;

$\Phi$  – магнітний потік;

$n$  – частота обертання ротора,  $\text{хв}^{-1}$ .

Змінний струм в обмотці статора генератора (А):

$$I = \frac{E}{\sqrt{(r + R)^2 + X_L^2}} , \quad (2.2)$$

де  $r$ ,  $X_L$  – активний та індуктивний опори обмотки статора;

$R$  – активний опір ввімкнених споживачів;

Індуктивний опір обмотки (Ом):

$$X_L = 2\pi fL , \quad (2.3)$$

або, якщо врахувати, що частота змінного струму

$$f = \frac{pn}{60} , \quad (2.4)$$

де  $p$  – число пар полюсів,

$$X_L = \frac{2\pi pL}{60} = c_x n , \quad (2.5)$$

					КРБ.605.04.00.00.000ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		21

$$c_x = \frac{2\pi p L}{60} \cdot \quad (2.6)$$

Тоді

$$I = \frac{cn\Phi}{\sqrt{(r+R)^2 + c_x^2 n^2}} \cdot \quad (2.7)$$

При малій частоті обертання ротора величина  $c_x^2 n^2$  порівняно з  $(r+R)^2$  мала, тому струм генератора збільшується майже пропорційно до частоти обертання. Із зростанням обертів величина  $c_x^2 n^2$  значно збільшується, що призводить до "самообмеження" сили струму генератора і дозволяє відмовитися від обмежувача струму, тобто захисту генератора від перевантаження. [12]

Без урахування залишкового магнітного потоку полюсів ротора величина магнітного потоку може бути визначена за формулою:

$$\Phi = i_3 (a + bi_3), \quad (2.8)$$

де  $i_3$  – струм збудження;

а і b – постійні коефіцієнти, визначувані конструкцією генератора.

Тоді величина випрямленої напруги на затискачах генератора

$$U_d = cni_3 (a + bi_3) - U_0 - zI_2, \quad (2.9)$$

де  $U_0$  – спад напруги на випрямлячі;

$z$  – комплексний опір обмотки статора;

$I_2$  – струм обмотки статора генератора.

Аналіз цієї залежності дозволяє зрозуміти, чому при відключенні акумуляторної батареї можливий вихід з ладу споживачів при різкому збільшенні обертів генератора. [12]

Технічний стан генератора, відповідність його контрольних параметрів технічним умовам, можливі несправності окремих його елементів (замикання в обмотках, пробій вентилів) можуть бути виявлені за його електричними

					<i>КРБ.605.04.00.00.000ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		22

характеристиками. Використовуючи їх, можна вирішити питання також про заміну початкової моделі генератора іншою і порівняти переваги і недоліки різних моделей генераторів. [12]

До основних характеристик генераторів відносять:

- характеристики холостого ходу;
- регулювальну характеристику;
- зовнішню характеристику;
- струмошвидкісну характеристику.

Характеристики розглядають для трьох частот обертання:

- мінімальної,  $n_{\min}$ ;
- середньої,  $n_{\text{ср}}$ ;
- максимальної,  $n_{\max}$ .

Під мінімальною частотою обертання розуміють частоту, при якій напруга генератора досягає в режимі холостого ходу ( $I_r=0$ ) номінальної величини  $U_{\text{гн}}=14$  В або 28 В.

Характеристика холостого ходу являє собою залежність напруги генератора від струму збудження  $U_{do} = f(i_z)$  при постійній частоті обертання  $n = \text{Const}$  і відсутності навантаження  $I_d = 0$ ; або залежність напруги генератора від частоти обертання  $U_{do} = f(n)$  при  $i_z = \text{Const}$  і  $I_d = 0$ . [12]

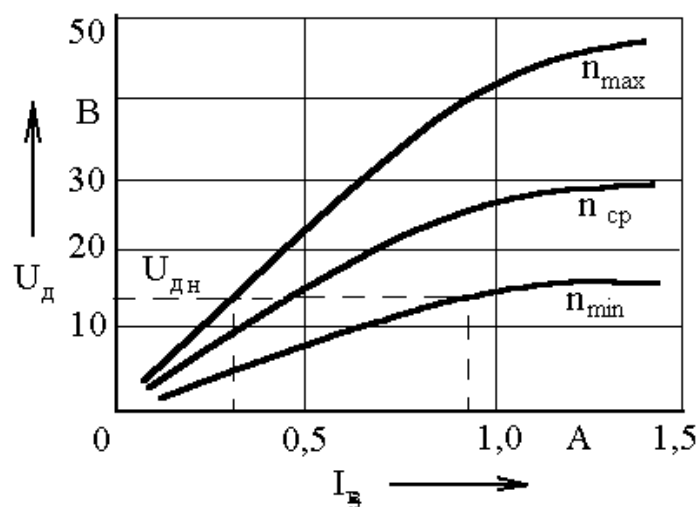


Рисунок 2.1 – Характеристики холостого ходу генератора  $U_{do} = f(i_z)$



Характеристику визначають або за фазною ЕРС, або за лінійним значенням  $E_{л} = \sqrt{3}E_{\phi}$ , або за випрямленою напругою холостого ходу

$$U_{do} = (2,0 \dots 2,15)E_{\phi}. \quad (2.10)$$

За характеристикою визначають мінімальне і максимальне значення струму збудження за відсутності навантаження. [12]

Регульовально-швидкісна характеристика виражає залежність струму збудження від частоти обертання при постійних значеннях навантаження і напруги, тобто  $i_z = f(n)$  при  $I_d = Const$ ,  $U_d = Const$  (рис. 2.2).

Характеристику знімають при трьох значеннях струму навантаження:

$$I_d = I_{d_{\max}}; I_d = 0.5I_{d_{\max}}; I_d = 0. \quad (2.11)$$

За характеристикою визначають діапазон зміни струму збудження, на який повинен бути розрахований регулятор напруги.

Зовнішня характеристика виражає залежність випрямленої напруги генератора  $U_d$  від струму навантаження  $I_d$  при постійних частоті обертання й струмі збудження, тобто  $U_d = f(I_d)$  при  $n = Const$ ,  $i_z = Const$ . Характеристика знімається при частоті обертання генератора  $n_{\max}$ ,  $n_{\text{ср}}$ ,  $n_{\min}$  (рисунок 2.3). [12]

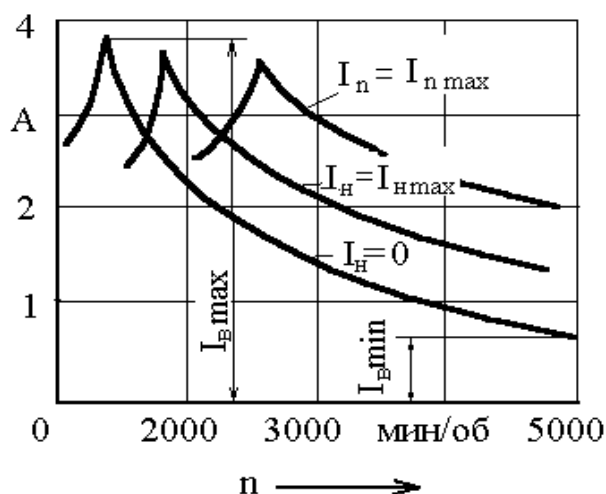


Рисунок 2.2 – Регульовально-швидкісна характеристика

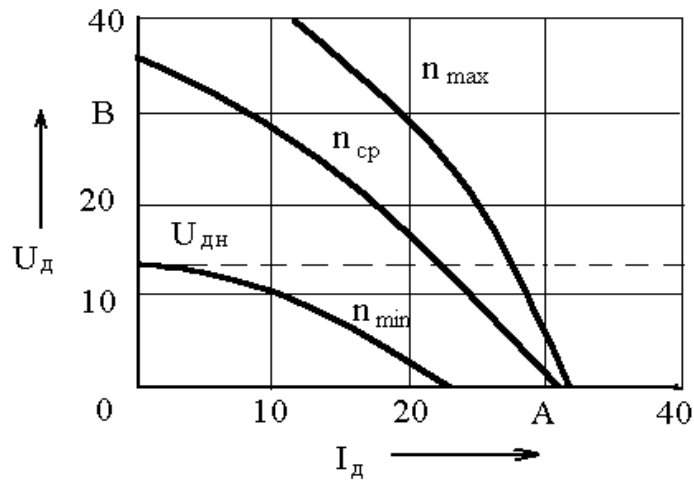


Рисунок 2.3 – Зовнішня характеристика генератора

Зниження напруги при збільшенні навантаження генератора відбувається через спад напруги в обмотках статора, зменшення магнітного потоку в повітряному зазорі та спад напруги в ланцюзі випрямляча. [12]

Струмошвидкісна характеристика – це залежність струму навантаження  $I_d$  від частоти обертання  $n$  ротора генератора при постійних значеннях випрямленої напруги  $U_d$  і струму збудження  $i_z$ , тобто  $I_d = f(n)$  при  $U_d = Const$ ,  $i_z = Const$ .

У технічних умовах на генератор вказують параметри:

$n_x$  – початкову частоту обертання на холостому ходу  $I_H=0$  ;

$n_p$  – розрахункову (або мінімальну робочу) частоту обертання;

$I_{d\max}$  – максимальний струм навантаження (струм самообмеження);

$n_{\max}$  – максимальну частоту.

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

КРБ.605.04.00.00.000ПЗ

Арк.

25

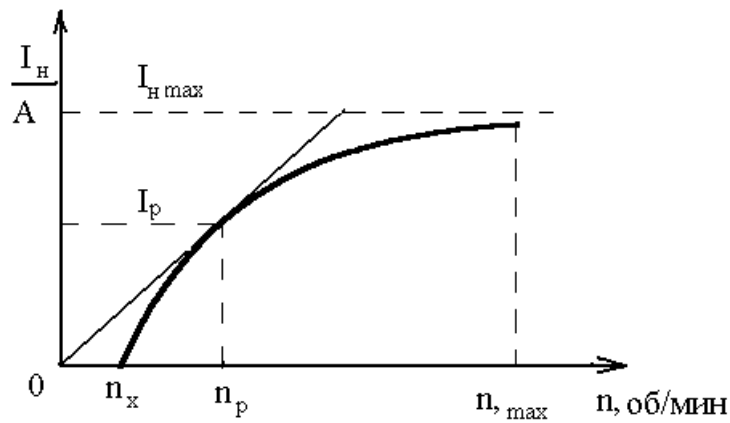


Рисунок 2.4 – Струмшвидкісна характеристика генератора

Дотична до кривої (рисунок 2.4) з початку координат визначає розрахункові параметри  $I_p$ ,  $n_p$  генератора. Розрахунковий струм складає близько 60% номінального. У розрахунковому режимі нагрів генератора найбільший.

На сьогодні замість розрахункових параметрів вказують мінімальну робочу частоту обертання ротора, що приблизно відповідає обертам холостого ходу двигуна (умовно беруть 1500 об/хв). Сила струму при цій частоті звичайно становить 40-50% від номінального струму генератора й повинна бути достатня для забезпечення живлення життєво важливих споживачів енергії на автомобілі. [12]

За струмшвидкісною характеристикою визначають  $I_{d \max}$  і, відповідно, потужність генератора

$$P_H = U_{дн} I_{d \max} . \quad (2.12)$$

Для автомобільних генераторів номінальна випрямлена напруга  $U_{дн}$  повинна становити 14 або 28 В.

## 2.2 Аналіз технології, способів та засобів для визначення технічного стану деталей і вузлів

Перед тим як вибрати способи і технічні засоби для визначення технічного стану деталі потрібно проаналізувати можливі дефекти, які може мати дана деталь під час експлуатації. [13]

В результаті експлуатації деталі в різних умовах, можуть змінювати геометричні параметри, фізико-механічні властивості поверхневих шарів металу, а також виникають і накопичуються пошкодження поверхонь. Втомні процеси, що виникають при експлуатації деталі в агресивному середовищі порушують щільність матеріалу, сприяють виникненню матеріалу поверхонь і злому деталей. Недотримання умов експлуатації може призвести до короблення деталей, деформацію під дією механічних навантажень, виникнень тріщин і зломів. [13]

Дефектування — це процес визначення технічного стану машин і агрегатів, внаслідок якого визначаються всі їх несправності.

Якість дефектування залежить від правильної організації робочого місця. Вона повинна бути достатньо освітлена, мати площадки для розміщення потрібної кількості обладнання. Під час дефектування деталі достатньо встановити, щоб вага не перевищувала допустимих розмірів. Для дослідження досягнення цього використовують без шкальні вимірювачі - граничні калібри: скоби, шаблони, щупи, пробки тощо. [13]

Є такі методи виявлення дефектів:

- органолептичний;
- виявлення прихованих дефектів;
- інструментальний за геометричними параметрами.

При виявленні цих методів, дефектів використовують універсальні та спеціальні засоби дефектування.

Універсальні - це штангенінструмент, оптичні тощо.

					<i>КРБ.605.04.00.00.000ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		27

До спеціальних засобів відносять: різні індикаторні пристрої для перевірки згину валів, зазорів у підшипниках.

Для генераторів використовують такі засоби дефектування: штангенциркуль ГОСТ 166-80 ТТЦ-I з двохсторонніми зубцями для зовнішніх і внутрішніх вимірів та лінійкою для вимірювання глибини, межі вимірювання від 0...125 мм. ШЦ-II з односторонніми губками і межами вимірювання 0-500 мм, 250-710 мм. [13]

Для перевірки різьбових отворів застосовують: прохідні різьбові проби (ПР, П-ПР), що контролюють зовнішній і приведений середній діаметр різьби; непрохідні різьбові проби - вони контролюють верхню межу середнього діаметра різьби. [13]

Для перевірки спрацювання вала застосовують: мікрометр МК 25-50, МК-50-75, діапазон вимірювання від 0...25 до 500...600 мм.

Для перевірки погнутості вала застосовують: індикаторні інструменти ИЧ-2, ИЧ-5 які використовуються для вимірювання із спеціальними пристроями - стояками.

Стандартно діючої єдиної системи технологічної документації (ЕСТД) передбачає два варіанти комплектності технологічних комплектів:

- комплект документів технологічного процесу (операції), який являє собою сукупність технологічних документів, необхідним і достатнім для виконання технологічного процесу (операції);

- комплект технічної документації сукупність комплектів документів технологічних процесів і окремих документів, необхідним і достатнім для виконання технологічних процесів при виготовленні і ремонтні виробу чи його складових частин. [13]

Технологічну документацію, яку розробляють і застосовують на ремонтних підприємствах у системі ФГ, оформляють відповідно до вимог стандартів ЄСТД з урахуванням, роз'яснень, викладених у ОСТ 70,0009,005-85 і РТМ 10-05,0001-87. [13]

					<i>КРБ.605.04.00.00.000ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		28

Цими документами передбачені різні види технологічних карт і відомостей до цих карт: маршрутна карта (МК), карта типового технологічного процесу (КТП). [13]

До групи відомостей відносять:

- відомість технологічних документів, які містять в комплекті документів технічного процесу;

- відомість деталей до типового технологічного процесу; відомість оснащення і обладнання.

Взаємопов'язана сукупність тих чи інших технологічних способів, обладнання і оснащення застосовують для ремонту виробу, являє собою різні варіанти технологічних процесів ремонту вибору, машини, агрегату, деталей у цілому. [13]

При розробці технологічних процесів, а також пов'язаних з ними методами керування і організації виробництва виникає необхідність комплексного аналізу можливих варіантів і вибору оптимальних для даних конкретних виробничих умов. Комплексний аналіз порівнюваних варіантів технологічних процесів передбачає розгляд технічної і економічної доцільності їх застосування. [13]

### 2.3 Можливі несправності генератора і способи їх усунення

Таблиця 2.2 - Несправності генератора і способи їх усунення

Можливі несправності генератора і способи їх усунення	
Причина несправності	Спосіб усунення
При роботі двигуна на середніх оборотах показчик напруги показує нижче 24 В	
Несправний регулятор напруги	Замінити регулятор напруги

Продовження таблиці 2.2

Слабо натягнутий ремень приводу	Натягнути ремень
Обрив проводів від виводів <+> або <Ш>	Провести ремонт проводів
Відсутній або ненадійний контакт між щітками і контактними кільцями	Очистити щікотримач від грязі, перевірити зусилля щіткових пружин, зачистити або проточити контактні кільця
Обрив ланки збудження	Усунути обрив ланки, особливо ретельно перевірити місця паяння виводів котушки збудження до контактних кілець і справність виводів котушки
Міжвиткове замикання або обрив в ланці одної з фаз обмотки статора генератора	Розібрати генератор, перевірити обмотку статора на відсутність обриву і замикання. Статор з несправною обмоткою замінити
Вихід з ладу одного з діодів випрямного блоку	Перевірити діоди за допомогою приладів або контрольної лампи. Блок з несправними діодами замінити
<b>Швидкий знос щіток і контактних кілець</b>	
Збільшення биття контактних кілець	Проточити і відшліфувати контактні кільця
Попадання масла на контактні кільця	Протерти контактні кільця і щітки серветкою, змоченою в бензині
Підвищений або знижений тиск щіткових пружин	Перевірити тиск щіткових пружин

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

КРБ.605.04.00.00.000ПЗ

Арк.

30

Продовження таблиці 2.2

Підвищений шум генератора	
Недостатня кількість мастила в підшипниках	Замінити підшипники
Зачіпання ротора за полюси стартера	Замінити кришку генератора
Знос підшипників	Замінити підшипники
Заїдання підшипників	Замінити підшипники
Вироблення посадочного місця під підшипник	Замінити кришку генератора
Ослабіло затягування стяжних гвинтів кришок генератора	Провести затягування стяжних гвинтів моментом 0,5 кгс·м
Поломка кронштейна і лап кріплення генератора. Часте ослаблення кріплення генератора	
Неправильний монтаж генератора на кронштейна	Встановити генератор (див. <Установка генератора на двигун>)
Збільшений дисбаланс шківів або ротора	Перевірити динамічне балансування шківів і ротора. Якщо дисбаланс перевищує 10 гс·м, провести балансування деталей
Підвищений дисбаланс двигуна	Перевірити динамічне балансування двигуна



## 2.4 Зняття генератора CA 1035 IR з автомобіля DAF XF 105

Для зняття генератора:

- від'єднати акумуляторну батарею від бортової мережі автомобіля;
- від'єднати дроти від генератора;
- зняти натяжну планку генератора;
- повернути генератор у бік блоку циліндрів двигуна і зняти пас;
- відвернути болти кріплення генератора і зняти генератор.

Генератор розбирати в наступному порядку:

- зняти щіткотримач з щітками;
- зняти кришку підшипника;
- відгвинтити стяжні гвинти генератора і зняти задню кришку із статором;
- від'єднати фазні кінці обмотки статора від випрямляча і зняти статор;
- зняти з якоря шків, вентилятор, шпонку і опорну втулку;

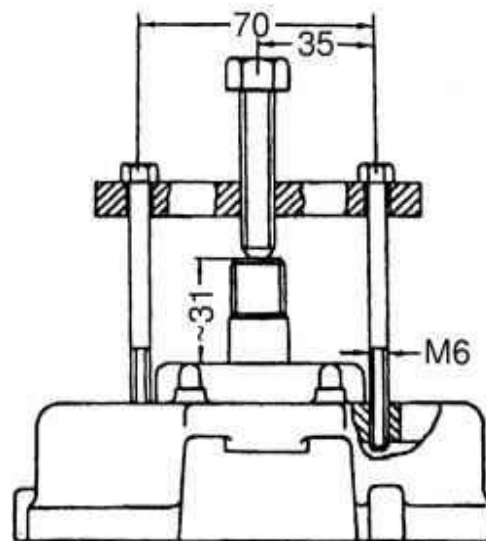


Рисунок 2.5 - Зняття передньої кришки генератора

- зняти з валу ротора передню кришку разом з підшипником, використовуючи різьбові отвори в кришці і спеціальне пристосування. [14]

					КРБ.605.04.00.00.000ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		32

## 2.5 Дефектація деталей генератора СА 1035 IR

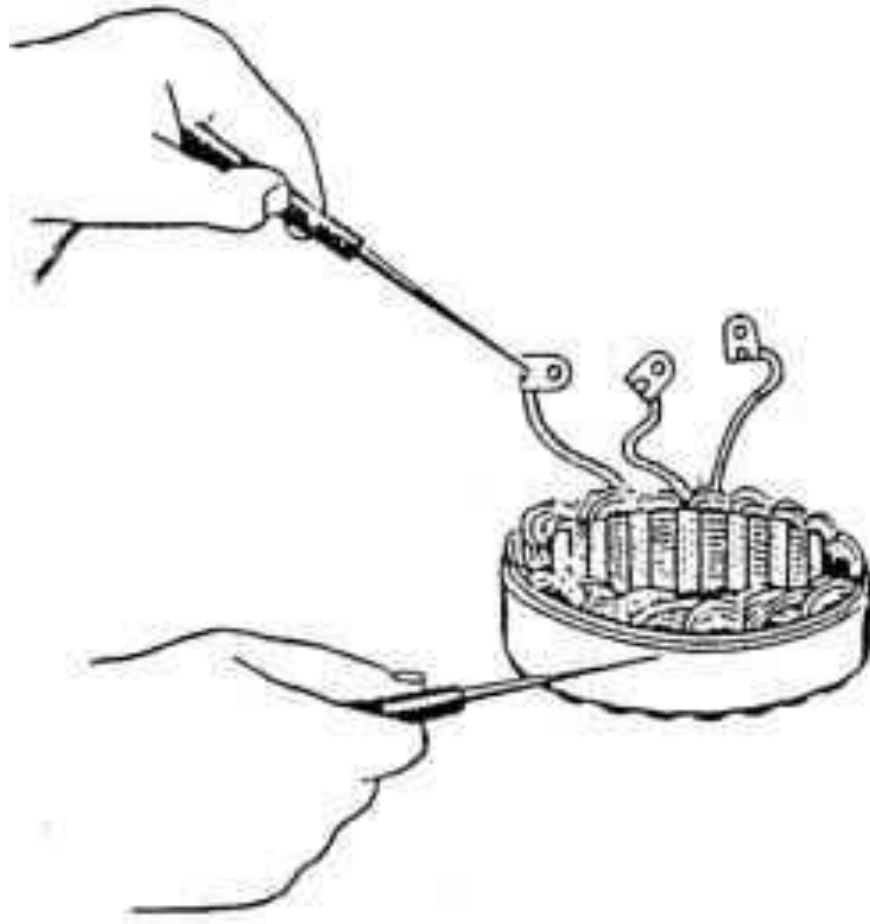


Рисунок 2.6 - Перевірка на відсутність замикання котушок статора на корпус

За допомогою контрольної лампи, включеної в мережу змінного струму, перевірити відсутність замикання котушок статора на корпус. При перевірці контрольною лампою з'єднати її з будь-яким виведенням обмотки статора і корпусом. При цьому наконечники не повинні торкатися корпусу. Лампа горіти не повинна. Якщо лампа горить, це указує на замикання обмотки статора на корпус. В цьому випадку необхідно усунути пошкодження або замінити статор.

					<i>КРБ.605.04.00.00.000ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		33



Рисунок 2.7 - Перевірка обмоток статора на обрив ланки

Потім слід перевірити справність обмоток статора. Для цього контрольна лампа по черзі підключається до двох наконечників виводів обмотки статора, при справній обмотці лампа повинна світити. Якщо між якими-небудь двома виводами лампа не світить, це вказує на обрив обмотки або на порушення з'єднання в середній крапці фаз. [14]

Обмотки статора також слід перевірити на відсутність міжвиткових замикань. Обмотки не повинні переміщатися в пазах, що може привести до перетирання ізоляції і міжвиткового замикання. [14]

На внутрішньому діаметрі статора мають бути відсутніми сліди зачіпання ротора. За наявності зачіпань перевірити кришки і підшипники; при необхідності замінити їх.

При огляді звернути увагу на відсутність пошкоджень кришок, особливо в місцях розташування лап кріплення. [14]

Діаметр отвору під підшипник в кришці з боку контактних кілець має бути  $(35\pm 0,012)$  мм. Якщо діаметр отвору під підшипник вище вказаного, то кришка підлягає заміні. [14]

Переконаєтеся, що підшипник в кришці з боку шківів сидить щільно (пресова посадка). Діаметр отвору під підшипник має бути  $47+0,027$  мм.

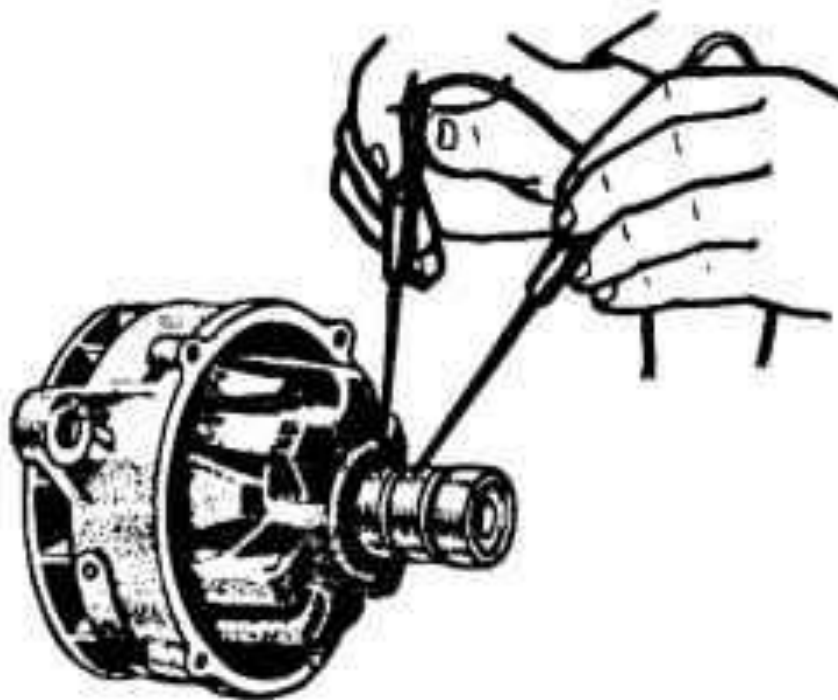


Рисунок 2.8 - Перевірка опору обмотки збудження ротора

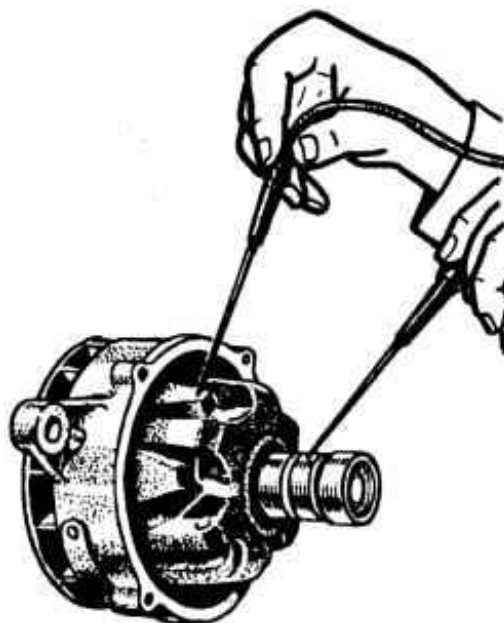


Рисунок 2.9 - Перевірка ротора на відсутність замикання обмотки на корпус

					<i>КРБ.605.04.00.00.000ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		35

Необхідно перевірити за допомогою омметра опір обмотки збудження ротора, яке має бути 2,35—2,6 Ом при 20°C, а також на відсутність замикань обмотки на корпус. За наявності пошкоджень ротор підлягає заміні. [14]

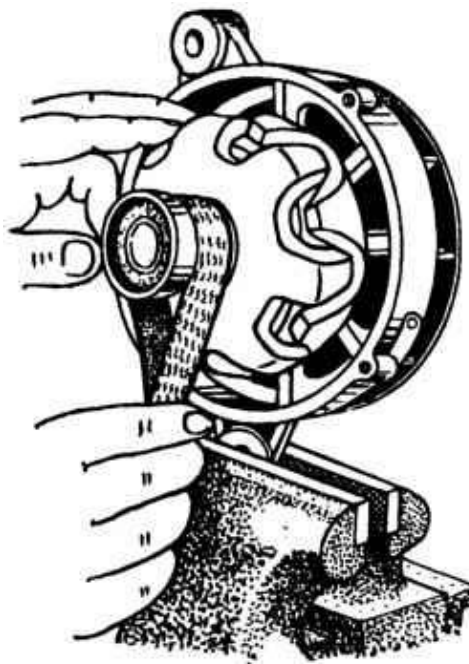


Рисунок 2.10 - Зачистка контактних кілець

Якщо при огляді контактних кілець ротора виявлено, що вони забруднені і мають сліди підгоряння і нерівномірного зносу по ширині, кільця слід зачистити дрібною скляною шкіркою зернистістю 80 або 100. Для зачистки кілець необхідно закріпити передню кришку в лещатах і плавно повертаючи ротор, провести зачистку кілець шкіркою. [14]

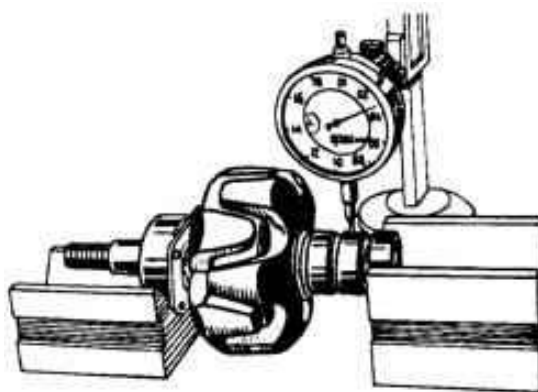


Рисунок 2.11 - Перевірка биття контактних кілець

					<i>КРБ.605.04.00.00.000ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		36

Якщо кільця мають значний знос і підвищене биття поверхні, їх слід проточити на токарному верстаті. Шорсткість обробленої поверхні кілець має бути не більш  $Ra = 0,8$ . Мінімально допустимий діаметр проточки контактних кілець 29,2 мм. Після проточки потрібно перевірити індикатором биття кілець (рисунок 1.10). Биття кілець вище 0,08 мм приводить до їх швидкого підгорання і зносу щіток. [14]

Перевіряємо, чи не заїдають щітки в щіткотримачах, а також стан і величину зносу щіток і силу натиснення пружин щіток. При слабкому натисненні щіток збільшується іскріння і кільця обгорають. Надмірне натиснення щіток викликає їх підвищений знос. Натиснення має бути в межах 1,9—2,5 Н (0,19—0,25 кг·с). Необхідно стежити, щоб щітки в щіткотримачах переміщалися вільно, без заїдань і збільшеного зазору. Навіть незначне заїдання щіток, яке іноді важко визначити, збільшує іскріння під щітками. [14]

Зношені до висоти 8 мм або пошкоджені щітки слід замінити новими типу М1А. Застосовувати щітки іншого типу не можна. Замаслені щітки ретельно очистити і продути стислим повітрям.

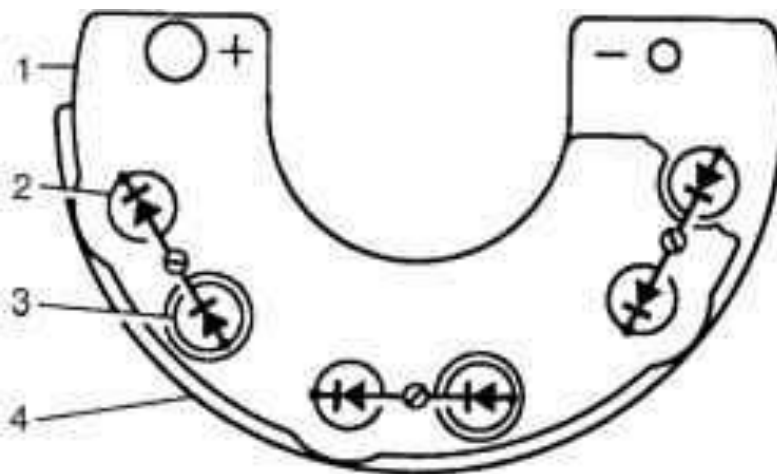


Рисунок 2.12 - Випрямний блок:

1 — позитивна пластина тепловідводу; 2 — діод з позитивною полярністю на корпусі; 3 — діод з негативною полярністю на корпусі; 4 — негативна пластина тепловідводу

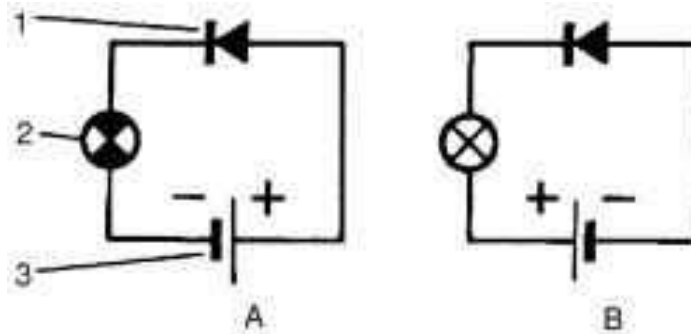


Рисунок 2.13 - Перевірка діода за допомогою контрольної лампи:  
1 — діод; 2 — контрольна лампа; 3 — джерело постійного струму

Випрямний блок БПВ 46-65-02 або БПВ 34-65-02 необхідно ретельно очистити від грязі. Провести перевірку діодів контрольною лампою або омметром. При перевірці слід враховувати, що в шини запресовані діоди різної полярності. При включенні діода, що перевіряється, по схемі А лампа повинна світити, а при включенні по схемі В світити не повинна. Якщо вказана умова не виконується, випрямний блок підлягає заміні. [14]

Ретельнішу перевірку діодів слід проводити за допомогою спеціального приладу для перевірки напівпровідникових приладів. Після закінчення огляду і заміни дефектних деталей генератор слід зібрати. Збір генератора проводиться в порядку, зворотному розбиранню. Після збірки необхідно провести контрольну перевірку генератора. [14]

Можна використовувати контрольно-вимірювальний стенд Е242.

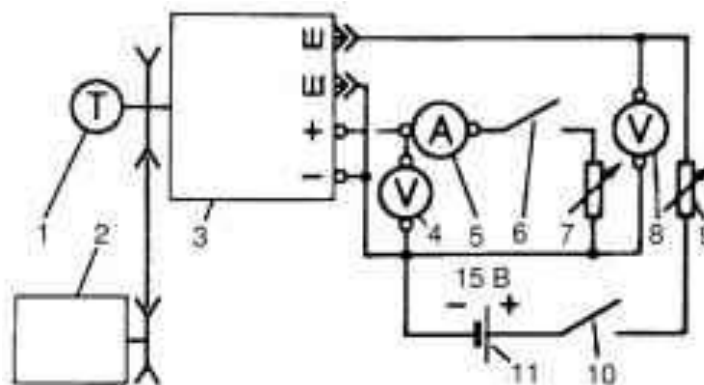


Рисунок 2.14 - Схема перевірки генератора на стенді:

1 - тахометр; 2 - електродвигун; 3 - генератор; 4, 8 - вольтметр;  
5 - показчик струму; 6, 10 - вимикачі; 7,9 - резистори навантажень;  
11 - акумуляторна батарея

## **2.6 Встановлення генератора на двигун**

Для встановлення генератора необхідно:

- відвернути гайки кріплення кронштейнів генератора до блоку циліндрів;
- встановити генератор і заздалегідь закріпити передній болт кріплення.

Переміщенням переднього кронштейна добитися співвісності шківів генератора з шківом колінчастого валу і водяного насоса;

- переміщенням заднього кронштейна добитися, щоб між лапою генератора і кронштейном не було зазору;

- встановити задній болт і небагато затягнути його; закріпити гайки кріплення кронштейнів до блоку;

- встановити ремінь і провести його натягнення за допомогою натяжної планки;

- провести остаточне затягування болтів кріплення генератора. [14]

## **2.7 Підбір обладнання, пристосувань, інструменту для розбірно-складальних робіт**

При розбиранні необхідно користуватися різними пристосуваннями, знімними і спеціальними інструментами.

Для розбирання вузла застосовуємо наступні інструменти і пристосування:

1. Молоток слюсарний ГОСТ 2310-82
2. Викрутка плоска 200-10
3. Набір гайкових ключів
4. Гідравлічний прес


					<i>КРБ.605.04.00.00.000ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		39



5. Плоскогубці ГОСТ 5547-82
6. Знімачі
7. Пристосування 02.7823-9504

## 2.8 Схема технологічного процесу ремонту генератора СА 1035 IR

Таблиця 2.3 – Схема технологічного процесу ремонту генератора

	<p>1. Відкрутіть два гвинти кріплення регулятора напруги.</p>
	<p>2. Зніміть регулятор напруги з щіткотримачем</p>
	<p>3. Від'єднайте колодку з проводом від виводу регулятора.</p>
	<p>4. Відкрутіть чотири гвинти кріплення випрямного блоку і гвинт кріплення конденсатора.</p>

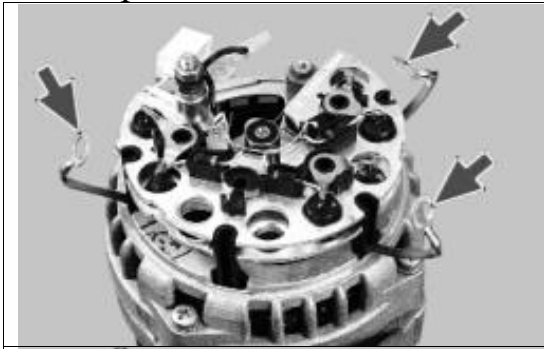
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

КРБ.605.04.00.00.000ПЗ

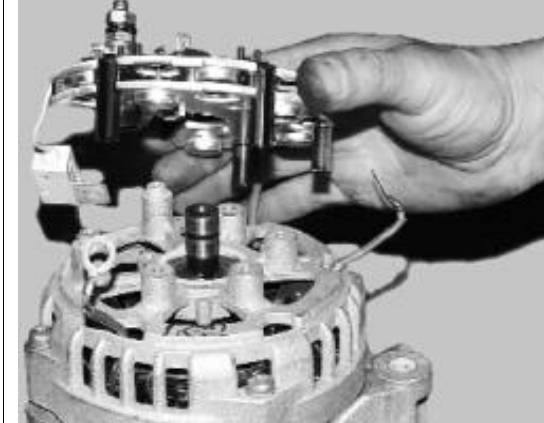
Арк.

40

Продовження таблиці 2.3



5. Від'єднайте три виводи обмотки статора так, щоби вони дали можливість зняти випрямний блок.



6. Зніміть випрямний блок з конденсатором.



7. Для заміни конденсатора відкрутіть гайку контактної болта, зніміть шайбу і розпірну втулку. Зніміть з контактної болта наконечник провoda конденсатора.



8. Відкрутіть чотири стяжних гвинта. Під головками гвинтів встановлені пружинні і плоскі шайби.

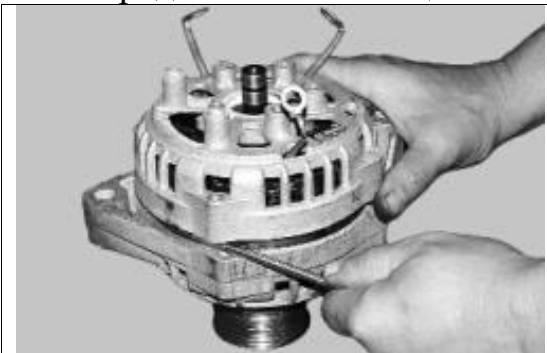


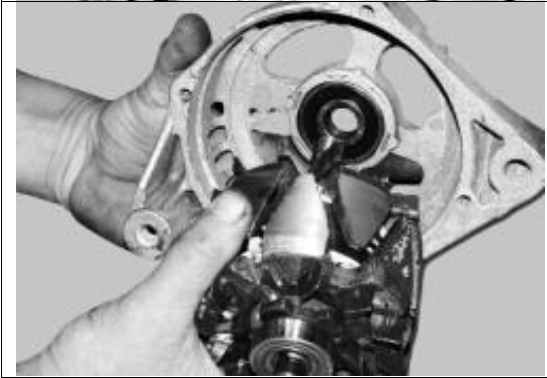
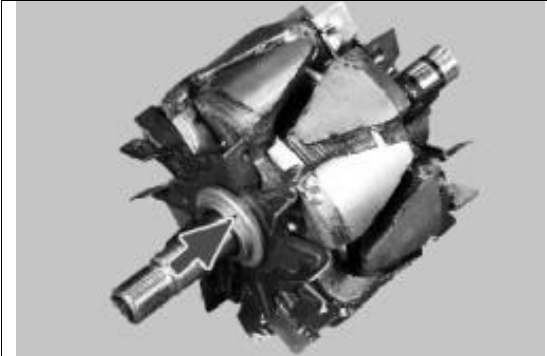
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

КРБ.605.04.00.00.000ПЗ

Арк.

41

Продовження таблиці 2.3

	<p>9. Підваживши викруткою, зніміть кришку генератора зі сторони контактних кілець.</p>
	<p>10. Зажміть ротор генератора в тиски і відкрутіть гайку кріплення шків. Зніміть пружину шайбу і шків.</p>
	<p>11. Зніміть упорну шайбу.</p>
	<p>12. Вийміть ротор з кришки з сторони приводу.</p>
	<p>13. Зніміть з валу ротора дистанційне кільце.</p>

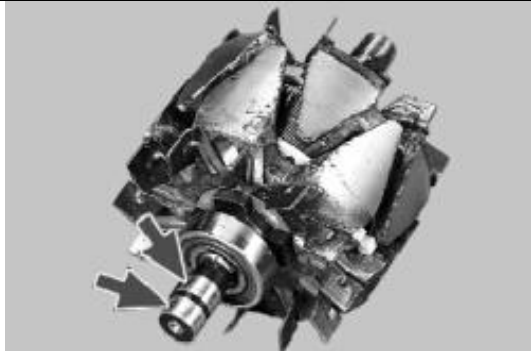
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

КРБ.605.04.00.00.000ПЗ

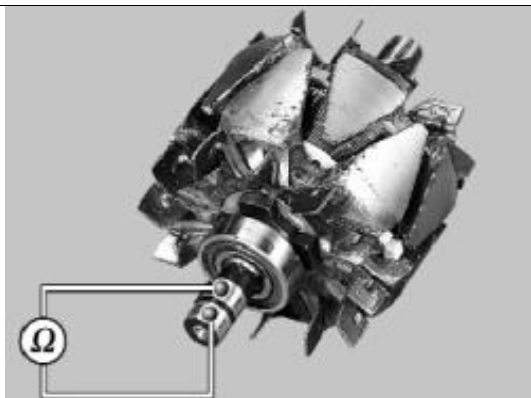
Арк.

42

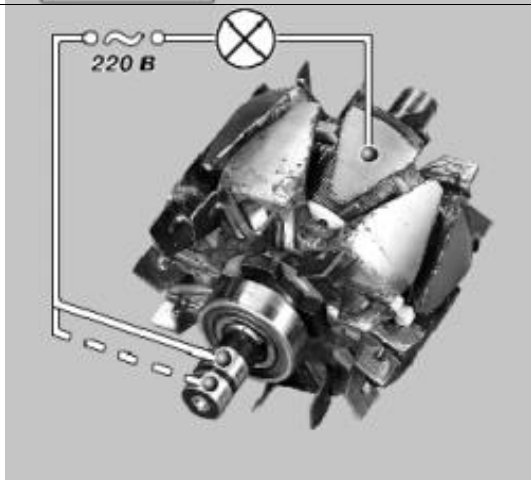
Продовження таблиці 2.3



14. Огляньте контактні кільця. Якщо на них є задири, риски, царапини, сліди спрацювання від щіток і т.п., прошліфуйте кільця. Якщо пошкодження кільця не вдається вивести шкуркою, можна проточити кільця на токарному станку, знявши мінімальний шар металу, і потім прошліфувати. [14]



15. Проверте омметром (тестером) опір обмотки ротора, під'єднавши його до контактних кілець. Якщо омметр покаже безмежність, значить, в обмотках обрив і потрібно замінити ротор.



16. Перевірте контрольною лампою, чи немає замикання обмотки на корпус ротора. Для цього включіть контрольну лампу в мережу змінного струму напругою 220 В. Один провід під'єднайте до корпусу ротора, інший — по чергово на кожне кільце. В обидвох випадках лампа не повинна горіти. Якщо хоча б в одному випадку лампа світиться, відповідно відбувається замикання і ротор необхідно замінити. [14]

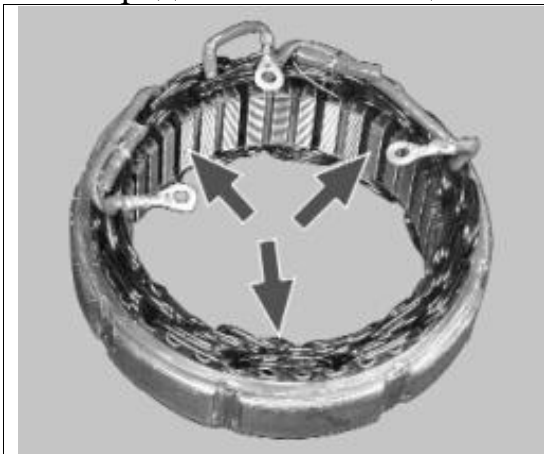
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

КРБ.605.04.00.00.000ПЗ

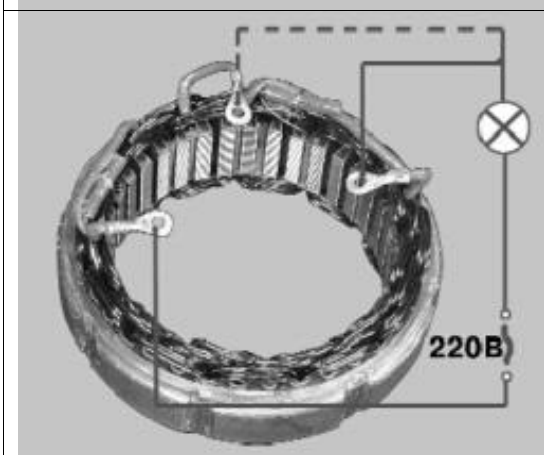
Арк.

43

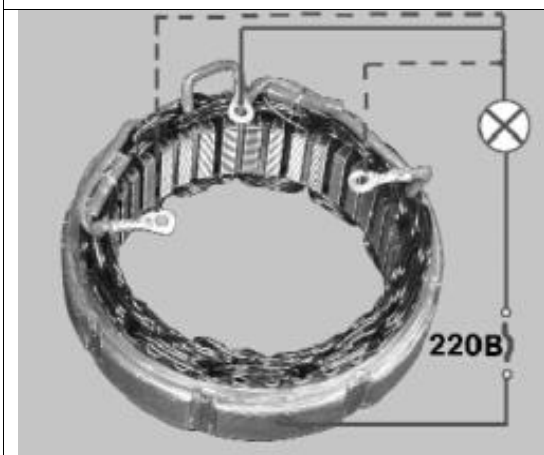
Продовження таблиці 2.3



17. Вийміть статор з корпусу передньої кришки. На внутрішній поверхні статора не повинно бути слідів торкання якоря до статора. Якщо є знос, то потрібно замінити підшипники або кришки генератора. [14]



18. Перевірте обрив в обмотці статора. Для цього включіть контрольну лампу в мережу змінного струму напругою 220 В. Почергово підєднайте контрольну лампу між всіма виводами обмотки. В усіх трьох випадках лампа повинна світити. Якщо лампа не світиться, відбувся обрив в обмотці. Замініть статор або обмотку.



19. Перевірте чи немає замикання обмоток статора на корпус. Для цього включіть контрольну лампу в мережу змінного струму напругою 220 В. Под'єднайте лампу до виводу обмотки статора, а провід від джерела струму до корпусу статора. Якщо лампа засвічується, то це означає що є замикання і необхідно замінити статор або обмотку. [14]

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

КРБ.605.04.00.00.000ПЗ

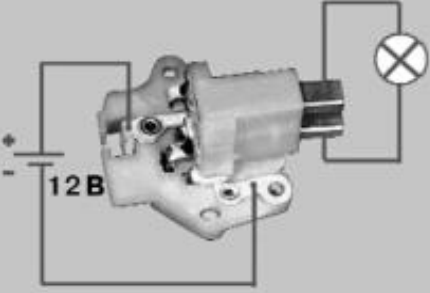
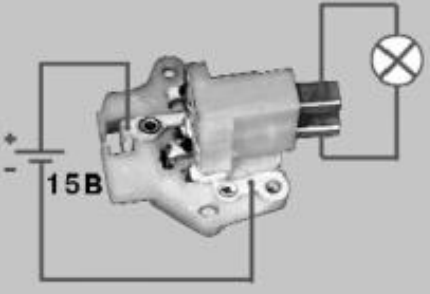

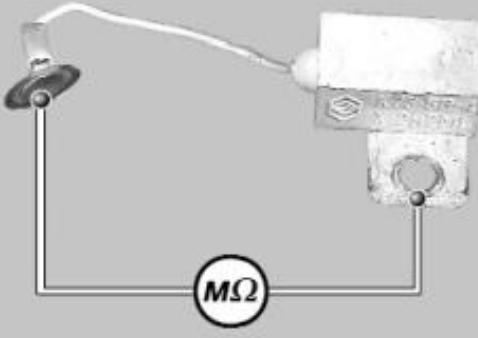
Арк.

44

Продовження таблиці 2.3

	<p>20. Огляньте кришку генератора зі сторони приводу в зборі з підшипником. Якщо при обертанні підшипника відчувається люфт між кільцями, пережат або заклинювання, пошкоджені захисні кільця або є сліди підтікання змазки, виявлені тріщини в кришці, особливо в місцях кріплення генератора, необхідно замінити кришку в зборі з підшипником.</p> <p>21. Перевірте легкість обертання підшипника з сторони контактних кілець. Якщо при обертанні підшипника відчувається люфт між кільцями, пережат або заклинювання, пошкоджені захисні кільця або є сліди підтікання змазки, підшипник необхідно замінити. Для цього з допомогою зйомника спресуйте підшипник з валу ротора і напресуйте новий з допомогою підходящої оправки, прикладаючи зусилля до внутрішнього кільця підшипника.</p> <p>22. Огляньте кришку генератора зі сторони контактних кілець. При виявленні тріщин кришку необхідно замінити. [14]</p>
--	---

Продовження таблиці 2.3

	<p>23. Перевірте справність регулятора напруги. Під'єднайте контрольну лампу 12 В до щіток. Подайте напругу 12 В: «+» на клему, «-» на «масу» щіткотримача. Контрольна лампа повинна засвітитися.</p>
	<p>24. Збільшіть напругу до 15–16 В — лампа повинна погаснути. Якщо лампа не гасне або не загоряється при напрузі 12 В, замінити регулятор з щіткотримачем.</p>
	<p>25. Перевірте легкість переміщення щіток в щіткотримачі і їх виступання. Якщо щітки виступають з щіткотримача менш ніж на 5 мм, замінити регулятор напруги з щіткотримачем. При виявленні на щітках сколів і тріщин замінити регулятор.</p>
	<p>26. Справність конденсатора можна перевірити мегометром або тестером (по шкалі 1–10 МОм). Під'єднайте щупи тестера до контактів конденсатора. Перед підключенням прилад показує бескінечність. В момент підключення опір зменшується, а потім повертається назад в безмежність. В цьому випадку конденсатор справний. Несправний конденсатор необхідно замінити. [14]</p>

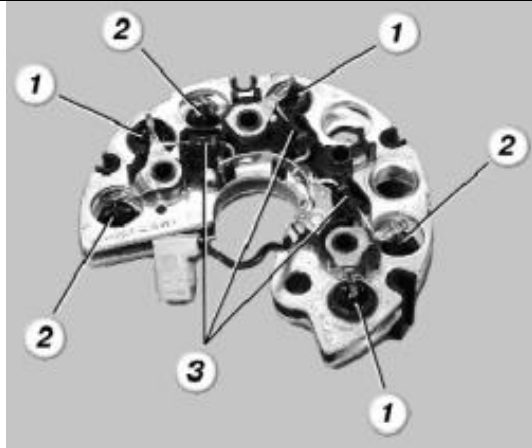
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата
------	------	----------	--------	------

КРБ.605.04.00.00.000ПЗ

Арк.

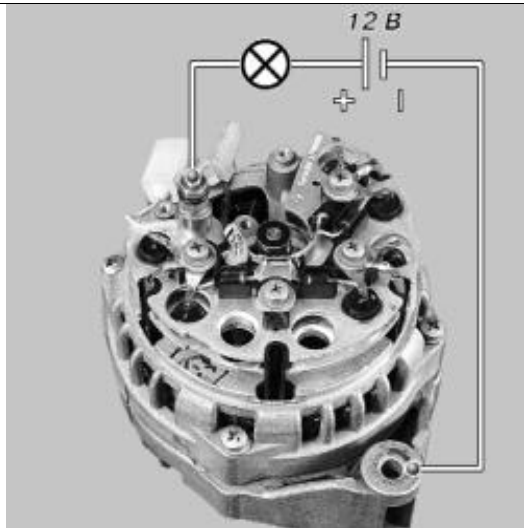
46

Продовження таблиці 2.3

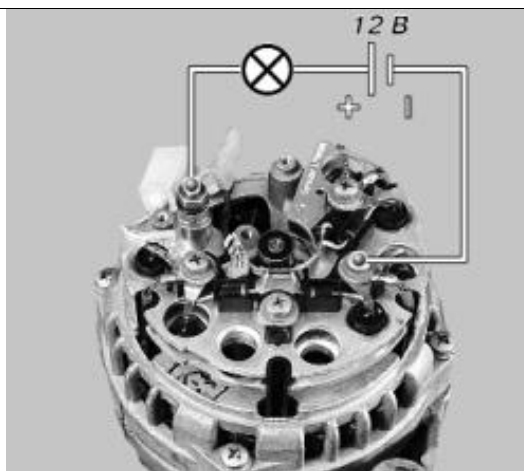


1 – діоди позитивної півхвилі;  
2 – діоди негативної півхвилі;  
3 – додаткові діоди.

27. Перевірити випрямний блок можна як на знятому генераторі, так і не знімаючи генератор з автомобіля. Порядок перевірки однаковий. Для наглядності схеми перевірки показників на знятому генераторі. Для перевірки на автомобілі від'єднайте провoda від акумуляторної батареї і генератора. Зніміть колодку з проводом з виводу регулятора напруги, відкрутіть два гвинта і зніміть щіткотримач з генератора.



28. Перевірте діоди випрямного блоку з допомогою контрольної лампи 12. Для перевірки замикання в позитивних і відємних діодах підєднайте «+» батареї через контрольну лампу до виводу «V+» генератора, а «-» батареї — до корпусу генератора. Лампа не повинна світити. Якщо лампа світить, то є замикання. Блок необхідно замінити.



29. Для перевірки позитивних діодів підєднайте «+» акумуляторної батареї через контрольну лампу до виводу «V+» генератора, а провід який йде від «-» акумуляторної батареї – до одного з гвинтів кріплення виводу обмотки статора. Лампа не повинна світитися. [14]

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

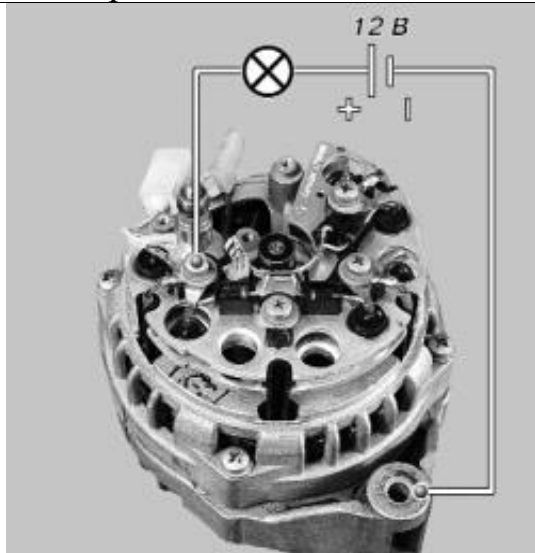
КРБ.605.04.00.00.000ПЗ

Арк.

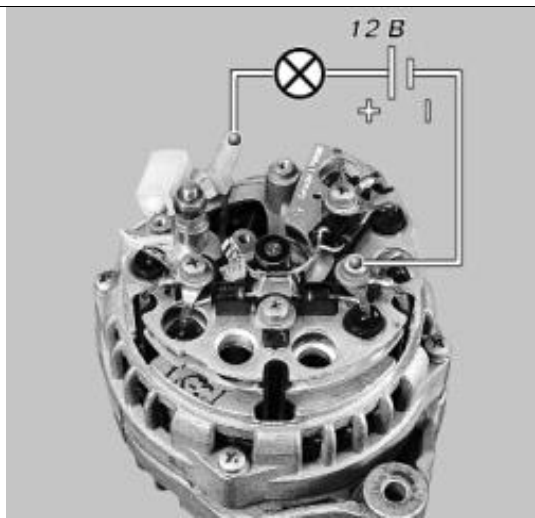
47



Продовження таблиці 2.3



30. Для перевірки відємних діодів підєднайте «+» акумуляторну батарею через контрольну лампу до одного з гвинтів кріплення виводу обмотки статора, а провід, який йде від «-» акумуляторної батареї, – до корпусу генератора. Лампа не повинна світитися. Якщо лампа світиться, то є замикання в від'ємних діодах. Блок необхідно замінити.



31. Для перевірки додаткових діодів під'єднайте «+» акумуляторної батареї через контрольну лампу до контакту з'єднання колодки регулятора напруги, а провід, який йде від «-» акумуляторної батареї, – до одного з гвинтів кріплення виводу обмотки статора. Лампа не повинна світитися. Якщо лампа світиться, то є замикання в додаткових діодах. Блок необхідно замінити.



32. Зберіть генератор в порядку, зворотньому розбиранню. Зорієнтуйте кришку генератора по раніше зроблених мітках. Пружинну шайбу шківів генератора встановіть випуклою стороною до гайки. Затягніть гайку моментом 39–62 Н·м (3,9–6,2 кгс·м). [14]

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

КРБ.605.04.00.00.000ПЗ

Арк.

48

## 2.9 Побудова графічної моделі конструкції

### 2.9.1 Побудова матриці взаємних контактів деталей

Метою даних досліджень є розробка методики моделювання процесів розбирання і складання об'єктів ремонту, яка включає розробку графічних символів спряжень і контактів деталей (у подальшому передбачається цифрове кодування кожного графічного символу, тобто кожного типу взаємного зв'язку), побудову матриць взаємних зв'язків та рівнів доступу, побудову графічної моделі об'єкта ремонту з відображенням рівнів доступу до кожної деталі та взаємних зв'язків усіх деталей, складання матриці багатоваріантних технологій розбирання і складання. [15]

Загальну множину деталей опори проміжної А можна відобразити переліком усіх деталей  $a_1, a_2, a_3 \dots a_{17}$ . Контакти кожної деталі з іншими деталями можуть бути подані як множина зв'язків  $f_i(a_n)$  з якими контактує деталь  $a_n$  на рівні  $i$ . [15]

Стан генератора проміжної в зібраному вигляді, що відповідає нульовому рівню, можна записати як множину:

$$A_0 = (a_1, a_2, a_3, \dots, a_{15}, a_{16}, a_{17}) \quad (2.13)$$

Взаємний контакт деталей між собою можна відобразити певними умовними графічними символами, які подано в таблиці 2.5.

Графічні символи взаємних зв'язків (контактів) деталей, аналізуючи конструкції генератора використовуємо для складання матриці взаємних контактів деталей, поданої в таблиці. [15]

					<i>КРБ.605.04.00.00.000ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		49

Таблиця 2.4 – Матриця взаємних контактів деталей генератора

Деталь	Графічний символ взаємних контактів деталей																	
	$a_1$	$a_2$	$a_3$	$a_4$	$a_5$	$a_6$	$a_7$	$a_8$	$a_9$	$a_{10}$	$a_{11}$	$a_{12}$	$a_{13}$	$a_{14}$	$a_{15}$	$a_{16}$	$a_{17}$	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
$a_1$	-																	
$a_2$		-																
$a_3$			-															
$a_4$				-														
$a_5$					-													
$a_6$						-												
$a_7$							-											
$a_8$								-										
$a_9$									-									
$a_{10}$										-								
$a_{11}$											-							
$a_{12}$												-						
$a_{13}$													-					
$a_{14}$															-			
$a_{15}$																-		
$a_{16}$																	-	
$a_{17}$																		-
$k$	2	11	2	2	4	3	3	4	5	2	5	3	2	4	2	2	2	
	Кількість взаємних контактів кожної деталі з іншими																	

З таблиці бачимо, що всі деталі одночасно контактують не менш ніж з двома іншими, тобто кожна деталь  $a_i$  має певну кількість контактів.

$$K_i = (k_{i1} + k_{i2} + k_{i3} + \dots + k_{i17}) \cdot 2 \quad (2.14)$$

$$K_0 = 29$$

На підставі таблиці 2.5 можна зробити висновок, що найбільше контактів (дев'ять)  $k_5=11$  з іншими деталями має вал 2, а отже, його можна вважати базовою деталлю генератора. Загальна кількість взаємних одинарних контактів деталей  $K$  на рівні  $i$  буде рівною.[15]

### **2.9.2 Побудова матриць рівнів доступу та можливих варіантів черговості виконання операцій**

Зняти будь-яку деталь генератора можна за умови порушення визначеної кількості взаємних контактів залежно від рівня (ступеня) доступу до неї. З метою встановлення рівнів доступу складаємо таблицю, в якій вказуємо, на якому рівні доступу можна зняти кожну деталь і з якими деталями при цьому будуть порушені взаємні зв'язки. Під час складання матриці рівнів доступу робимо припущення, що нас не обмежують технічні засоби для розбирання, а увагу звертаємо лише на можливість переміщення деталей одна відносно одної без зміни технічного стану (пошкодження або руйнування) інших деталей виробу. [15]

Після проведеного аналізу будуємо графічну модель опори проміжної, з відзначенням рівнів доступу та взаємних зв'язків, показану на рисунку 2.7.

Як під час розбирання, так і під час складання виробу може бути реалізована певна визначена кількість варіантів послідовності знімання і встановлення деталей. Кількість можливих перестановок у кожному конкретному випадку обмежується обов'язковим виконанням попередніх операцій і неможливістю від'єднати деталь у порядкувому номері операції, меншому за номер рівня доступу. [15]

					<i>КРБ.605.04.00.00.000ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		51

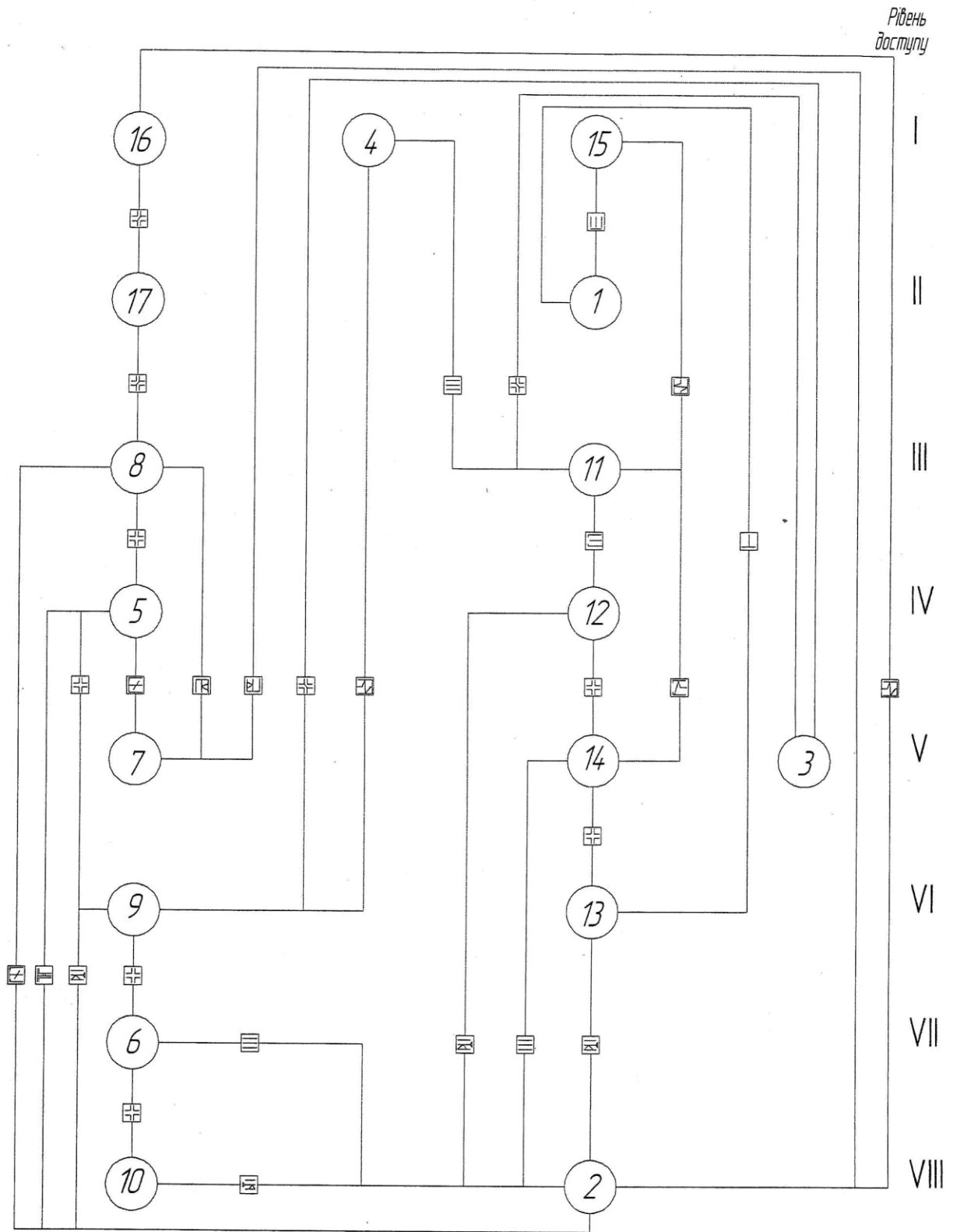


Рисунок 2.15 – Графічна модель генератора

Як під час розбирання, так і під час складання виробу може бути реалізована певна визначена кількість варіантів послідовності знімання і встановлення деталей. Кількість можливих перестановок у кожному конкретному випадку обмежується обов'язковим виконанням попередніх операцій і неможливістю від'єднати деталь у порядкувому номері операції, меншому за номер рівня доступу. [15]

## 2.10 Розрахунок виробничих параметрів ремонтного підрозділу

Режим роботи ремонтних підприємств, цехів і відділень визначають за річною кількістю робочих днів, кількістю робочих змін за добу і тривалістю робочих змін в годинах. [15]

Кількість робочих змін за добу залежить від виробничих умов і програми підприємства. Розбирально-складальні цехи й відділення невеликих ремонтних підприємств працюють в одну зміну, слюсарно- механічні - в дві і три зміни, щоб раціональніше використати верстати. На великих ремонтних підприємствах всі цехи й відділення працюють у дві зміни, а на деяких дільницях, де за умовами виробництва не можна допускати перерв у роботі обладнання (термічні печі), передбачаються три зміни.

Залежно від режимів роботи цехів і відділень визначають фонд часу підприємства, обладнання, робочого місця і виробничих робітників. Річні фонди часу є номінальні і дійсні. [15]

Номінальний річний фонд часу  $\Phi_n$  являє собою час у годинах, протягом якого може працювати підприємство, робоче місце, обладнання чи виробничий робітник при даному режимі роботи:

$$\Phi_n = \{ [365 - (104 + 8)] t_{3M} \} n \quad (2.15)$$

де  $t_{3M}$  – тривалість зміни (8,2 год); —  $n$  кількість змін за добу;

365 — кількість календарних днів року;

					<i>КРБ.605.04.00.00.000ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		53

104 — вихідні дні; 8 — святкові дні.

$$\Phi_n = \{[365 - (104 + 8)] 8.2\} 1 = 2074,6 \text{ год}$$

Дійсний (розрахунковий) річний фонд часу  $\Phi_d$  являє собою час у годинах, протягом якого підприємство, робоче місце, обладнання чи виробничий робітник можуть бути повністю завантажені роботою:

$$\Phi_d = \Phi_n n \quad (2.16)$$

де  $n$  - коефіцієнт використання підприємства, робочих місць та обладнання ( $n = 0,94—0,98$ ).

$$\Phi_d = 2074,6 \cdot 0,96 = 1991,62 \text{ год}$$

Дійсний річний фонд часу робітника підраховують, віднімаючи від номінального фонду час на відпустку і втрати робочого часу з поважних причин:

де  $d_0$  - тривалість відпустки, робочих днів (в середньому);

$n_p$  - коефіцієнт, що враховує втрати робочого часу з поважних причин

$$\Phi_d = (2074,6 - 18 - 8,2) \cdot 0,95 = 1930,65 \text{ год}$$

Такт виробництва — це середній розрахунковий проміжок часу запуском у виробництво або випуском двох, що надходять одна за одною, одиниць або партій деталей.

Розрахунковий темп випуску одиниці продукції визначають за формулою:

$$r = \frac{\Phi_d}{n} \quad (2.17)$$

де  $\Phi_d$  — дійсний фонд часу роботи підприємства в годинах (за рік, квартал, місяць, зміну);

					<i>КРБ.605.04.00.00.000ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		54

$n$  — кількість машин, агрегатів, вузлів чи деталей, які потрібно випустити за плановий період,  $n = 680$  шт.

Трудомісткість ремонту однієї деталі визначаємо за формулою:

$$T = \frac{\Phi_{\partial}}{n} \quad (2.18)$$

$$T = \frac{1830,65}{680} = 2,692 \text{ люд-год.}$$

Загальна трудомісткість ремонту всіх деталей:

$$T_c = T \cdot n \quad (2.19)$$

$$T_c = 2,692 \cdot 680 = 1830,65 \text{ люд-год.}$$

Визначаємо потрібну кількість робітників:

$$n_p = \frac{T_c}{\Phi_{\partial} \alpha} \quad (2.20)$$

де  $\alpha$  - коефіцієнт перевиконання норм,  $\alpha = 1,2$ .

$$n_p = \frac{1830,65}{1830,65 \cdot 1,2} = 0,83$$

Приймаємо одного працівника.

					<i>КРБ.605.04.00.00.000ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		55



## 3 КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ

### 3.1 Аналіз існуючих пристроїв для діагностування та ремонту автомобільних генераторів

Стенд Э-250-02:



Рисунок 3.1 - Стенд Э-250-02

Вдосконалена модель широко відомого стенду Е-242. Контрольно-випробувальний стенд для контролю і регулювання знятого з автомобіля електрообладнання: генераторів, стартерів, реле-регуляторів, тягових реле стартерів, реле-переривників, комутаційних реле; електроприводів агрегатів автомобіля; обмоток якорів; напівпровідникових приладів, резисторів. [16]

Забезпечує перевірку:

- Генераторів на холостому ходу і під навантаженням;
- Стартерів в режимі холостого ходу і повного гальмування;
- Реле-регуляторів;
- Тягових реле стартерів;

					<i>КРБ.605.04.00.00.000ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		56

- Реле-переривників;
- Комутаційних реле;
- Електроприводів агрегатів автомобіля;
- Обмоток якорів;
- Напівпровідникових приладів;
- Резисторів.

Принцип роботи стенду полягає в імітації робочих режимів і вимірі вихідних характеристик знятого з автомобілів електрообладнання з метою перевірки його працездатності та визначення технічного стану і пошуку несправностей. [17]

#### ТЕХНІЧНІ ДАНІ:

- Частота обертання, об / хв: 0-10 000
  - Сила постійного струму, А: 0-5, 0-150, 0-500, 0 -1000
  - Напруга постійного і змінного струму, В: 0-2, 0-20, 0-40
  - Крутний момент, Нм: 0-100
  - Опір постійному струму, Ом: 0-100, 0-100000
  - Час встановлення робочого режиму, хв: не більше 15
  - Час безперервної роботи, год: не менше 8
  - Середнє напрацювання на відмову, год: не менше 1 000
  - Середній термін служби, років: не менше 8
  - Номінальна напруга випробовуваного обладнання, В: 12/24
  - Габаритні розміри, мм: не більше
  - Довжина 1200
  - Ширина 850
  - Висота 1600
- Маса, кг: не більше 400.

#### ПЕРЕВАГИ:

1. Режими перевірок максимально наближені до умов експлуатації.

					<i>КРБ.605.04.00.00.000ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		57

2. У стенді реалізована революційна методика перевірки генераторів. Її режим максимально наближений до експлуатаційного: плавно змінюється частота обертання і струм навантаження.

3. Широкий спектр виконань дозволяє вибрати стенд з необхідним поєднанням ціни і функціональних можливостей. В середині кожної групи можна методом опційного доопрацювання отримати будь-яке виконання.

4. Виконання стенду поділяється на дві групи: універсальні (12В/24В) і легкові (12В), залежно від приналежності перевіряється електроустаткування до автомобілів з різним бортовою напругою.

У кожній групі є генераторне виконання, що виключає перевірку стартерів, що не заважає його опційному доопрацюванні в разі зміни споживача.

5. В якості джерела стартерного живлення застосовується мережеве джерело живлення СП або акумуляторні батареї. У акумуляторному варіанті у якості акумулятора можна використовувати сторонній пусковий - зарядний пристрій. [17]

#### ХАРАКТЕРНІ ОСОБЛИВОСТІ СТЕНДУ:

- Вбудована плавно-ступінчаста електронна система навантаження дозволяє перевірити всі відомі марки генераторів у всьому діапазоні струмо - швидкісної характеристики (СШХ)- від 0 до 160 А.

- Навантаженням генераторів може бути акумуляторна батарея, яка буде заряджатися від генератора, що приводиться від стенду.

- Два струмки приводного шківів забезпечують перевірки генератори з клиновим і з полі клиновим ( Плоскоремінним ) приводом.

- Вбудоване джерело регульованої напруги забезпечує перевірку різних реле.

- Опційно оснащується пристроєм перевірки якорів стартерів і двигунів.

Стенд для електрообладнання Vanchetto:

					<i>КРБ.605.04.00.00.000ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		58



Рисунок 3.2 - Стенд для електрообладнання Vanchetto

BANCHETTO - універсальний стенд для перевірки та випробування різних елементів електрообладнання бензинових і дизельних автомобілів. [17]

Дозволяє виконати наступні перевірки:

- Перевірка генераторів 12 і 24 В потужністю аж до 1400 Вт з вбудованими або зовнішніми регуляторами;
- Тест різних елементів електрообладнання автомобіля, склоочисників, переривників і т.д.;
- Тест плат випрямних блоків з 6-ма або 9-ма діодами;
- Перевірка окремих діодів (несправності або полярності);
- Перевірка електронних регуляторів 12 В і 24 В;
- Перевірка стартерів;
- Перевірка конденсаторів;
- Тест ізоляції 220 В (статори, ротори та ін);
- Перевірка модулів, котушок запалювання, генераторів імпульсів;
- Живлення стенду двох варіантів: 220 В або 380 В (потужність 2 кВт). [18]

Основні переваги:

1. Підходить для тестування устаткування вантажних і легкових автомобілів.
2. Дозволяє тестувати все електрообладнання автомобілів.

					<i>КРБ.605.04.00.00.000ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		59

3. Живлення стенду двох варіантів: 220 В або 380 В (потужність 2 кВт).

Виробник: Spin, Італія.

### 3.2 Опис стенду для діагностики генераторів

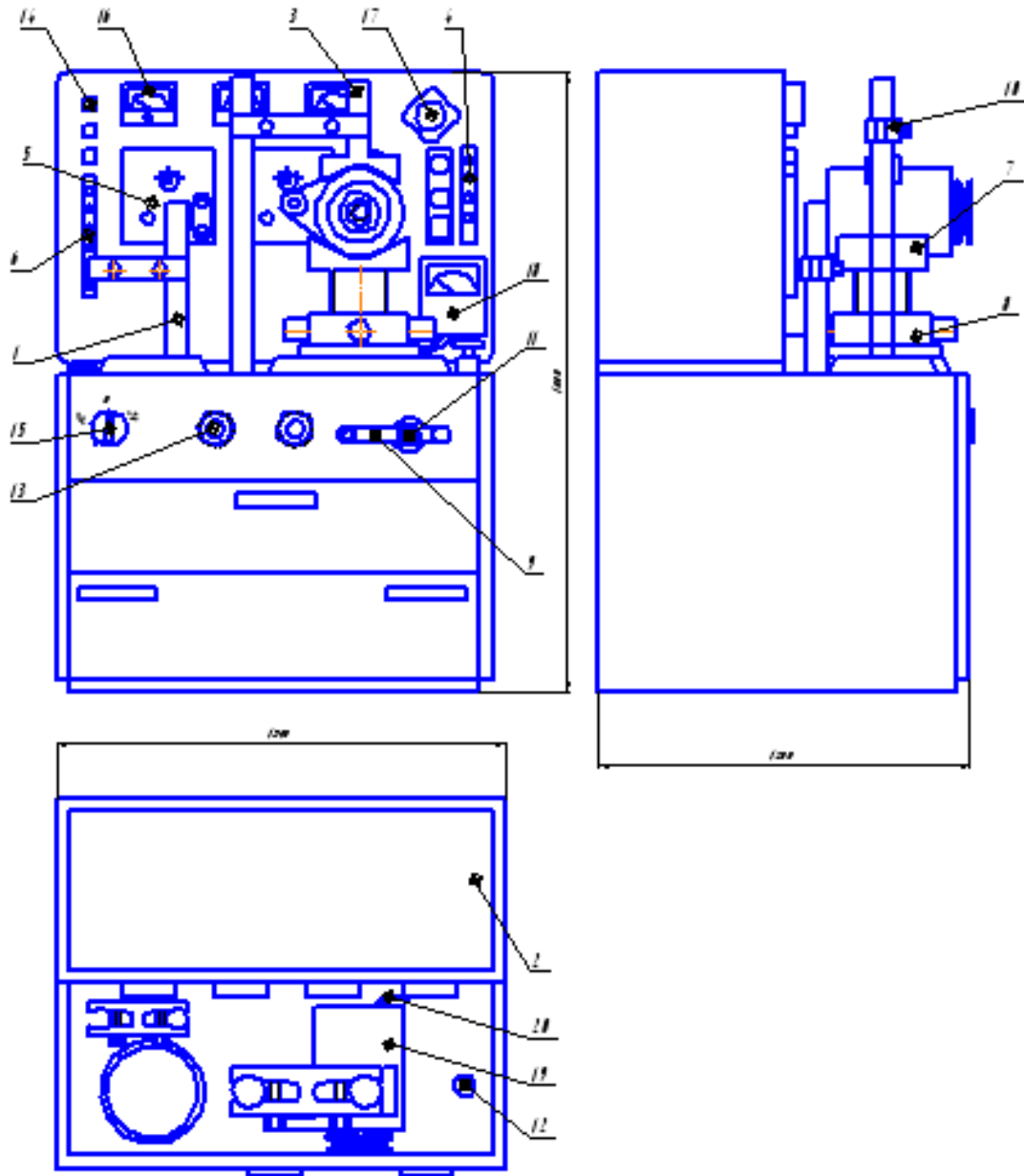


Рисунок 3.3 - Стенд для діагностики генераторів

1 - штатив опорний; 2 - корпус стенду; 3 - штатив зажимний;  
4 – контактно - зажимний блок; 5 - діапазонний блок; 6 - панель контактних  
затискачів; 7 - призма опорна; 8 - гайка зажимна; 9 – вороток; 10 – тримач;  
11 - вал воротка; 12 - лампи сигнальні; 13 - індикатор струму; 14 – датчик;

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

КРБ.605.04.00.00.000ПЗ

Арк.

60

15 - з'єднувальні провідники; 16 – амперметр; 17 – реостат; 18 – омметр; 19 – генератор; 20 - перемикач напруги. [18]

Вмикається стенд кнопкою "Пуск", а вимикається кнопкою "Стоп". Число обертів генератора змінюється гвинтом 3. Вмикання стенда проводити при положенні гвинта 3 відповідно до мінімальних обертів генератора. Навантаження генератора здійснюється реостатом 6. При запуску стенда опір реостата повинен бути максимальним. За відсутності навантаження  $I_d=0$  виміряти напругу генератора при зміні струму збудження від 0 до 2 А з кроком 0,5 А для двох значень частот обертання генератора  $n_r$  (від 1000  $\text{хв}^{-1}$  до 3000  $\text{хв}^{-1}$ ) за вказівкою. Результати вимірювань занести до таблиці 3.4 і побудувати характеристики холостого ходу  $U_{do} = f(i_3)$  при  $n_r = \text{Const}$ . За отриманим графіком визначити діапазон зміни струму збудження  $i_3$  при  $U_d = U_{дн}$  на холостого ходу. За відсутності навантаження  $I_d=0$  виміряти напругу генератора при зміні обертів генератора від 1000  $\text{хв}^{-1}$  до 3000  $\text{хв}^{-1}$  з кроком 500  $\text{хв}^{-1}$  для двох значень струму збудження за вказівкою викладача. Результати вимірювань занести до таблиці 3.2 і побудувати характеристику холостого ходу  $U_{do} = f(n)$  при  $i_3 = \text{Const}$ . [18]

Таблиця 3.1– Протокол випробувань генератора в режимі холостого ходу

Тип генератора \_\_\_\_\_,  $U_{дн} =$  \_\_\_\_\_ В,  $I_{дн} =$  \_\_\_\_\_ А.

$n_r \backslash i_3$	0	0,5 А	1 А	1,5 А	2 А
$n_{r1} =$ _____ об/хв					
$n_{r2} =$ _____ об/хв					

Таблиця 3.2 – Протокол випробувань генератора в режимі холостого ходу

$i_3 \backslash n_r$	1000 об/хв	1500 об/хв	2000 об/хв	2500 об/хв	3000 об/хв
$i_{31} =$ _____ А					
$i_{32} =$ _____ А					

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

КРБ.605.04.00.00.000ПЗ

Арк.

61

Зняти струмошвидкісну характеристику генератора при номінальному струмі збудження (встановивши напругу збудження  $U_z = U_{zn}$ ). Для різних значень частоти обертання – від мінімальних, при яких на холостому ході досягається номінальна напруга генератора  $U_{дн}$  (14 або 28 В), до 3000 хв<sup>-1</sup> установити струм навантаження за допомогою реостата, при якому генератор розвиватиме номінальну напругу. Результати вимірювань занести до таблиці 3.3, побудувати графік  $I_d = f(n_r)$  [18]

Таблиця 3.3 – Протокол зняття струмошвидкісної характеристики

Тип генератора \_\_\_\_\_,  $U_{дн} =$  \_\_\_\_\_ В,  $I_{дн} =$  \_\_\_\_\_ А,  $U_{zn} =$  \_\_\_\_\_ В,  $i_{zn} =$  \_\_\_\_\_ А.

$n_r$ , об/хв						
$I_d$ , А						

Обчислити максимальну потужність генератора і зробити висновок про його технічний стан.

### 3.3 Опис пристрою для контролю ротора генератора

Згідно виданого завдання на дипломне проектування, мною було розроблено конструкцію пристрою для центрування роторів генераторів, а також якорів стартерів. Даний пристрій дає змогу перевіряти радіальне биття посадкових шийок під підшипники а також кілець під щітки. [18]

Даний пристрій складається з наступних основних частин:

Шпindelної стійки і кріпильної пінольної стійки а також штатива з індикатором годинникового типу. Фіксуються на горизонтальній плиті. Регулювання ротора генератора проводиться наступним чином: випресований ротор генератора встановлюється центровими отворами валу в центра пристрою (поз.8) і піджимається за допомогою пінолі (поз.6) з центром, яка висувається з корпусом (поз.2). При обертанні маховика (поз.16), який у свою чергу гвинтом ходовика (поз.12), через різьбову втулку, яка вкручується в

задню частину пінолі (поз.13) висуває піноль з центром в сторону шпindelної стійки. Тим самим затискуючи вузол у пристосуванні. Зафіксувавши ротор в центра пристрою через водило (поз.10) за допомогою хомута з'єднуємо ротор генератора з шпинделем. Зафіксувавши надійно деталь у центрах підводимо індикатор до потрібної площини і виставляємо його на нуль. За допомогою ручки (поз.18) приводимо ротор в обертання. [18]

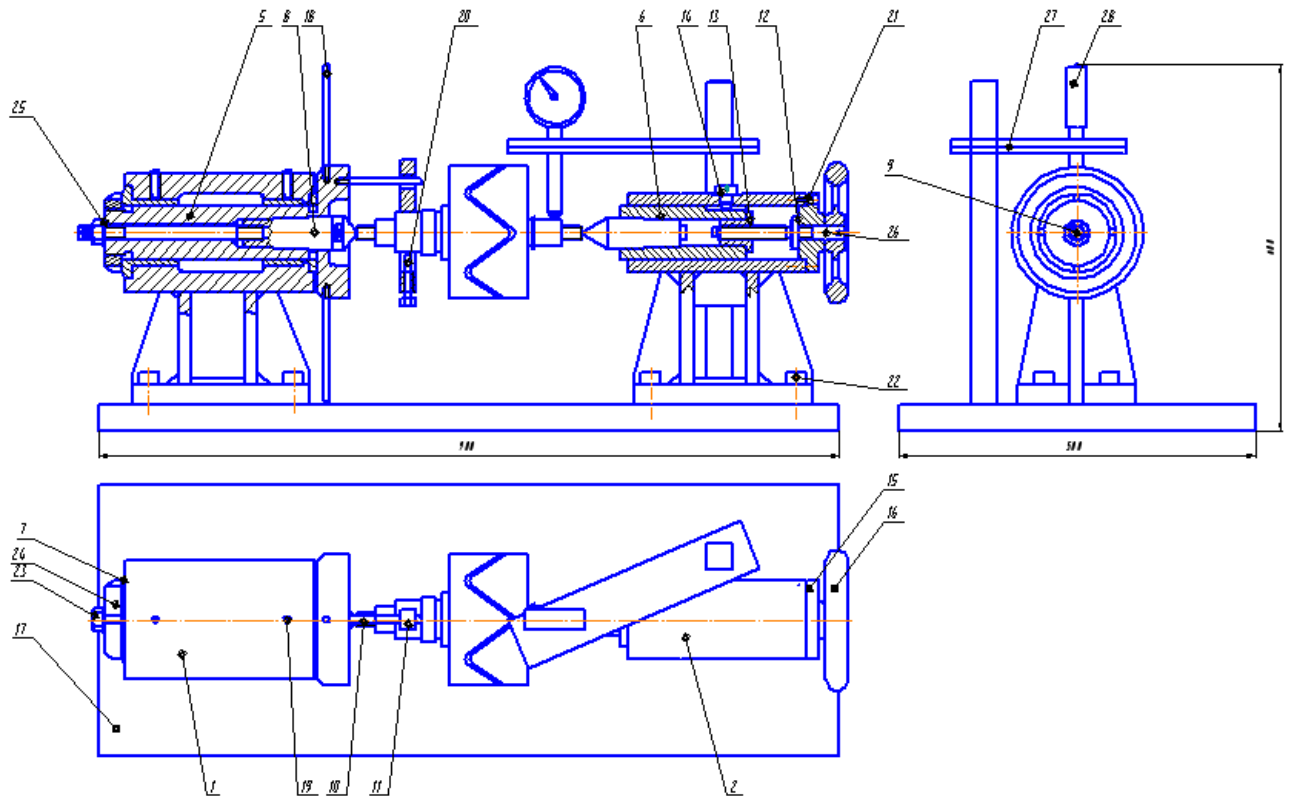


Рисунок 3.4 – Пристрій для контролю роторів генераторів

1 - корпус шпинделя; 2 - корпус пінолі; 5 – шпиндель; 6 – піноль; 7 - гайка спеціальна; 8 – центр; 9 – шпилька; 10 – водило; 11 – хомут; 12 - гвинт ходовий; 13 – втулка; 14 - гвинт спеціальний; 15 – ручка; 16 – маховик; 17 - плита нижня; 18 – кришка; 19 - гвинт М6-6gx20,66; 20 - гвинт М6-6gx45,66; 21 - гвинт М6-6gx15,66; 22 - гвинт М6-6gx30,66; 23 - гайка М10-6Н5; 24 - гайка М36x1,5-6Н5; 25 - шайба 10,01,05; 26 - штифт10,01,05; 27 - індикатор ИЧ-0,5кл 15; 28- штатив ШМ-І. [18]

Прокрутивши ротор декілька разів навкруги своєї осі, звіряємо показники індикатора. Провівши дану операцію і зафіксувавши показники індикатора

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

КРБ.605.04.00.00.000ПЗ

Арк.

63



проводимо контроль другої шийки ротора дотримуючись попередніх вимог. Відхилення від циліндричності ротора генератора повинно не перевищувати допустимі норми, а саме (0,02 – 0,05мм). При надмірному відхиленню від циліндричності, деталь потрібно дефектувати. Якщо дефекація ротора не можлива ще і через ряд інших несправностей, ротор замінити на новий. [18]

Даним пристроєм проводиться також контроль циліндричності кілець щіток. Для контролю циліндричності даних поверхонь необхідно дотримуватись таких самих умов що і до ротора[18]

Дане пристосування використовується як комплексне. На ньому можна проводити контроль більшості електродвигунів стартерів, генераторів, а також інших циліндричних деталей не складної конструкції. Являється нескладним у використанні і не дорогим у обслуговуванні на ньому можна провести якісний і точний контроль потрібної деталі і зробити висновки про стан даної деталі. За наявності такого пристосування на автотранспортному підприємстві покращується робота дільниці, зменшується затрата часу на виконання необхідних операцій. Також підвищується якість і своєчасність виконання робіт. Саме тому впровадивши в даному дипломному проекті це пристосування ми зробили модернізацію і удосконалення технологічного процесу ремонту генераторів. [18]

На практиці дане пристосування зарекомендувало себе, як доцільне і корисне приладдя. Завдяки йому в електротехнічній дільниці покращилися якість робіт а також зменшився час ремонту генераторів, тим самим полегшивши роботу працівникам дільниці і збільшивши число генераторів, які можна відремонтувати. [18]

За незначною собівартістю і легкістю в використанні дане пристосування є доцільним в використанні на електротехнічних дільницях і на великих автотранспортних дільницях.

Дане пристосування як комплексне. На ньому можна проводити контроль більшості електродвигунів стартерів генераторів, а також інших циліндричних деталей нескладної конструкції. [18]

					<i>КРБ.605.04.00.00.000ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		64

При роботі на даному приладді необхідно дотримуватися умов експлуатації а також техніки безпеки. Використовувати даний пристрій лише за призначенням. Після завершення робіт на обладнанні, його необхідно очистити від бруду і зайвих частинок. Тручі деталі змастити оливою і залишити пристрій у чистоті.

При правильних умовах експлуатації і дотримання всіх необхідних технічних умов даний пристрій являється точним вимірювальним приладом на якому можна проводити точні і якісні роботи. [17]

На практиці даний пристрій зарекомендував себе як досить корисний і якісний прилад для вимірювання циліндричності поверхонь.

Він являється не складним в використанні і недорогим в обслуговуванні та в ціні. На ньому можна провести якісний і точний контроль потрібної деталі і зробити певні висновки про стан даної деталі. За наявності такого пристосування на ТОВ покращується робота дільниці, зменшується затрата часу на виконання необхідних операцій. Також підвищується якість і своєчасність виконання робіт. [17]

### 3.4 Розрахунок деталей затискача стенду на міцність

Корпус затискача кріпиться до станини за допомогою болтового з'єднання, яке витримує навантаження при розбиранні і збиранні генераторів та випробовуванні їх. [9]

Задаємося матеріалом болта – Ст.3.

Для матеріалу болта знаходимо границю текучості

$$\sigma = 200...240 \text{ МПа}$$

Силу затягування болта приймаємо рівною  $F_3=120$  Н при довжині рукоятки ключа:

$$L = 15 \cdot d, \text{ мм}; \quad (3.1)$$

де  $d$  – зовнішній діаметр болта, мм.

$$d = 12 \text{ мм};$$

					<i>КРБ.605.04.00.00.000ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		65

$$L=15 \cdot 12=180 \text{ мм.}$$

Для зовнішнього діаметра різі  $d=12$  мм., внутрішній діаметр  $d_1=10,106$  мм. (ГОСТ 24705-81).

Міцність болта визначають по еквівалентному напруженню:

$$\sigma_{\text{екв.}} = \sqrt{\sigma^2 + 4 \cdot \tau^2} \leq [\sigma_p] \quad (3.2)$$

Нормальне напруження:

$$\sigma = \frac{4 \cdot F_3}{\pi \cdot d^2}, \text{ МПа}; \quad (3.3)$$

$$\sigma = \frac{4 \cdot 120}{3,14 \cdot 10,106^2} = 1,49 \text{ МПа.}$$

$$[\sigma_p] = \frac{\sigma_m}{n}, \text{ МПа} \quad (3.4)$$

де  $n$  – коефіцієнт запасу міцності, при контрольованому затягуванні;

$$n = 1,2 \dots 1,5$$

$$[\sigma_p] = \frac{220}{1,5} = 133,3 \dots 160,0 \text{ МПа.}$$

Дотичне напруження:

$$\tau = \frac{T_p}{W_p} = \frac{0,5 \cdot F_3 \cdot d \cdot \text{tg}(\beta + \varphi')}{0,2 \cdot d_1^3}, \text{ МПа}; \quad (3.5)$$

де  $d_2$  – середній діаметр різі, мм;

$$d_2 = 0,5 \cdot (d + d_1), \text{ мм}; \quad (3.6)$$

$$d_2 = 0,5 \cdot (12 + 10,106) = 11,05 \text{ мм};$$

$f'$ - приведений коефіцієнт тертя в різі;

$$f' = \frac{f}{\cos \frac{\alpha}{2}}; \quad (3.7)$$

Приймаємо  $f=0,15$

$$f' = \frac{0,15}{\cos 30^\circ} = 0,173 ;$$

Приведений кут тертя в різі :

$$\varphi' = \text{arctg} f'; \quad (3.8)$$

					<i>КРБ.605.04.00.00.000ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		66

$$\varphi' = \arctg 0,173 = 9^{\circ}50' ;$$

$\beta$  – кут підйому різи:

$$\beta = \arctg \frac{P}{\pi \cdot d_2}; \quad (3.9)$$

$$\beta = \arctg 0,05 = 2^{\circ}50'.$$

Отже,

$$\tau = 0,5 \cdot 120 \cdot 11,05 \cdot \operatorname{tg}(2^{\circ}50' + 9^{\circ}50') = 149,35 \text{ МПа.}$$

$$\sigma_{\text{екв}} = \sqrt{1,49^2 + 149,35^2} = 149,36 \text{ МПа.}$$

$$\sigma_{\text{екв}} = 149,36 \text{ МПа;}$$

$$[\sigma_p] = 133,3 \dots 160 \text{ МПа.}$$

Отже умова міцності виконана :

$$\sigma_{\text{екв}} \leq [\sigma_p]. \quad (3.10)$$

Отже, оскільки  $149 < 160$  МПа, то дане з'єднання буде працювати нормально, без граничних навантажень. [9]

### 3.5 Розрахунок основних деталей пристрою

Проводимо розрахунок затискного пристрою якоря. Зусилля затискання якоря:

$$P_z > \frac{(G \cdot g) + P_n}{f} \cdot \text{пз}; \quad [7, \text{ст.47}] \quad (3.11)$$

де:  $G$  – вага якоря генератора,  $G = 3,6$  кг;

$P_n$  – сила натягу проводу, що намотується,  $P_n = 40$  Н;

$f$  – коефіцієнт тертя, між центрами та валом якоря,  $f = 0,17$ ;

пз – коефіцієнт запасу, пз = 3;

					<i>КРБ.605.04.00.00.000ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		67

$$P_3 > \frac{3,6 \cdot 9,81 + 40}{0,17} \cdot 3 = 1330 \text{ Н} = 1,33 \text{ кН}$$

Реакція даного зусилля, яке прикладено до затискувачу центрів, через які вона передається на опорні кронштейни і далі через палець на затискний гвинт.

Визначаємо максимальний згинаючий момент, що діє на опорі:

$$M_3 = P_3 \cdot \ell_1 \quad (3.12)$$

де:  $\ell_1$  – відстань від кріплення опори до центра. Приймаємо  $\ell_1 = 70 \text{ мм}$ .

$$M_3 = 1330 \cdot 70 \cdot 10^{-3} = 93 \text{ Нм}$$

Визначаємо зусилля розтягу на пальці.

$$P_p = \frac{M_3}{\ell_2}; \quad (3.13)$$

де:  $\ell_2$  – відстань від центра пальця до кінця опори. Приймаємо  $\ell_2 = 30 \text{ мм}$ .

$$P_p = \frac{93}{30 \cdot 10^{-3}} = 3100 \text{ Н} = 3,1 \text{ кН}$$

Розміри опори визначаємо з умови:

$$W_p < W_k$$

де:  $W_p$  і  $W_k$  – розрахунковий і конструктивний момент опору опори в небезпечному перерізі.

Розрахунковий момент опору перерізу опори, який віддалений від центру затискання на 60мм.

$$W_p = \frac{M_{3.0}}{[\delta]_3}; \quad (3.14)$$

де:  $M_{3.0}$  – згинальний момент в небезпечному перерізі:

$$M_{3.0} = P_3 \cdot \ell_0 = 1330 \cdot 60 \cdot 10^{-3} = 80 \text{ Нм};$$

$[\delta]_3$  - допустиме напруження згину.

$$[\delta]_3 = \frac{\delta_{н.з}}{\Pi}; \quad (3.15)$$

де:  $\delta_{н.з} = 1,2 \delta_{г}$  – небезпечне напруження згину;

$\Pi$  – коефіцієнт запасу міцності:

$$\Pi = \Pi_1 \cdot \Pi_2 \cdot \Pi_3; \quad (3.16)$$

					<i>КРБ.605.04.00.00.000ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		68

де:  $\pi_1 = 1,5$  – коефіцієнт, що враховує степінь точності визначення [12].  
 $\pi_2 = 1,6$  – для сталі, коефіцієнт, що враховує неоднорідність матеріалу [13].  
 $\pi_3 = 1,2$  – коефіцієнт, що враховує відповідальність деталі.

$$\pi = 1,5 \cdot 1,6 \cdot 1,2 = 2,88$$

$$\delta_T = 240 \frac{H}{M^2};$$

$$\delta_{н.з} = 1,2 \cdot 240 = 288 \text{ МПа}$$

$$[\delta]_з = \frac{288}{2,88} = 100 \text{ МПа}$$

$$W_p = \frac{80}{100 \cdot 10^6} = 0,8 \cdot 10 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3 = 0,8 \text{ см}^3$$

Задано конструктивними розмірами опори.

Приймаємо Т-подібне сечення з розмірами наведеними на рисунку.

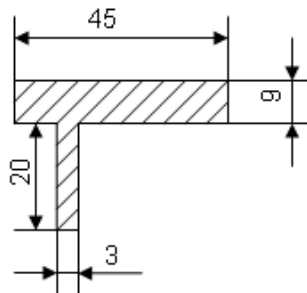


Рисунок 3.5 - Розрахункова схема опори

Визначаємо конструктивний момент опору перерізу:

$$W_K = \frac{b_1 \cdot h_1^2}{6} + \frac{b_2 \cdot h_2^2}{6} \quad (3.17)$$

де:  $b_1 = 45 \text{ мм}$ ;  $b_2 = 3 \text{ мм}$ ;  $h_1^2 = 3 \text{ мм}$ ;  $h_2^2 = 20 \text{ мм}$ .

$$\text{Тоді: } W_K = \frac{4,5 \cdot 10^2}{6} + \frac{0,3 \cdot 2^2}{6} = 0,81 \text{ мм}^3$$

Оскільки, умова  $W_p = 0,8 < W_K = 0,81$  виконується, то розмір вибрано вірно.

Визначаємо діаметр різі пальця.

Умова міцності пальця, що працює на розтяг:

					<i>КРБ.605.04.00.00.000ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		69

$$\delta p = \frac{4 P_p}{\Pi d_1^2} < [\delta]_p ; \quad (3.18)$$

де:  $P_p$  – зусилля розтягу пальця,  $P_p = 3,1$  кН ;

$d_1$ - внутрішній діаметр різі пальця.

$[\delta]_p$  – допустиме напруження розтягу.

$$[\delta]_p = \frac{\delta_{н.з}}{\Pi} ; \quad (3.19)$$

де:  $\delta_{н.з} = 0,6 \delta_T$  ;  $\delta_T = 240$  МПа

$\delta_{н.з} = 0,6 \cdot 240 = 144$  МПа

$\Pi = \Pi_1 \cdot \Pi_2 \cdot \Pi_3 = 1,5 \cdot 1,6 \cdot 1,2 = 2,88$

$$[\delta]_p = \frac{144}{2,88} = 50 \text{ МПа}$$

Тоді внутрішній діаметр різі пальця:

$$d = \sqrt{\frac{4 P_p}{\Pi [\delta]_p}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 3100}{3,14 \cdot 50 \cdot 10^6}} = 8,89 \text{ мм.}$$

Приймаємо метричну різь М12 , у якої  $d_1 = 10,1$  мм.

Проводимо перевірку:

$$\delta p = \frac{4 \cdot 3100}{3,14 \cdot 0,0101} = 39,1 \text{ МПа}$$

$$\delta p = 39,1 < [\delta]_p = 50 \text{ МПа}$$

Розрахунок проведено вірно [2, ст.5].

Проводимо розрахунок затискного гвинта. Для проведення розрахунку попередньо приймаємо конструктивні розміри профіля трапецієдальної різі: число заходів  $i = 1$ , крок різі  $t = 3$  мм. [27] стор. 59, табл. V-8, діаметр різі  $d = 10$  мм,  $d_2 = 8,5$  мм.

Максимальний момент затягування гвинта:

					<i>КРБ.605.04.00.00.000ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		70

$$M = P \frac{d_2}{2} (\operatorname{tg} \beta + \operatorname{tg} S); \quad (3.20)$$

де:  $\beta$  – кут підйому гвинтової лінії різі ;

$S$  – кут тертя.

$$\operatorname{tg} \beta = \frac{t \cdot i}{\Pi \cdot d_2} = \frac{3,0 \cdot 1}{3,14 \cdot 8,8} = 0,112$$

$$\operatorname{tg} S = f = 0,17 ;$$

$$\text{тоді } M = 1330 \cdot \frac{d_2}{2} (0,17 + 0,112) = 1594 \text{ Н.мм} = 1,6 \text{ Н.м}$$

Розрахунок на міцність проводимо за еквівалентним напруженням:

$$\sqrt{\delta_{\text{екв.}}^2 + 4T^2} < [\delta]_p ; \quad (3.21)$$

$$\delta = \frac{4P}{\Pi d_1^2} = \frac{4 \cdot 1330}{3,14 \cdot 7^2} = 34,6 \text{ МПа}$$

$$T = \frac{16M}{\Pi d_1^3} = \frac{16 \cdot 16}{3,14 \cdot 7^3 \cdot 10^{-3}} = 23,8 \text{ МПа}$$

$$[\delta]_p = \frac{\delta_T}{\Pi} ; \quad \delta_T = 240 \text{ МПа} ; \quad \Pi = 3,5$$

$$[\delta]_p = \frac{240}{3,5} = 68,6 \text{ МПа}$$

$$\delta_{\text{екв.}} = 3,46^2 + 4 \cdot 23,8^2 = 58,8 \text{ МПа}$$

$$\delta_{\text{екв.}} = 58,8 < [\delta]_p = 68,6 \text{ МПа}$$

Розрахунок проведено вірно.

					<i>КРБ.605.04.00.00.000ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		71



### 3.6 Розрахунок основних розділів генератора

Визначення основних розмірів:

Розрахункова потужність

$$p' = k_E \cdot P_H \text{ [кВ}\cdot\text{А]}. \quad (3.22)$$

$k_E$  - коефіцієнт, враховуючий внутрішнє падіння напруги в генераторі;

$P_H$  - номінальна потужність, кВ·А [12].

Приймаємо  $k_E = 1,105$

$$p' = 1,105 \cdot 1,0 = 1,105 \text{ [кВ}\cdot\text{А]}$$

Таблиця 3.4 – Залежності потужності генератора і коефіцієнту

Параметри	Генератор					
	0,5	1,0	3,0	5,0	7,5	10
Потужність $P_H$ , кВ·А						
Коефіцієнт $k_E$	1,1	1,105	1,095	1,085	1,07	1,055

Електромагнітне навантаження

$A = 180 \text{ [А/см]}$  – згідно таблиці 1.6;

$B_\delta = 0,8 \text{ [Тл]}$  – при магнітодроті якоря зі сталі 1411.

Таблиця 3.5 – Розрахункова потужність, лінійне навантаження і індукція

Розрахункова потужність	Лінійне навантаження	Індукція у повітряному зазорі, Тл
3-10	180-350	0,7-0,8
10-30	350-400	0,8-0,9

Співвідношення  $A/B_\delta$

$$\frac{180}{0,8} = 225 < (0,03 \div 0,05)10^4. \quad (3.23)$$

Розрахунковий коефіцієнт полюсного перекриття для генераторів з продувом  $\alpha_i = 0,65 \div 0,72$ . Приймаємо  $\alpha_i = 0,65$  [13].

## Обмотувальний коефіцієнт

$$k_o = k_y \cdot k_p \cdot k_{ck} \quad (3.24)$$

Для трьохфазної двохшарової обмотки з кроком  $y \approx 0,8\tau$  можна прийняти  $k_o=0,92$ .

Коефіцієнт форми поля  $k_\phi$  при синусоїдальній формі поля  $k_\phi=1,11$ .

Відношення довжини якоря до діаметра [14]

$$\frac{l_i}{D} = \lambda_i \quad (3.25)$$

Величина  $\lambda_i$  для генераторів з продувом обирається у границях  $0,5 \div 0,7$ .  
обираємо  $\lambda_i=0,5$ .

$$D_g = \sqrt[3]{6,1 \cdot 10^7 \cdot p' / (\alpha_i \cdot k_\phi \cdot k_o \cdot A \cdot B_\delta \cdot n \cdot \lambda_i)} \quad (3.26)$$

$p'$  - розрахункова потужність [кВ·А];

$\alpha_i$  - розрахунковий коефіцієнт полюсного перекриття;

$k_\phi$  - коефіцієнт форми кривої поля;

$k_o$  - обмотувальний коефіцієнт;

$A$  - лінійне (електричне) навантаження [А/см];

$B_\delta$  - магнітне навантаження (індукція у повітряному зазорі) [Тл];

$N$  - лінійна частота обертання ротора [хв<sup>-1</sup>];

$$D_g = \sqrt[3]{\frac{6,1 \cdot 10^7 \cdot 1,105}{0,65 \cdot 1,11 \cdot 0,92 \cdot 180 \cdot 0,8 \cdot 880 \cdot 0,5}} = \sqrt[3]{1580,16} = 11,65 [\text{см}]$$

					<i>КРБ.605.04.00.00.000ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		73

Довжина якоря

$$l_i = \lambda_i \cdot D_{\text{я}} = 0,5 \cdot 11,65 = 5,825 [\text{см}]. \quad (3.27)$$

Полосна поділка

$$\tau = \frac{\pi \cdot D}{p} = \frac{3,14 \cdot 11,65}{6} = 6,1, [\text{см}]. \quad (3.28)$$

Повітряний зазор

$$\delta = \frac{0,36A \cdot \tau \cdot 10^{-4}}{k' \cdot B_{\delta} \cdot (X_d^* - X_s^*)} : [\text{см}] \quad (3.29)$$

де  $k' = (1,04 \div 1,1)$  – коефіцієнт, враховуючий збільшення магнітної напруги повітряних зазорів.

$X_d^*$  - синхронний індуктивний опір по подовжній осі (допускається не більше 2,1), приймаємо  $X_d^* = 2,1$

$X_s^*$  - індуктивний опір, вибирається в границях

$X_s^* = 0,05 \div 0,15$ , приймаємо  $X_s^* = 0,1$

$$\delta = \frac{0,36 \cdot 180 \cdot 4,71 \cdot 10^{-4}}{1,1 \cdot 0,8(2,1 - 0,1)} = 0,017 [\text{см}].$$

Приймаємо  $\delta = 0,02 \text{ см} = 0,2 \text{ мм}$ .

Основні розміри статора:

Розрахункова величина магнітного потоку у повітряному зазорі

$$\phi_{\delta} = \alpha_i \cdot \tau \cdot B_{\delta} \cdot l_i \cdot 10^{-4} [\text{В.с}]. \quad (3.30)$$

$$\phi_{\delta} = 0,65 \cdot 6,1 \cdot 0,8 \cdot 5,825 \cdot 10^{-4} = 18,4769 \cdot 10^{-4} = 0,001848 [\text{В.с}].$$

					<i>КРБ.605.04.00.00.000ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		74

Число витків у фазі

$$\omega_{\phi} = \frac{k_E \cdot U_{\phi}}{4k_{\phi} \cdot k_o \cdot f \cdot \phi_{\delta}}, \quad (3.31)$$

де  $U_{\phi}$ - фазне напруження

$$U_{\phi} = \frac{U_d}{2,34} = \frac{14}{2,34} = 5,98[B]. \quad (3.32)$$

$$\omega_{\phi} = \frac{1,1 \cdot 5,98}{4 \cdot 1,11 \cdot 0,92 \cdot 300 \cdot 18,48 \cdot 10^{-4}} = 2,905.$$

Приймаємо  $\omega_{\phi} = 3$

Число пазів якоря

$$Z = 2p \cdot m \cdot q, \quad (3.33)$$

де  $q$  - число пазів на полюс і фазу. У генераторах малої потужності, працюючих на навантаження через випрямлячі  $q=1$  [14].

$$Z = 2 \cdot 6 \cdot 3 \cdot 1 = 36$$

Зубцеве ділення якоря

$$t_z = \frac{\pi \cdot D}{Z} = \frac{3,14 \cdot 11,65}{36} = 1,02[см], \quad (3.34)$$

Для зубця з постійним перетином необхідна його ширина

$$b_z = \frac{B_{\delta} \cdot t_z}{B_z \cdot k_{3.C.} \cdot \nu_B}, [см] \quad (3.35)$$

де  $B_{\delta}$  - індукція у повітряному зазорі [Тл]

$t_z$  - зубова поділка по діаметру якоря [см]

					<i>КРБ.605.04.00.00.000ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		75

$B_z$  - допустимі значення індукції в зубі; для зуба з постійним перетином для сталі 1411  $B_z = 1,4 \div 1,6$ . Приймаємо  $B_z = 1,4$ .

$K_{з.с}$  - коефіцієнт заповнення сталлю перетину магнітодроту якоря; залежить від товщини листа  $\Delta$  та від виду ізоляції листів – при термооксидуванні та  $\Delta = 0,35$   $K_{з.с} = 0,95$  [6, ст.81].

$\nu_B$  - коефіцієнт витиснення магнітного потоку від вихрових струмів. Для сталі 1411  $\Delta = 0,35$  мм  $f = 400$  Гц  $\nu_B = 0,94$ .

$$b_z = \frac{0,8 \cdot 1,02}{1,4 \cdot 0,95 \cdot 0,94} = 0,653 [\text{см}],$$

Розрахунок магнітної ланки генератора:

Розрахунок магнітної ланки роблять на пару полюсів при

$N = n_{\text{вих}} = 1000$  об/хв. При цьому звичайно задаються декількома значеннями ЕРС  $E_\phi$  в границях від 0,5 до 1,25  $E_\phi$ .

$$\text{Приймаємо } 0,5E_\phi = 0,5 \cdot 5,98 = 2,99 \text{ В}$$

$$0,75E_\phi = 0,75 \cdot 5,98 = 4,485 \text{ В}$$

$$1,0E_\phi = 1,0 \cdot 5,98 = 5,98 \text{ В}$$

$$1,25E_\phi = 1,25 \cdot 5,98 = 7,475 \text{ В}$$

Виконуємо розрахунок магнітного ланцюга для  $0,5E_\phi = 2,99$  В.

Магнітний потік у повітряному зазорі при синусоїдальній формі поля ( $k = 1,11$ ) визначають за формулою

$$\Phi_\delta = E_\phi / [4,44 \cdot k_o \cdot \omega_\phi (p \cdot n / 60)] [\text{В.с}]; \quad (3.36)$$

$$\Phi_\delta = \frac{2,99}{4,44 \cdot 0,92 \cdot 3 \cdot \frac{6 \cdot 1000}{60}} = 0,00244 [\text{В.с}].$$

Магнітна індукція у повітряному зазорі

$$B_\delta = \frac{\Phi_\delta}{S_\delta} = \frac{2\Phi_\delta}{(b_{p_{\max}} + b_{p_{\min}}) \cdot l_i}; [\text{Тл}] \quad (3.37)$$

					<i>КРБ.605.04.00.00.000ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		76

де  $S_{\delta}$  – площа повітряного зазору [м<sup>2</sup>]

$b_{p_{\max}}, b_{p_{\min}}$  – відповідно максимальна та мінімальна ширина полюса (клюва),  
[м]

$l_i$  – довжина активної частини полюса, яка знаходиться під пакетом статора  
[м]

$$B_{\delta} = \frac{2 \cdot 0,00244}{(0,023 + 0,014) \cdot 0,045} = 2,93 [\text{Тл}];$$

МРС (магніторухійна сила) повітряного зазору

$$F_{\delta} = 1,6 \cdot k_{\delta} \cdot \delta \cdot B_{\delta} [\text{А}]$$

де  $k_{\delta}$  – коефіцієнт повітряного зазору

$$k_{\delta} = (t_z + 5 \cdot t_z \cdot \delta / b_{\text{щ}}) / (t_z - b_{\text{щ}} + 5 t_z \cdot \delta / b_{\text{щ}}) \quad (3.38)$$

де  $b_{\text{щ}}$  – ширина прорізи (щілини) пазу. Приймаємо  $b_{\text{щ}} = b_z$

$$k_{\delta} = \frac{0,0102 + 5 \cdot 0,0102 \left( \frac{0,0002}{0,00653} \right)}{0,0102 - 0,00653 + 5 \cdot 0,0102 \left( \frac{0,0002}{0,00653} \right)} = 5,62 \cdot$$

$$F_{\delta} = 1,6 \cdot 5,62 \cdot 0,0002 \cdot 0,87 = 0,0016 [\text{А}].$$

Магнітна індукція зуба статора

$$B_z = \frac{B_{\delta} \cdot t_z}{b_z \cdot k_{c.3.}} = \frac{2,93 \cdot 0,0102}{0,00653 \cdot 0,95} = 4,82; [\text{Тл}] \quad (3.39)$$

					<i>КРБ.605.04.00.00.000ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		77

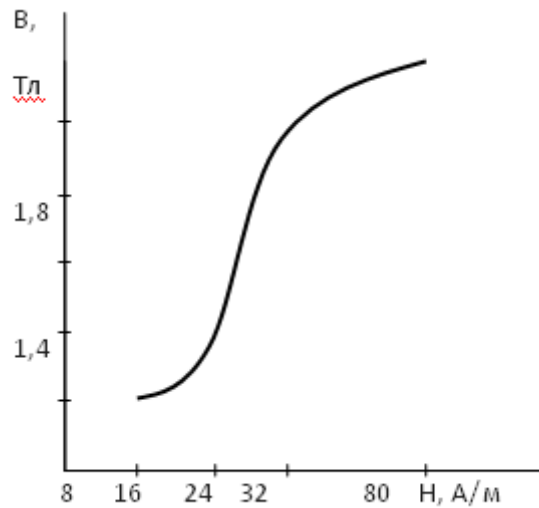


Рисунок 3.6 - Крива намагнічення стрічки з електротехнічної сталі 1411 при частоті 300 Гц. МРС зуба статора [14].

$$F_z = 2h_z \cdot H_z; [A] \quad (3.40)$$

де  $h_z$  – висота зуба статора [м]

$H_z$  – напруженість магнітного поля, визначаємо з графіку на рисунку 1.37

$$F_z = 2 \cdot 0,011 \cdot 32 = 0,704; [A].$$

Магнітна індукція в ярмі статора

$$B_j = 0,5 \cdot \Phi_\delta / [0,5 \cdot (D_{jH} - D_{я} - h_z)] l_j \cdot k_{3.c}; [Тл] \quad (3.41)$$

де  $D_{jH}$  та  $l_j$  – зовнішній діаметр та довжина ярма статора.

$$D_{jH} = k_{DH} \cdot D_{я} = 1,25 \cdot 0,1165 = 0,1456 [м] \quad (3.42)$$

$k_{DH}$  – коефіцієнт, враховуючий співвідношення  $D_{я}$  та  $D_{jH}$

$$l_j = \pi \cdot D_{jH} = 3,14 \cdot 0,1456 = 0,46 [м];$$

					<i>КРБ.605.04.00.00.000ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		78

$$B_j = \frac{0,5 \cdot 0,00244}{[0,5 \cdot (0,1456 - 0,1165 - 0,011)] \cdot 0,46 \cdot 0,95} = 0,308 [Тл].$$

МРС ярма статора

$$F_j = \{ [0,5\pi(D_{jH} - h_j)] \cdot H_j \} / p; [A] \quad (3.43)$$

де  $h_j$  - товщина ярма; приймаємо  $h_j=7$  мм

$H_j$  – напруженість магнітного поля у ярмі [12].

$$F_j = \frac{[0,5 \cdot 3,14 \cdot (0,1456 - 0,007)] \cdot 18}{6} = 0,653; [A].$$

Магнітний потік полюсного наконечника

$$\Phi_1 = \sigma_1 \cdot \Phi_\delta [В \cdot с] \quad (3.44)$$

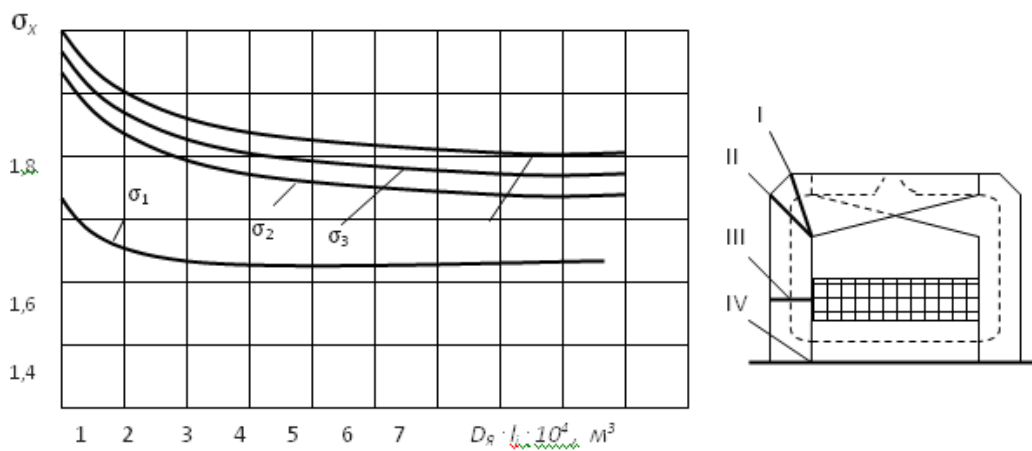


Рисунок 3.7 - Залежності коефіцієнтів розсіювання від розмірів якоря генератора в перетинах [14].

Коефіцієнт розсіювання  $\sigma_1$  визначають з графіка, наведеного на рисунку 2.34, приймаємо  $\sigma_1 = 1,3$ .

$$D_{я}^2 \cdot l_i \cdot 10^4 = 3,6 \quad (3.45)$$



$$\Phi_1 = 1,3 \cdot 0,00244 = 0,003172 \text{ [В·с]}$$

Магнітна індукція в розрахованому перетині  $S_1$  полюсного наконечника

$$B_1 = \Phi_1 / S_1 ; \text{ [Тл]} \quad (3.46)$$

$$S_1 = 0,023 \cdot 0,012 = 0,000276 \text{ [м}^2\text{]};$$

$$B_1 = \frac{0,003172}{0,000276 \cdot 2 \cdot 6} = 0,96 \text{ [Тл]}.$$

МРС полюсного наконечника:

$$F_n = 2 \cdot l_1 \cdot H_1 ; \text{ [А]} \quad (3.47)$$

де  $l_1$  – середня довжина силової лінії поля, яке проходить по полюсу; приймаємо  $l_1 = 24$  мм [15].

$$F_n = 2 \cdot 0,024 \cdot 22 = 1,056 ; \text{ [А]}$$

Магнітний потік на ділянці вигину полюсного наконечника:

$$\Phi_2 = \sigma_2 \Phi_\delta = 1,5 \cdot 0,00146 = 0,0219 ; \text{ [Вс]} \quad (3.48)$$

$$B_{\text{вигн.}} = \Phi_2 / S_{\text{вигн.}} = \frac{\sigma_2 \cdot \Phi_\delta}{S_{\text{вигн.}}} ; \text{ [Тл]} \quad (3.49)$$

$$\text{де } S_{\text{вигн.}} = 0,027 \cdot 0,012 = 0,000324 \text{ [м}^2\text{]};$$

$$B_{\text{вигн.}} = \frac{0,00219}{0,000324 \cdot 2 \cdot 6} = 0,56 ; \text{ [Тл]}.$$

МРС на ділянці вигину полюсного наконечника:

$$F_{\text{вигн.}} = 2 \cdot l_{\text{вигн.}} \cdot H_{\text{вигн.}} = 2 \cdot 0,008 \cdot 21 = 0,336 ; \text{ [А]} \quad (3.50)$$

де  $l_{\text{вигн.}} = 8$  мм.

					<i>КРБ.605.04.00.00.000ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		80

Магнітний потік збірного кільця:

$$\Phi_3 = \sigma_3 \cdot \Phi_\delta = 1,6 \cdot 0,00146 = 0,00234; [\text{Вс}]. \quad (3.51)$$

Магнітна індукція збірного кільця:

$$B_{зб.к.} = \Phi_3 / S_{зб.к.} = \frac{\sigma_3 \cdot \Phi_\delta}{\pi \cdot D_{вт.н} \cdot h_{зб.к.}} = \frac{0,00234}{3,14 \cdot 0,050 \cdot 0,013} = 1,146; [\text{Тл}] \quad (3.52)$$

де  $D_{вт.н.}$  - зовнішній діаметр втулки.

МРС збірного кільця:

$$F_{зб.к.} = 2l_{зб.к.} \cdot H_{зб.к.} = 2 \cdot 0,013 \cdot 30 = 0,78; [\text{А}]. \quad (3.53)$$

Магнітний потік втулки:

$$\Phi_4 = \sigma_4 \cdot \Phi_\delta = 1,68 \cdot 0,00146 = 0,00245; [\text{Вс}]. \quad (3.54)$$

Магнітна індукція на ділянці вигину втулки:

$$B_{виг.вт.} = \frac{\Phi_4}{S_{виг.вт.}} = \frac{0,00245}{3,14 \cdot 0,050 \cdot 0,013} = 1,2; [\text{Тл}]. \quad (3.55)$$

МРС на ділянці вигину втулки:

$$F_{виг.вт.} = 2 \cdot l_{виг.вт.} \cdot H_{виг.вт.} = 2 \cdot 0,013 \cdot 32 = 0,832; [\text{А}]. \quad (3.56)$$

Магнітна індукція стику втулки з полюсною системою:

$$B_{ст.} = \Phi_4 / S_{вт} = \frac{\sigma_4 \cdot \Phi_\delta \cdot 4p}{\pi \cdot D_{вт}^2} = \frac{1,68 \cdot 0,00146 \cdot 4}{3,14 \cdot 0,05^2} = 1,25; [\text{Тл}]. \quad (3.57)$$

					<i>КРБ.605.04.00.00.000ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		81

МРС стику втулки з полюсною системою (збірним кільцем):

$$F_{CT} = 1,6 \cdot \delta_{CT} \cdot B_{CT} = 1,6 \cdot 0,025 \cdot 1,25 \cdot 10^{-3} = 0,00005 ; [A] \quad (3.58)$$

де  $\delta_{CT} = 0,025 \div 0,05 \cdot 10^{-3} [M]$ .

Магнітна індукція втулки :

$$B_{BT.} = \Phi_4 / S_{BT} = \frac{\sigma_4 \cdot \Phi_\delta \cdot 4}{\pi \cdot D_{BT}^2} = \frac{1,68 \cdot 0,00146 \cdot 4}{3,14 \cdot 0,05^2} = 1,25 ; [Tл]. \quad (3.59)$$

МРС втулки:

$$F_{em} = l_{em} \cdot H_{em} = 0,04 \cdot 34 = 1,36 ; [A] \quad (3.60)$$

де  $l_{BT}$ -довжина втулки, приймаємо  $l_{BT}=4 \text{ см}=40 \text{ мм}$

При  $0,5E_\Phi$  підраховуємо сумарну МРС [15].

$$F_\Sigma = F_\sigma = 2F_\delta + 2F_Z + F_j + 2F_n + 2F_{\text{виг.н.}} + 2F_{\text{зб.к.}} + 2F_{\text{виг.ем.}} + 2F_{CT} + F_{em}; [A] \quad (3.61)$$

$$F_\Sigma = 2 \cdot 0,0016 + 2 \cdot 0,704 + 0,653 + 2 \cdot 1,056 + 2 \cdot 0,336 + 2 \cdot 0,78 + 2 \cdot 0,832 + \\ + 2 \cdot 0,00005 + 1,36 = 9,4323$$

					<i>КРБ.605.04.00.00.000ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		82

## 4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ

### 4.1 Характеристика ділянки з точки зору охорони праці та заходи по покращенню умов праці і техніки безпеки для ділянки

Ділянка спроектована згідно СНиП 2.09.02 – 2015. Основна площа ділянки складає 36 м<sup>2</sup>. Висота виробничого приміщення 3 м.

При плануванні виробничих приміщень враховано санітарну характеристику виробничих процесів і дотримано норми корисної площі для працюючих а також нормативів площ для розташування устаткування і необхідної ширини проходів. З метою запобігання травматизму у виробничому приміщенні застосовані попереджувальні пофарбування будівельних конструкцій, устаткування, трубопроводів, а також знаки безпеки відповідно до ГОСТ 12.4.026-2006. Для здорових і безпечних умов праці раціонально розташовано основне та допоміжне устаткування, виробничі меблі а також правильно організовано робочі місця.

Безпечність виробничого процесу забезпечується: правильним вибором технологічних процесів, робочих операцій та порядку обслуговування виробничого устаткування; вибрано виробниче приміщення; вибрано матеріали; організовано робочі місця; забезпечено вимоги безпеки в нормативно-технічній і технологічній документації. При організації технологічних процесів забезпечено:

- усунення безпосереднього контакту працівників з вихідними матеріалами;
- забезпечено автоматизацію виробничих процесів;
- застосовано засоби колективного захисту;
- забезпечено пожежобезпеку.

Вимоги техніки безпеки до обладнання на ділянці:

Силові розподільвальні пункти серії СПА 63 з захистом ліній, що відходять, автоматичними вимикачами.

					<i>КРБ.605.04.00.00.000ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		83

Як пускову апаратуру використано магнетні пускачі. Роподілювальні пункти, пускову апаратуру необхідно розмістити у спеціально виділеному щитовому приміщенні.

Кнопкові щити управління, що встановлюються біля механізмів технологічного обладнання, рекомендуємо серії ПКЕ зі стелінню захисту 1 Р40.

Розподілювальну мережу виконано кабелем марки АВВГ на скобах і проводом марки АПВ, прокладеним в сталевих або пластикових трубах.

Для живлення пересувних електроспоживачів застосувати кабель марки КРПСН.

Всі корпуси розподілювальних пунктів, пускової апаратури, світильників, а також інших споживачів повинні бути заземлені. В ролі заземлювальних магістралей використати металеві конструкції будівель, сталеві труби, в яких прокладаються проводи, та спеціально прокладена сталеві смуга 4 x 40 мм.

Раціональне розташування основного та допоміжного устаткування, виробничих меблів, а також правильна організація робочих місць мають важливе значення для здорових та безпечних умов праці. Столи, шафи, стелажі та інші виробничі меблі поставлені впритул до конструктивних елементів будівлі. До складу дільниці також ще входять допоміжні приміщення: гардероб, умивальні, туалети, їдальня.

Всі робочі місця на дільниці атестовані. Умови праці відносяться до категорії допустимих, тобто не шкодять здоров'ю радіомеханіків. Мікроклімат виробничих приміщень відповідає нормам ГОСТ 12.1.005 - 88.

На електротехнічній дільниці є несприятливі, небезпечні для здоров'я людей чинники. Це підвищена вібрація поверхонь робочих столів і верстатів, запиленість, можливість враження робітників електричним струмом, наявність у повітрі та воді небезпечних і отруйних речовин та інші чинники.

Шкідливий вплив цих несприятливих чинників передбачається зменшити, а то й усунути повністю таким чином. У відділенні необхідно впровадити притомно-витяжну вентиляцію з механічним збудженням і місцеві витяги. При цьому концентрація шкідливих речовин у повітрі не повинна перевищувати

					<i>КРБ.605.04.00.00.000ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		84

гранично допустимих норм. В шиноремонтному відділенні місцеві витяги необхідно встановити над установкою для очищення ободів коліс. Всі корпуси електродвигунів, пускової апаратури, світильників заземлені.

Для покращення освітлення приміщень відділень потрібно встановити необхідну кількість світильників, для зменшення рівня шуму необхідно відрегулювати всі станки, змастити тертьові поверхні, встановити правильний натяг пасів приводу, надати робітникам шумонепроникні навушники, встановити під станки віброізоляційні прокладки.

Для забезпечення пожежобезпеки необхідно встановити у відділеннях вогнегасники відповідних марок, пожежні щити та скрині з піском. З робітниками провести додаткові заняття з техніки безпеки.

Санітарно-технічна частина.

У приміщенні електротехнічної ділянки передбачаються системи опалення, вентиляції, внутрішнього водогону, каналізації.

Опалення. Пропонується встановити повітряне опалення, суміщене з притомною вентиляцією або центральне з місцевими нагрівальними приладами. Система опалення повинна забезпечувати температуру повітря в приміщенні в холодний і перехідний періоди +16 °С.

Вентиляція. Для забезпечення нормованих параметрів повітряного середовища необхідно встановити приточно-витяжну вентиляцію. Гранично допустима концентрація шкідливих чинників: вуглекислого газу - 0,6 мг/м<sup>3</sup>, кремнієвого пилу - 1,0 мг/ м<sup>3</sup>. Над установкою для очищення ободів коліс встановлюємо місцеві витяги. Швидкість руху повітря на робочих місцях не повинна перевищувати 0,3 м/с.

Водогін і каналізація. На питтєві потреби вода подається до крана над умивальником. Стік побутових вод здійснюється в мережу побутової каналізації АТП.

Електроосвітлення. Напруга мережі місцевого освітлення 42 В. Джерело світла - люмінесцентна жарівка. Освітленість 200 лк. Електроосвітлювальні вироби встановлюються тільки в захищеному виконанні.

					<i>КРБ.605.04.00.00.000ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		85

Захисне заземлення. Всі корпуси електродвигунів, пускової апаратури, світильників повинні бути заземлені. В якості заземлюючих магістралей використовуються металеві конструкції будівель, сталеві труби, спеціально прокладена шина - сталева смуга січенням 4 x 40 мм. Опір заземлюючого пристрою  $< 4$  Ом. Для заземлення в освітлювальних установках використовується нульовий робочий провід мережі.

Пожежна сигналізація і пожежогасіння. Відділення необхідно обладнати автоматичною пожежною сигналізацією. Автоматичні повідомлювачі типу ДТЛ (теплові), що безпосередньо підмикаються у приймальну станцію "Костер2АМ". Для резервного живлення станції передбачається акумуляторна батарея. Приймальну станцію слід встановлювати в приміщенні з цілодобовим чергуванням (диспетчерська). Як засоби вогнегасіння у відділенні передбачені пожежний кран, вогнегасники ОУ-5 і ОХВП-10, скриня з піском, щит з протипожежним інвентарем. За ступенем надійності електропостачання всі споживачі шиноремонтного відділення відносяться до другої категорії.

#### 4.2 Розрахунок штучного заземлення

Вихідні дані:

1. Напруга мережі - 220В.
2. Виконання мережі - з глухо заземленою нейтраллю.
3. Тип заземлювального пристрою - вертикальний .
4. Розміри вертикальних заземлювачів: довжина  $l_v$  - 6м; діаметр  $d$  - 0,045м.
5. Відношення відстані між трубами до їхньої довжини  $L_v / l_v = 1$
6. Розміри горизонтального заземлювача (з'єднувальної стрічки): довжина  $L_g = L_{з.с.}$  – згідно з розрахунком м;  $d = 0,03$ м.
7. Глибина закладання вертикальних заземлювачів  $h_v = 0,5$ м.

					<i>КРБ.605.04.00.00.000ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		86

8. Розташування заземлювачів попередньо приймають за чотирикутним контуром при числі стержнів від 4 до 100 та в один ряд при числі стержнів від 2 до 20.

9. Грунт – супісок склад однорідний, вологість нормальна, агресивність нормальна.

10. Кліматична зона – II.

Розв'язок:

1. Визначаємо характеристику навколишнього середовища в опоряджувальному цеху: за пожежною небезпекою згідно з ПУЕ воно відноситься до класу II – 11; за вибухонебезпекою згідно з ПУЕ - до класу В – 1; за ступенем ураження електричним струмом – без підвищеної та особливої небезпеки.

2. Визначаємо  $R_d$  - допустиме значення опору розтіканню струму в заземлювальному пристрої  $R_d < 4 \text{ Ом}$ .

3. Визначаємо  $K_{с.в.}$  – приблизне значення питомого опору ґрунту, що рекомендується приймаємо  $\rho_{\text{табл.}} - 300 \text{ Ом} \cdot \text{м}$  [ 6 ] табл.7.2.

4. Визначаємо  $K_{с.в.}$  - коефіцієнт сезонності для вертикальних заземлювачів, для даної кліматичної зони II. приймаємо  $K_{с.в.} = 1,5$  [ 6 ] табл.7.4

5. Визначаємо значення  $K_{с.г.}$  -- коефіцієнт сезонності для горизонтального заземлювача згідно з кліматичною зоною приймаємо  $K_{с.г.} = 3,5$  [ 6 ] табл.7.4.

6. Визначаємо  $\rho_{\text{розр.в}}$  -- розрахунковий питомий опір ґрунту для вертикальних заземлювачів

7.

$$\rho_{\text{розр.в.}} = \rho_{\text{табл.}} \cdot K_{с.в.}; \quad (4.1)$$

де  $\rho_{\text{табл.}}$  – приблизне значення питомого опору,  $K_{с.в.}$  – коефіцієнт сезонності для вертикальних заземлювачів.

					<i>КРБ.605.04.00.00.000ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		87



$$\rho_{\text{розр.в.}} = 300 \cdot 1,5 = 450 \text{ (Ом.)}$$

8. Визначаємо  $\rho_{\text{розр.г.}}$  – розрахунковий питомий опір ґрунту для горизонтальних заземлювачів.

$$\rho_{\text{розр.г.}} = \rho_{\text{розр.в.}} \cdot K_{\text{с.г.}}; \quad (4.2)$$

де  $\rho_{\text{розр.г.}}$  – приблизне значення питомого опору;  $K_{\text{с.г.}}$  – коефіцієнт сезонності для горизонтального заземлювача;

$$\rho_{\text{розр.г.}} = 450 \cdot 3,5 = 1575 \text{ (Ом.)}$$

9. Визначаємо опір вертикального заземлювача:

$$R_{\text{В}} = \frac{\rho_{\text{р.в.}}}{2\pi l_{\text{В}}} \left( \ln \frac{2l_{\text{В}}}{d} + \frac{1}{2} \ln \frac{4t + l_{\text{В}}}{4t - l_{\text{В}}} \right); \quad (4.3)$$

$$R_{\text{В}} = \frac{450}{2 \cdot 3,14 \cdot 6} \left( \ln \frac{2 \cdot 6}{0,045} + \frac{1}{2} \ln \frac{4 \cdot 0,5 + 6}{4 \cdot 0,5 - 6} \right) = 11,94(5,6 \cdot 0,7) = 47$$

9. Визначаємо  $n_{\text{т.в.}}$  теоретична кількість вертикальних заземлювачів без врахування коефіцієнта використання.  $n_{\text{в.в.}}$

$$n_{\text{т.в.}} = \frac{R_{\text{в}}}{R_{\text{д}} \cdot \eta_{\text{в.в.}}}; \quad (4.4)$$

де  $R_{\text{в}}$  – опір розтікання струму в вертикальних заземлювачах;

$R_{\text{д}}$  – допустиме значення опору розтікання струму в заземлювальному пристрої.

$$n_{\text{т.в.}} = \frac{47}{4 \cdot 1} = 12 \text{ (шт.)}$$

10. Визначаємо  $n_{\text{т.в.}}$  – коефіцієнт використання вертикальних заземлювачів при розташуванні їх згідно вихідних даних або за

					<i>КРБ.605.04.00.00.000ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		88

чотирикутним контуром при числі заземлювачів  $n_{т.в.} = 12$  та при відсутності  $L_B/\ell_B = 1$  приймаємо  $\eta_{т.в.} = 0,74$ . [ 6 ] табл.7.5

11. Визначаємо  $\eta_{т.в.}$  – необхідна кількість штук вертикальних однакових заземлювачів з врахуванням коефіцієнта використання  $\eta_{в.в.}$ .

$$n_{н.в.} = \frac{R_B}{R\delta \cdot \eta_{т.в.}} \quad (4.5)$$

$$n_{н.в.} = \frac{47}{4 \cdot 0.74} = 16 \text{ (шт.)}$$

12. Визначаємо  $R_{розр.в.}$  – розрахунковий опір розтікання струму у вертикальних заземлювачах при  $n_{н.в.} = 16$  (шт) без врахування з'єднувальної стрічки

$$R_{розр.в.} = \frac{R_B}{n_{н.в.} \cdot \eta_{т.в.}}; \quad (4.6)$$

$$R_{розр.в.} = \frac{47}{16 \cdot 0.74} = 4 \text{ (Ом)}$$

де  $n_{н.в.}$  – коефіцієнт використання вертикальних заземлювачів;

$R_B$  – опір розтікання струму в вертикальних заземлювачах;

13. Визначаємо  $L_B$  – відстань між вертикальними заземлювачами за відношенням  $L_B/\ell_B = 1$ , звідси :

$$L_B = 1 \cdot \ell_B; \quad (4.7)$$

де  $\ell_B$  – довжина вертикального електрода;

$$L_B = 1 \cdot 6 = 6 \text{ (м)}$$

					<i>КРБ.605.04.00.00.000ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		89

14. Визначаємо  $L_{з.с.}$  – довжина з'єднувальної стрічки горизонтального заземлення.

$$L_{з.с.} = L_B n_{нв} \quad (4.8)$$

де  $n_{нв.}$  – необхідна кількість штук вертикальних заземлювачів;

$L_B$  – відстань між вертикальними заземлювачами;

$$L_{з.с.} = 6 \cdot 16 = 96 \text{ (м)}$$

15. Визначаємо  $R_{г.з.с.}$  – опір розтікання струму в горизонтальному заземлювачі (з'єднувальній стрічці).

$$R_{гзс} = \frac{\rho_{р.з.}}{2\pi L_{з.с.}} \ln \frac{2L_{з.с.}}{d \cdot t}; \quad (4.9)$$

$$R_{гзс} = \frac{1575}{2 \cdot 3,14 \cdot 96} \ln \frac{2 \cdot 9216}{0,03 \cdot 0,5} = 37 \text{ (Ом)}$$

16. Визначаємо  $n_{в.г.}$  – коефіцієнт використання горизонтальних заземлювачів при розташуванні вертикальних заземлювачів згідно з вихідними значеннями або за чотирикутним контуром при відношенні  $L_{в.}/\ell_{в.} = 1$  та необхідної кількості вертикальних заземлювачів  $n_{нв.} = 16$  приймаємо  $n_{в.г.} = 0,85$ . [ 6 ] табл.7.6. При паралельно включених горизонтальних заземлювачах  $\eta_{в.г.}$  визначають з [ 6 ] табл. 7.7.

17. Визначаємо  $R_{розр.г.}$  – розрахунковий опір розтікання струму в горизонтальних заземлювачах (з'єднуючій стрічці).

$$R_{розр.г.} = \frac{R_{г.з.с.}}{N_z \cdot n_{в.г.}}; \quad (4.10)$$

де  $R_{г.з.с.}$  – опір розтікання струму в горизонтальному заземлювачі;  $n_{в.г.}$

– коефіцієнт використання горизонтальних заземлювачів;

$$R_{розр.г.} = \frac{37}{1 \cdot 0,85} = 44 \text{ (Ом)}$$

18. Визначаємо  $R_{розр.в.г.}$  – розрахунковий теоретичний опір розтікання струму у вертикальних та горизонтальних заземлювачах

					<i>КРБ.605.04.00.00.000ПЗ</i>	Арк.
						90
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$R_{\text{розр.в.г.}} = \frac{R_{\text{розр.в.}} \cdot R_{\text{розр.г.}}}{R_{\text{розр.в.}} + R_{\text{розр.г.}}} ; \quad (4.11)$$

де  $R_{\text{розр.в.}}$  – розрахунковий опір розтікання струму у вертикальних заземлювачах;

$$R_{\text{розр.в.г.}} = \frac{4 \cdot 44}{4 + 44} = 4 \text{ (Ом)}$$

19. Вибираємо матеріал та поперечний перетин з'єднувальних провідників по табл. 7.8 [6]. Вибираємо алюмінієві провідники.

$$S_a = 6 \text{ мм}^2$$

20. Вибираємо матеріал та поперечний перетин магістральної шини по табл. 7.8 [6] приймаємо сталеву шину товщиною  $\delta_s = 4 \text{ мм}$  і перетином  $\sigma = 100 \text{ мм}^2$ .

Вибираємо матеріал та поперечний перетин з'єднувальних провідників. З таблиць вибираємо голі мідні  $S_M = 4 \text{ мм}^2$  або алюмінієві  $S_A = 6 \text{ мм}^2$  провідники.

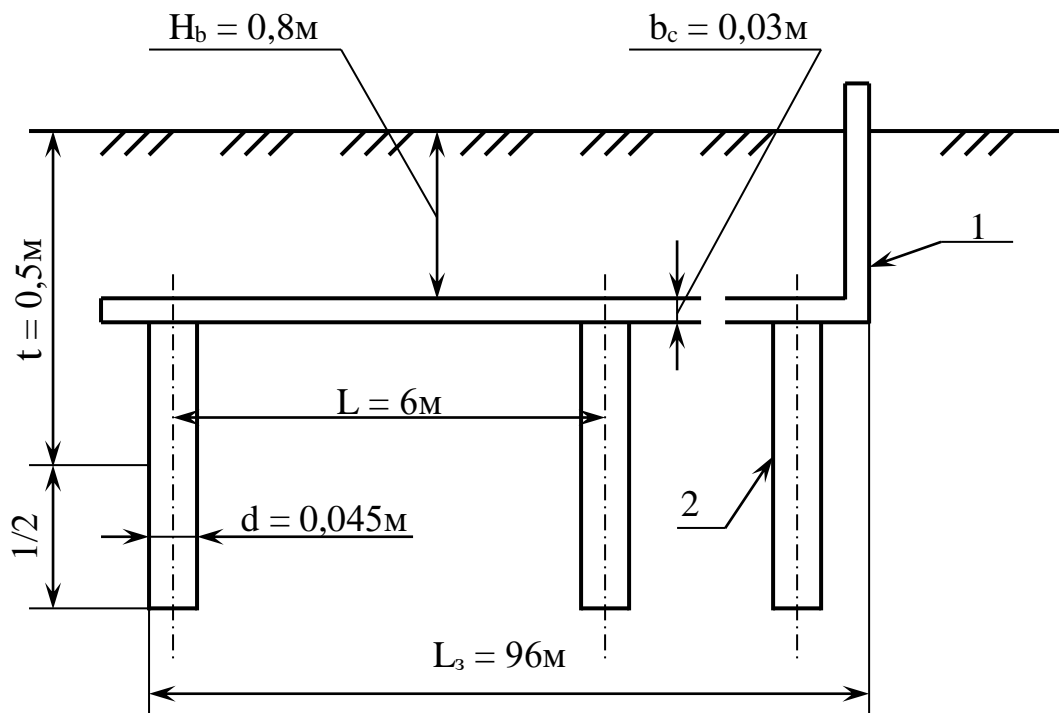


Рисунок 4.1 - Схема заземлювального контуру

1- горизонтальний заземлювач;

2- вертикальний заземлювач.

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

КРБ.605.04.00.00.000ПЗ

Арк.

91

## ВИСНОВКИ

При написанні кваліфікаційної роботи бакалавра в загально-технічному розділі описана характеристика автомобіля DAF-XF105, конструктивні особливості генератора CA 1035 IR автомобіля DAF XF 105. Здійснено вибір об'єкту і показників для порівняння проектних рішень, обґрунтування початкових даних перспективного напрямку розвитку ремонтного підприємства. Описано режим роботи підрозділу та режим праці і відпочинку працюючих та організація і управління підприємством.

В технологічному розділі описано аналіз робочих характеристик генератора змінного струму CA 1035 IR автомобіля DAF XF 105, аналіз технології, способів та засобів для визначення технічного стану деталей і вузлів, можливі несправності генератора і способи їх усунення, зняття генератора CA 1035 IR з автомобіля DAF XF 105, дефектація деталей генератора CA 1035 IR та встановлення генератора на двигун. Підібрано обладнання, пристосувань, інструменту для розбірно-складальних робіт. Побудовано схему технологічного процесу ремонту генератора CA 1035 IR, графічну модель конструкції, побудовано матриці взаємних контактів деталей, побудовано матриці рівнів доступу та можливих варіантів черговості та виконання операцій. Розраховано виробничі параметри ремонтного підрозділу.

В конструкторському розділі здійснено аналіз існуючих пристроїв для діагностування та ремонту автомобільних генераторів, опис стенду для діагностики генераторів, опис пристрою для контролю ротора генератора та розрахунок деталей затискача стенду на міцність. Розраховано інші параметри генератора.

В четвертому розділі розглянуто питання охорони праці і безпеки життєдіяльності та здійснено відповідний розрахунок.

					<i>КРБ.605.04.00.00.000ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		92

## ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Методичні вказівки до підготовки і виконання кваліфікаційної роботи бакалавра для здобуття освітнього ступеня «бакалавр» за освітньо-професійною програмою «Автомобільний транспорт», спеціальності 274 «Автомобільний транспорт», галузі знань 27 «Транспорт». Тернопіль: ВСП «ТФК ТНТУ», 2023. – 48 с.

2. Карагодін В.І. Ремонт автомобілів і двигунів DAF. Київ: Вища школа, 2019. 280с.

3. Ануров В.І. Довідник конструктора – машинобудівника. Київ: Машинобудування, 2019. 728с.

4. Єфремова В. В. Довідник інженера-механіка. Київ: Транспорт, 2018. 450с.

5. Авдєєв М.В. Технологія ремонту машин та обладнання. Київ: Каравела, 2017. 450с.

6. Борц А.Д., Закинъ Я.Х. Діагностика технічного стану автомобіля. Київ: Транспорт, 2018. 159с.

7. Грибков В.М. Довідник щодо обладнання для ТО і ТР автомобілів. Київ: Либідь, 2018. 223с.

8. Кірсанов Е.А. Механізація збирально-мийних робіт у автотранспортних підприємствах. Навчальний посібник. Київ: Кондор, 2017. 99с.

9. Генератор DAF XF 105 (ДАФ ХФ 105) URL: <https://ukrparts.com.ua/category/generator/c-171/daf/xf-105/> (дата звернення 10.05.2024).

10. Ремонт автомобільного генератора URL: <https://www.altstar.kiev.ua/index.php?pg=unit&cross=0124555018> (дата звернення 20.05.2024).

11. Ремонт генератора DAF. URL: <https://auto-start.net/remont-generatora-daf-remont-startera-daf-kupit-generator-daf-kupit-starter-daf/> (дата звернення 29.05.2024).

					<i>КРБ.605.04.00.00.000ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		93

12. Діагностика генератора URL:  
<https://www.altstar.kiev.ua/index.php?pg=unit&dasm=&cross=210714&supp=%D6%C10000294&det=&rt> (дата звернення 18.05.2024).

13. Технічне обслуговування і ремонт генераторів URL:  
<http://www.autoelectrica.com.ua/index.php?page=prod&product=0124555018> (дата звернення 28.05.2024).

14. PR 7114-0314 Генератор DAF XF 105 FTS 105.410, FTR 105.410  
URL:<https://commonparts.com.ua/zapchasti/generator%20PROFIT/PR+7114-0314/DAF/XF+105/FTS+105.410%2C+FTR+105.410/61> (дата звернення 3.05.2024).

15. Основні несправності генераторів URL: <https://altis-avto.com.ua/ua/g52522080-generator-daf> (дата звернення 13.05.2024).

16. Генератори з додатковими пристроями URL:  
<https://master.shop/ru/remont-generatoriv-na-legkoviy-transport/daf> (дата звернення 23.05.2024).

17. Реле регулятор напруги генератора URL: <https://truck-diagnost.com/viewtopic.php?t=7744> (дата звернення 6.06.2024).

18. Реле регулятор напруги генератора BOSCH F00M144119 на Daf XF 105 .530 12.6 [XE390C] 02.2001 URL:  
[https://starterok.com.ua/mark/daf\\_516/xf\\_141/95-530-126\\_1639/rele-regulyator-napryazheniya-generatora-bosch-2reg0031288.html](https://starterok.com.ua/mark/daf_516/xf_141/95-530-126_1639/rele-regulyator-napryazheniya-generatora-bosch-2reg0031288.html) (дата звернення 16.06.2024).

					<i>КРБ.605.04.00.00.000ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		94