

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

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

Освітнього ступеня «Магістр»

на тему: „ Удосконалення технологічного процесу розбирання і складання генератора вантажного автомобіля ”

Виконав: студент 6 курсу групи Ат-61
Спеціальності 274 „Автомобільний транспорт”
(шифр і назва)
Корінецький Назарій Васильович
(Прізвище та ініціали)

Керівник: к.т.н., доц. Василь РИС
(Прізвище та ініціали)

Рецензент: к.т.н., доц. Мирон МАГАЦ
(Прізвище та ініціали)

Дубляни 2024

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

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Зав. кафедри _____
(підпис)

к.т.н., доцент Андрій ШАРИБУРА
“ 12 ” вересня 2024 р.

З А В Д А Н Н Я

на кваліфікаційну роботу студенту
Корінецькому Назарію Васильовичу

1. Тема роботи: **„ Удосконалення технологічного процесу розбирання і складання генератора вантажного автомобіля”**

Керівник роботи: Рис Василь Іванович, к.т.н., доц.

Затверджена наказом по університету 12.09.2024 року № 616/К-С

2. Строк здачі студентом закінченої роботи 5.12.2024 року.

3. Вихідні дані: Науково-технічна література з питань ремонту автомобільних генераторів. Показники стану охорони праці в базовому підприємстві.

4. Перелік питань, які необхідно розробити

ВСТУП

1. ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА ГЕНЕРАТОРА ВАНТАЖНОГО АВТОМОБІЛЯ

2. РЕМОНТ ГЕНЕРАТОРІВ ВАНТАЖНИХ АВТОМОБІЛІВ

3. ДОСЛІДЖЕННЯ МОЖЛИВИХ ВАРІАНТІВ ПРОЦЕСУ РОЗБИРАННЯ І СКЛАДАННЯ ГЕНЕРАТОРА

4. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ ТРИВАЛОСТІ РОЗБИРАННЯ ГЕНЕРАТОРА ПРИ РІЗНІЙ ПОСЛІДОВНОСТІ ВИКОНАННЯ ОПЕРАЦІЙ.

5. ОХОРОНА ПРАЦІ І БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

Перелік графічного матеріалу: *тема – 1-й слайд; мета роботи та завдання дослідження – 2-й слайд; хАналіз будови генератора Г287Б – 3-й; можливі несправності*

генераторів, їх причини та способи усунення – 4-й; технологічний процес розбирання і діагностування генератора – 5–6-й слайди; спрощена схема генератора 2876 для розгляду процесу розбирання і складання–7-й слайд; спрощена детально-збірна графічна модель генератора з відображенням рівнів доступу та взаємних зв'язків між елементами – 8-й слайд; можливі варіанти послідовності виконання операцій 9-й слайди; можливі варіанти послідовності виконання операцій – 10-й слайд; середня тривалість процесу розбирання і складання генератора при певній послідовності виконання операцій розбирання і зворотному до них порядку складання -11 слайд; загальні висновки – 12 слайд.

6. Консультанти розділів роботи:

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

7. Дата видачі завдання: 12.09.2024 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

Пор. №	Назва етапів дипломної роботи	Строк виконання етапів роботи	Відмітка про виконання
1.	Написання розділу: «Загальна характеристика генератора вантажного автомобіля»	12.09.24-15.09.24	
2.	Виконання розділу «Ремонт генераторів вантажних автомобілів»	16.09.24-01.10.24	
3.	Виконання розділу «Дослідження можливих варіантів процесу розбирання і складання генератора»	15.10.24-30.10.24	
4.	Написання розділу: «Результати досліджень тривалості розбирання генератора при різній послідовності виконання операцій.»	02.10.24-14.11.24	
5.	Написання розділу: «Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях»	15.11.24-24.11.24	
7.	Завершення оформлення розрахунково-пояснювальної записки	25.11.24-30.11.24	
8	Завершення роботи в цілому	01.12.24-5.12.24	

Студент _____ Назарій КОРИНЕЦЬКИЙ
(підпис)

Керівник роботи _____ Василь РИС

АНОТАЦІЯ

Удосконалення технологічного процесу розбирання і складання генератора вантажного автомобіля. Корінецький Н.В. Кваліфікаційна робота. Кафедра агроінженерії та технічного сервісу імені проф. Олександра Семковича. – Дубляни; Львівський НУП, 2024 р.

Кваліфікаційна робота: 68 сторінок текстової частини, 9 таблиць, 29 рисунків, 31 бібліографічна назва.

Проведено загальну характеристику будови і принципу дії генераторних установок, розглянуто зміст їх технічного обслуговування, основні несправності, способи їх виявлення та усунення. Детально розглянуто будову і основні несправності генератора Г287Б.

Досліджено можливі варіанти процесу розбирання і складання генератора Г287Б, побудовано графічну модель його конструкції і матриці взаємних контактів та рівнів доступу. Запропоновано процес поетапної зміни технічного стану генератора за рівнями доступу в процесі його розбирання.

Подано результати досліджень тривалості розбирання генератора при різній послідовності виконання операцій проведених в умовах лабораторії ремонту електрообладнання кафедри агроінженерії та технічного сервісу імені проф. Олександра Семковича Львівського національного університету природокористування.

Побудовано логіко-імітаційну модель процесу виникнення аварій і травми у працюючого із стендом для випробовування генераторних установок. Оцінено рівень небезпеки виникнення аварій і травм, розглянуто заходи запобігання небезпечним ситуаціям.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	6
1. ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА ГЕНЕРАТОРА ВАНТАЖНОГО АВТОМОБІЛЯ.....	8
1.1 Аналіз будови генератора автомобіля.....	8
1.2 Технічне обслуговування автомобільних генераторів.....	13
Висновки до розділу 1	14
2. РЕМОНТ ГЕНЕРАТОРІВ ВАНТАЖНИХ АВТОМОБІЛІВ.....	15
2.1 Основні несправності генераторів.....	15
2.2 Класична технологія ремонту генератора	16
Висновки до розділу 2	31
3. ДОСЛІДЖЕННЯ МОЖЛИВИХ ВАРІАНТІВ ПРОЦЕСУ РОЗБИРАННЯ І СКЛАДАННЯ ГЕНЕРАТОРА	33
3.1. Побудова графічної моделі конструкції.	40
3.1.1. Побудова матриці взаємних контактів деталей.....	40
3.2. Побудова матриць рівнів доступності та графічної моделі.....	46
3.3. Поетапна зміна технічного стану генератора за рівнями доступу.....	50
4. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ ТРИВАЛОСТІ РОЗБИРАННЯ ГЕНЕРАТОРА ПРИ РІЗНІЙ ПОСЛІДОВНОСТІ ВИКОНАННЯ ОПЕРАЦІЙ.....	58
Висновок до розділу 4.....	60
5. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ	61
5.1 Моделювання процесів виникнення аварій і травм.....	61
5.2 Оцінка рівня небезпеки виникнення аварій і травм	64
5.3 Запобігання небезпечним ситуаціям.....	65
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ	68
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	69

ВСТУП

За останні 16 років система ремонтно-технічного обслуговування АПК України зазнала кардинальних змін. Фактично поки що в західному регіоні відсутні спеціалізовані підприємства з обслуговування сільськогосподарської техніки. Безумовно, головною причиною такої ситуації є економічна політика країни, яка призвела до банкрутства сільського господарства через невідповідність цін. У цьому випадку утримувати обладнання в справному стані стає досить складно.

Розвиток мереж постачання запчастин, можливість придбання запчастин за різними цінами та різної якості, а з іншого боку висока вартість послуг з ремонту та технічного обслуговування призвели до того, що більшість ремонтних робіт передається власникам і власникам. Користувач пристрою. Процес ремонту зазнав серйозних змін, а основою стали демонтажно-монтажні роботи. Тому сьогодні особливої уваги заслуговують саме демонтажно-монтажні роботи, оскільки їх оптимізація дозволить мінімізувати час виведення обладнання з експлуатації.

Відомо, що будь-який автомобіль, трактор або інша самохідна машина, оснащена двигуном внутрішнього згорання, має електричну мережу, в яку обов'язково входить генераторна установка. Генераторні установки для основних машин включають генератори, випрямлячі струму, релейні регулятори та інші компоненти, здатні забезпечувати стабільну напругу для електрообладнання. При виході з ладу генератора неможливо підтримувати в працездатному стані батарею, порушується робота контрольно-вимірювальних приладів, а також систем машин, що живляться від струму.

Практичний досвід роботи ремонтних підприємств та низка наукових досліджень показали, що необґрунтоване розбирання муфт типу агрегатів, вузлів, механізмів та інших частин може бути причиною зниження їх ресурсу [4,8,15]. Відомо, що послідовність операцій розбирання та складання машини різноманітна і залежить від конструктивних особливостей об'єкта ремонту, його технічного стану та технологічного обладнання, яке використовується в

процесі розбирання та складання [19,22,23,24,26].

Оскільки необхідність розбирання генераторної установки залежить від поломки певного компонента, у кожній конкретній ситуації необхідно виконувати певний процес розбирання та складання. На цій основі ми сформулювали мету дослідження.

Мета дослідження: виходячи з технічного стану кожного компонента, спростити операції з розбирання та складання та вдосконалити процес розбирання та складання генераторної установки вантажівки.

Для досягнення поставлених цілей необхідно вирішити певні завдання, які можна сформулювати і розв'язати в наступному порядку.

Завдання дослідження:

- проаналізувати будову та принцип роботи автомобільного генератора;
- провести капітальні операції з технічного обслуговування генератора;
- розглянути основні несправності генератора та способи їх усунення;
- розглянути відомі методи ремонту генератора;
- побудувати спрощену графічну модель конструкції генератора Г287Б;
- побудувати матрицю рівня доступу та варіанти для послідовності розбирання генератора Г287Б;
- експериментально-лабораторне дослідження процесів розбирання та складання генератора з різною послідовністю операцій.

1. ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА ГЕНЕРАТОРА ВАНТАЖНОГО АВТОМОБІЛЯ

1.1 Аналіз будови генератора автомобіля

Джерелом електричного струму для двигуна автомобіля є генератор. Більшість генераторів є трифазними синхронними двигунами з електромагнітним збудженням і вбудованими випрямними блоками (рис. 1.1). [9,15,16,19,24].

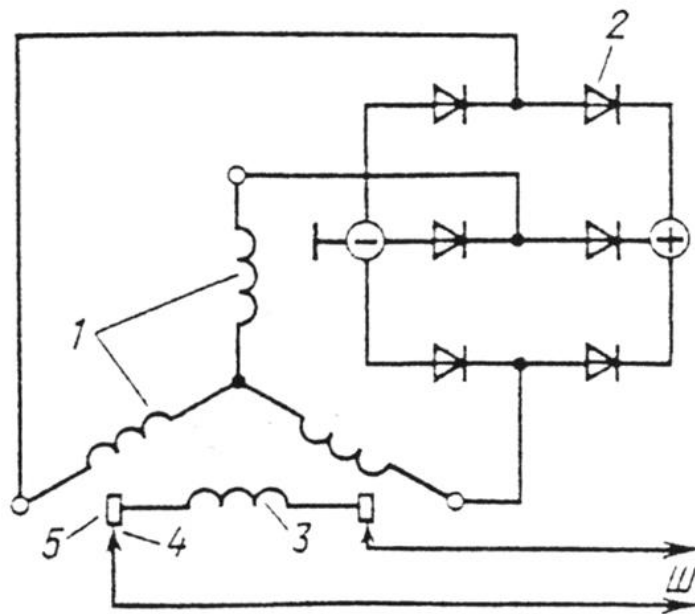


Рисунок 1.1 – Електрична схема генератора: 1 – обмотка статора; 2 – діод; 3 – обмотка збудження; 4 – щітка; 5 – контактне кільце.

Будова генератора (рис.1.2) включає в себе статор 7, ротор 14, кришку зі сторони контактів 8 з блоком випрямлячів 11, кришку зі сторони привода 1, вентилятора 15 та шків 17.

Статор 7 зібраний з окремих частин електротехнічної сталі, з'єднаних в корпус. Трифазні обмотки вставляються в пази статора переважно «зіркоподібно». Кінці обмоток з'єднані з випрямним блоком 11, який складається з двох пластин, в яких встановлено шість кремнієвих діодів (в кожній пластині встановлено по 3 діоди різної провідності).

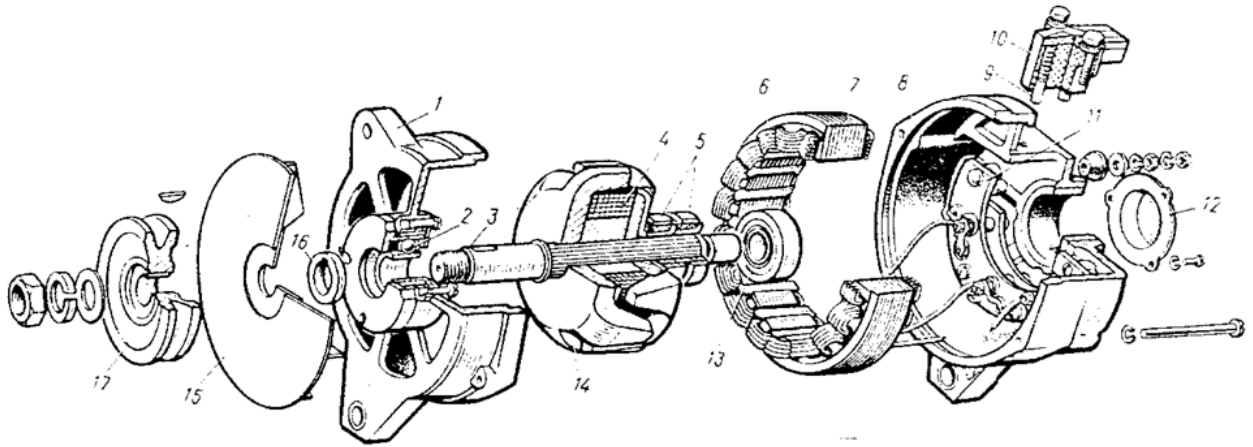


Рисунок 1.2 – Генератор Г-250: 1,8 – кришки; 2,13 – підшипники; 3 – вал ротора; 4 – обмотка збудження; 5 – контактні кільця; 6 – обмотка статора; 7 – статор; 9 – щітка; 10 – щіткотримач; 11 – блок випрямлячів; 12 – кришка підшипника; 14 – ротор; 15 – вентилятор; 16 – втулка; 17 – шків.

Ротор генератора 14 складається з обмотки збудження 4 і двох ізолюючих контактних кілець 5. Кінці обмотки збудження 4 з'єднані двома дзьобоподібними полюсними наконечниками, утворюючи 12-полюсну магнітну систему ізоляційні контактні кільця 5 підключені до кінця обмотки збудження. Підключена обмотка збудження 4.

Ротор 14 обертається на підшипниках 2, 13, які встановлені в двох кришках 1, 8. У кришці з одного боку контактного кільця встановлено випрямний блок 11 і щіткотримач 10. Вентилятор 15 встановлений на підшипниках 2,13. Передня частина приводу бічна кришка, яка забезпечує необхідний температурний стан генератора, а також шків 17 для передачі крутного моменту на ротор.

Генератор працює таким чином. При увімкненні запалювання струм акумуляторної батареї проходить через обмотку збудження ротора, створюючи магнітний потік. Під час обертання ротора магнітний потік перетинає трифазну обмотку статора, створюючи в ній змінну за значенням і напрямом електрорушійну силу (рис. 1.3), що випрямляється блоком випрямлячів.

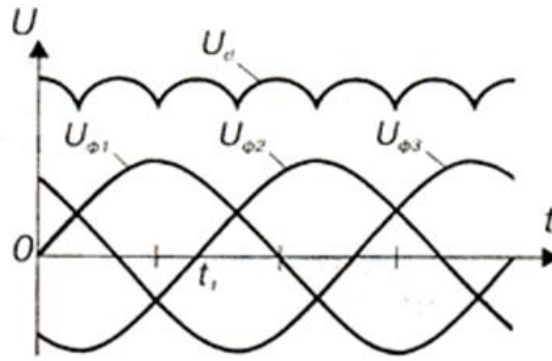


Рисунок 1.3 – Напруга в обмотках фаз генератора $U_{\phi 1}$, $U_{\phi 2}$, $U_{\phi 3}$ та випрямлена U_d напруга.

Обмотка статора автомобільних генераторів, як уже зазначалось, трифазна. Вона складається з трьох частин, які називають обмотками фаз або ж просто фазами. Напруги й струми в обмотках фаз зсунуті на $1/3$ періоду (на 120°). Фази можуть бути з'єднані “зірочкою” або “трикутником”.

У результаті забруднення та навантажень, що виникають під час роботи, генератор втрачає працездатність.

Слід зазначити, що функцію випрямного діода іноді виконує напівпровідниковий кремнієвий спай, запаяний на радіаторі.

Використання мікроелектроніки в регуляторах напруги призвело до необхідності впровадження захисних елементів у схемі генераторної установки від високої напруги, наприклад, що виникає при раптовому відключенні батареї. Цей захист передбачає заміну силових діодів на стабілітрони. Різниця між стабілітроном і випрямним діодом полягає в тому, що коли на нього подається напруга зворотної полярності, він не пропускатиме струм, доки не досягне певного значення цієї напруги, яке називається стабільною напругою (переважно 25-30 В). При досягненні цієї напруги стабілітрон «ламається» і починає пропускати струм, проте в певних межах цієї сили струму напруга на стабілітроні і, відповідно, напруга на виході генератора залишається незмінною для електронних компонентів. і безпечно. Властивість стабілітрона зберігати постійну напругу після «пробою» використовується в стабілізаторах напруги.

Крім генераторів звичайної конструкції, в автомобілебудуванні все ширше застосовуються компактні генератори з двома вентиляторами у внутрішній порожнині (рис. 1.4).

Більшість компактних генераторів оснащені багатосхилими пасовими передачами з підвищеними передавальними числами. Тому їх ще називають високошвидкісними генераторами. Зокрема, в компактних генераторах Bosch серій GC, KC і NC максимальну частоту обертання збільшено з 1500 хв^{-1} до 1800 хв^{-1} . З цієї ж причини в паспортних даних генератора реактивний струм вказано при частоті обертання 1800 хв^{-1} замість звичайних 1500 хв^{-1} .

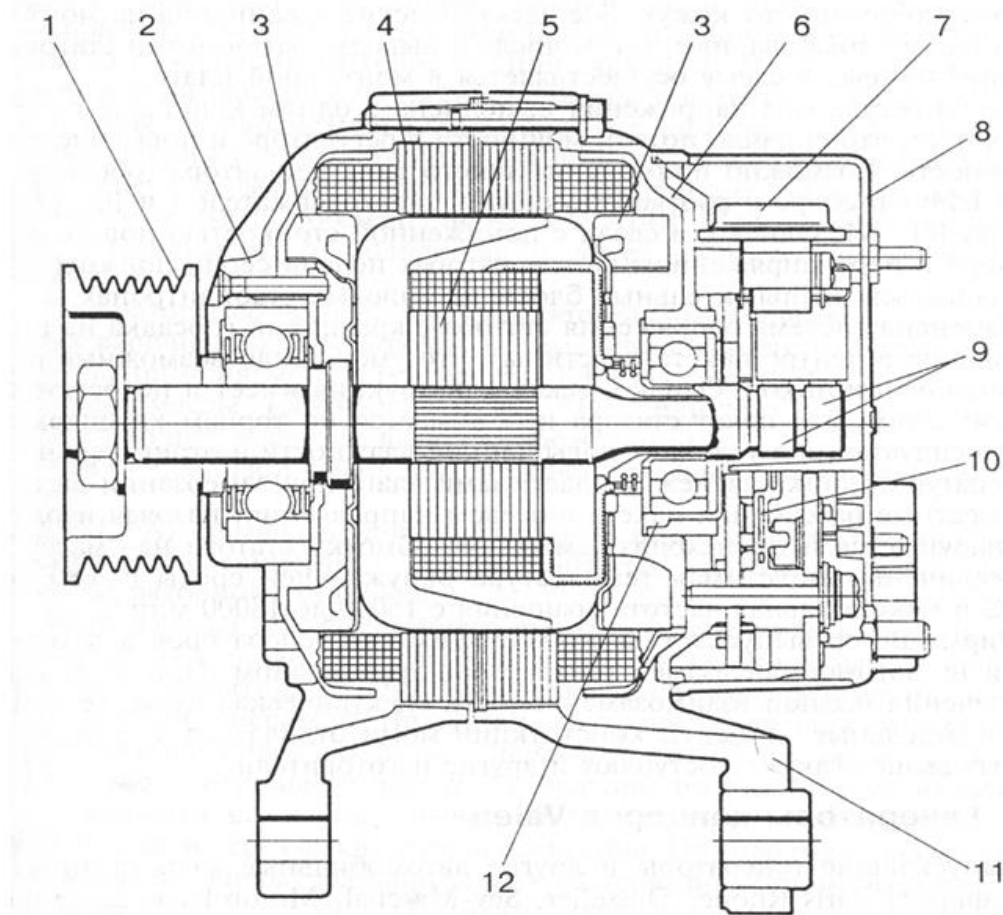


Рисунок 1.4 – Будова генераторів GC, KC і NC фірми BOSCH: 1 – шків; 2,6 – передня та задня кришки; 3 – вентилятори; 4 – статор; 5 – стяжний гвинт; 7 – вузол “щіткотримач – регулятор напруги”; 8 – захисний кожух; 9 – контактні кільця; 10 – блок випрямлячів; 11 – лапа кріплення; 12 – пластмасовий стакан.

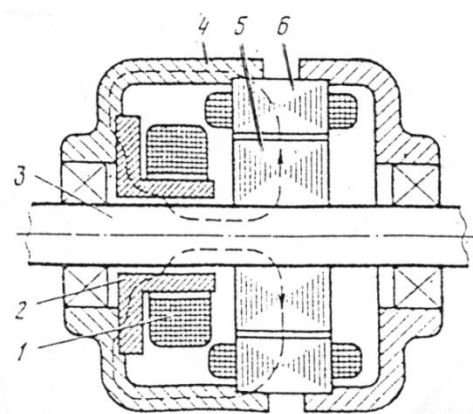
Ще однією особливістю компактного генератора є наявність вентиляційних отворів не тільки на торцях, але і в циліндричній частині над фронтом обмотки статора, а також велика кількість ребер.

Використання двох вентиляторів меншого діаметру знижує рівень шуму, підвищує ККД і зменшує загальні розміри генераторної установки, що вкрай важливо в сучасному обладнанні з високою щільністю заповнення моторного відсіку.

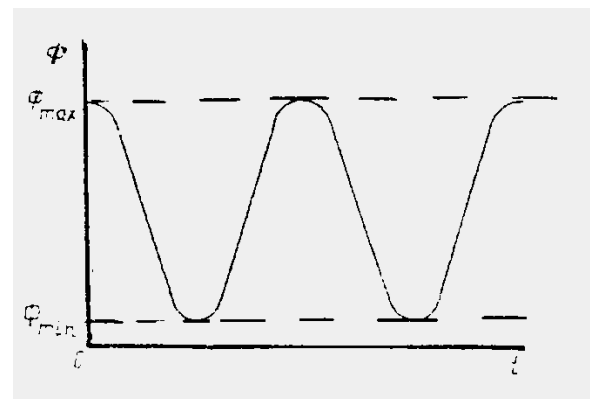
Однак надійність описаного контактного генератора істотно обмежена надійністю щіткового контактного вузла. Тому на тракторах і сільськогосподарських машинах, що працюють у важких умовах, все частіше встановлюють безконтактні генератори змінного струму з електромагнітним збудженням - індукційні генератори і короткополюсні генератори.

Принцип роботи індукційного генератора (рис. 1.5, а) полягає в наступному. Через обмотку збудження 1 протікає постійний струм, створюючи в магнітній системі магнітний потік, що зберігає постійне значення і напрям під час обертання ротора. Цей потік повітря проходить через повітряний зазор між втулкою 2 і валом 3, ротором 5 (зубці якого виконані у вигляді зірки), повітряним зазором між ротором і статором, статором 6 і кришкою 4.

Зміна магнітного потоку в статорі під час обертання ротора від максимального значення Φ_{\max} , коли осі зубців ротора збігаються з осями зубців статора, до мінімального Φ_{\min} відбувається через зміну повітряного зазору між зубцями ротора та статора (рис. 1.5, б).



а



б

Рисунок 1.5 – Індукторний автомобільний генератор (а) і графік, що показує зміну магнітного потоку (б).

1.2 Технічне обслуговування автомобільних генераторів

Під час технічного обслуговування генератора важливо перевірити його надійність кріплення, стан і натяг ременя приводу, а також здійснити регулювання. Крім того, потрібно забезпечити надійний контакт у з'єднаннях проводів генератора, регулятора напруги й акумуляторної батареї. Регулярно необхідно знімати генератор з автомобіля, очищати його від забруднень і продувати стисненим повітрям.

Для контактних генераторів особлива увага приділяється стану щіток, щіткотримачів і контактних кілець, а також перевірці легкості руху щіток у щіткотримачах. Зношені щітки та пружини з втраченою еластичністю слід замінити. Мінімальні допустимі розміри щіток зазначені в технічних умовах: для генераторів Bosch — 5 мм, Motorola — 4 мм, Lucas — 5 мм, Hitachi — 10,5 мм. У генераторах Mitsubishi щітки підлягають заміні, якщо висота їх виступу зі щіткотримача становить менше 2 мм.

Щітки, щіткотримачі та слабко забруднені контактні кільця очищують ганчіркою, змоченою в бензині. Якщо контактні кільця мають значні забруднення, невеликі підгоряння або порушення шорсткості, їх обробляють шліфувальною шкіркою із зернистістю 80–100 мкм, обертаючи ротор вручну. Використання грубих абразивів заборонено. У разі значного зносу або перегорання контактних кілець, а також при підвищеному битті, їх необхідно шліфувати на токарному верстаті.

Безконтактні генератори вимагають менше зусиль під час обслуговування, оскільки не потребують регулярної заміни щіток, очищення контактних кілець чи каналів щіткотримачів.

При обслуговуванні генератора також перевіряють стан підшипників і замінюють їх за необхідності. У разі заміни окремих деталей генератор випробовують на спеціальних стендах, таких як КИ-968М або Э-211.

Для запобігання пошкодженню електронних компонентів під час обслуговування генератора необхідно дотримуватись таких рекомендацій:

- Забороняється працювати генератору з відключеною батареєю, оскільки це може вивести з ладу регулятор напруги.

- Уникайте підключення джерел живлення з неправильною полярністю.
- Не допускайте перевірки системи генератора джерелами високої напруги.
- Під час зварювальних робіт «масу» зварювального апарата слід приєднувати безпосередньо до деталі, що зварюється, і обов'язково від'єднувати дроти, що з'єднують генератор із регулятором напруги.

Висновки до розділу 1

1. Аналіз конструкцій генераторних установок вантажних автомобілів показав, що вони мають аналогічну будову і принцип дії, основна маса деталей мають аналогічні функції і умови роботи, а отже для них будуть мати місце аналогічні несправності, форми їх прояву та усунення.

2. Аналіз літературних джерел дає підстави сказати, що за останнє десятиліття в Україні відсутній належний поступ стосовно розробки технічних засобів і технологій перевірки, випробування та ремонту генераторів.

2. РЕМОНТ ГЕНЕРАТОРІВ ВАНТАЖНИХ АВТОМОБІЛІВ

2.1 Основні несправності генераторів

Генератори втрачають ефективність через спрацювання вузлів, навантаження під час роботи, забруднення. Генератори, які потребують ремонту, спочатку очищають і розбирають [15,16,19,22,24].

Можливі несправності генераторів подані в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 – Можливі несправності генераторів, їх причини та способи усунення

Зовнішній прояв несправності	Причини виникнення	Способи усунення
1	2	3
Амперметр показує розрядний струм при номінальній частоті обертання колінчастого вала	Послаблення натягу привідного паса,	Відрегулювати натяг привідного паса,
	Знос або зависання щіток у щіткотримачі	Перевірити висоту щіток, замінити за необхідності щіткотримач або щітки
	Пробивання блоку випрямлячів	Замінити блок випрямлячів
	Коротке замикання обмоток статора	Замінити статор у зборі
	Порушення контакту, обрив або коротке замикання в колі збудження	Перевірити коло збудження та усунути несправність
	Коротке замикання або ж обрив обмотки ротора	Замінити ротор у зборі
	Несправний регулятор напруги	Замінити регулятор напруги
Коливання струму навантаження	Порушення контакту в колі збудження, знос або зависання щіток, проковзування пасів	Прочистити щіткотримач, перевірити пружини та висоту щіток.
Перевищення зарядного струму	Коротке замикання в щітковому вузлі генератора або на ділянці кола між генератором і регулятором	Усунути коротке замикання
	Несправний регулятор	Замінити регулятор
Перегрів підшипників	Занадто великий натяг пасів	Відрегулювати натяг пасів

продовження таблиці 2.1

1	2	3
Підвищений шум під час роботи генератора	Послаблення кріплення шківів	Дотягнути гайку шківів
	Знос підшипників	Замінити підшипники
	Зігнутий вентилятор генератора	Правити вентилятор

2.2 Класична технологія ремонту генератора

Генератори, які підлягають ремонту, спочатку очищають і розбирають у такій послідовності:

- демонтують щіткотримач разом зі щітками;
- знімають кришку підшипника;
- відкручують стяжні гвинти і знімають задню кришку (з боку контактних кілець) разом зі статором;
- від'єднують фазні виводи обмотки статора від випрямного блока і демонтують статор;
- відкручують гайку кріплення і знімають шків (рис. 2.1, а);
- демонтують вентилятор, шпонку та упорну втулку;
- знімають з вала ротора передню кришку (з боку приводу) разом із підшипником (рис. 2.1, б);
- випресовують підшипник із посадкового гнізда кришки (з боку приводу) (рис. 2.1, в);
- спресовують підшипник з вала ротора (рис. 2.1, г).

Після розбирання деталі та вузли генератора поділяють на дві основні групи:

1. Деталі без обмоток
2. Деталі з обмотками
 1. Очищення деталей

Деталі без обмоток очищають із використанням розчинів типу "Лабомід-203" або МС-6.

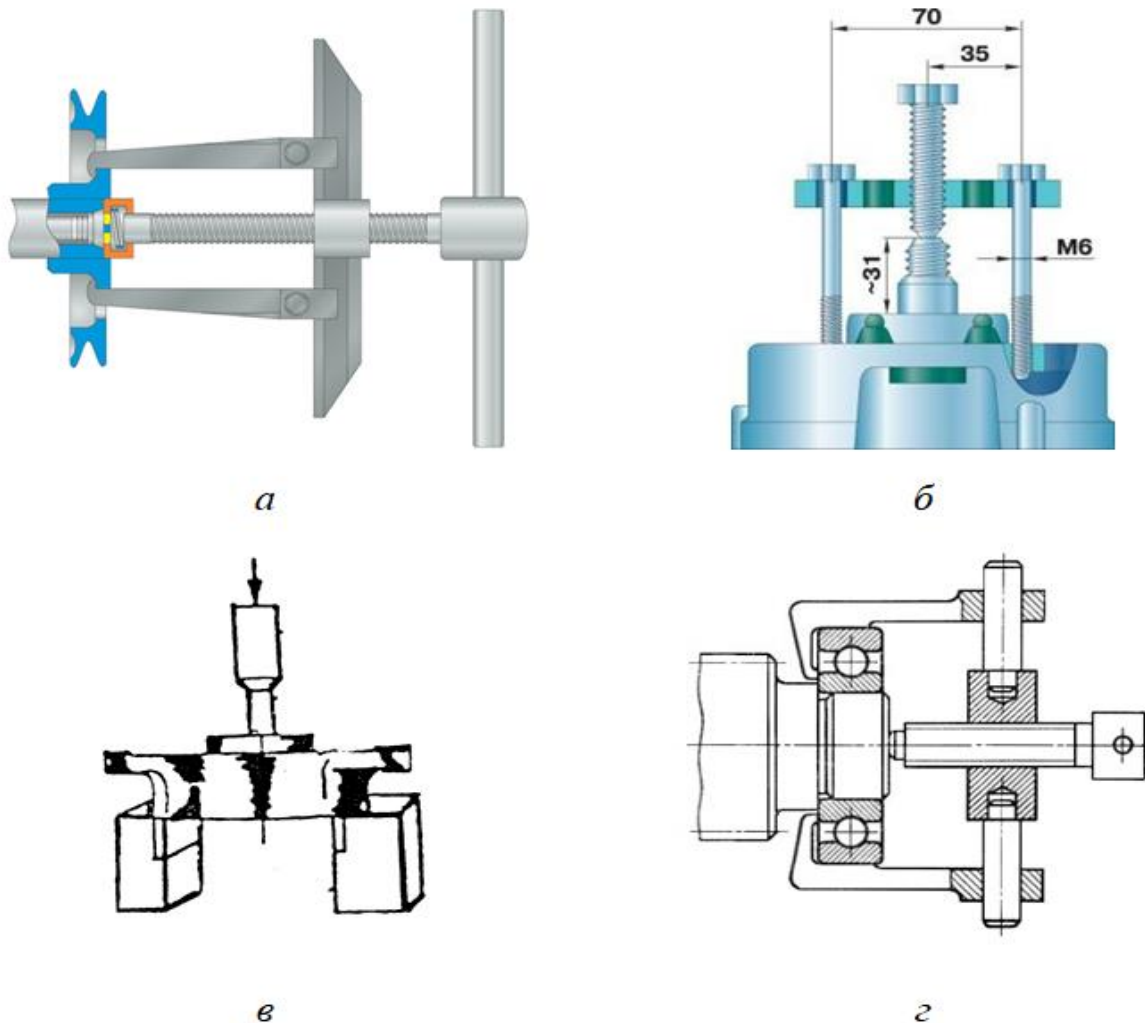


Рисунок 2.1 – Розбирання генератора: *а* – демонтаж шківa; *б* – зняття передньої кришки; *в* – випресовування підшипника з передньої кришки; *г* – спресування підшипника з вала ротора.

- Деталі з обмотками протирають тканиною, змоченою в бензині, потім обдувають стисненим повітрям і просушують у термошафі при температурі 90–100 °С протягом 45–90 хвилин.

2. Дефектування деталей

Після очищення всі компоненти генератора проходять дефектування.

- Вентилятор: погнуті лопатки підлягають правці та рихтуванню, деталі з механічними пошкодженнями замінюють.
- Шків: знос канавок перевіряють за допомогою роликів заданого діаметра, контролюючи розміри виступів.

3. Перевірка стану статора та ротора

На роторі та статорі не повинно бути:

- слідів перегріву;
- пошкоджень ізоляції;
- обривів виводів;
- замикань у обмотці.

Опір ізоляції перевіряють приладами типу Ц4354 або Э-236. Для генератора моделі 2022.3771 опір повинен бути не меншим за 10 кОм.

Характерні дефекти статора з котушками:

- відпаювання наконечників;
- обрив виводів;
- замикання на "масу";
- міжвиткові замикання;
- обрив або обгорання ізоляції катушок.

Регламентовані значення опорів

- Опір між фазними обмотками статора генератора при температурі 20 °С має бути в межах 0,34–0,36 Ом (рис. 2.2, а).
- Опір між выводами обмотки статора та "масою" повинен дорівнювати нулю (рис. 2.2, б).

Якщо опори не відповідають нормам, обмотки слід замінити.

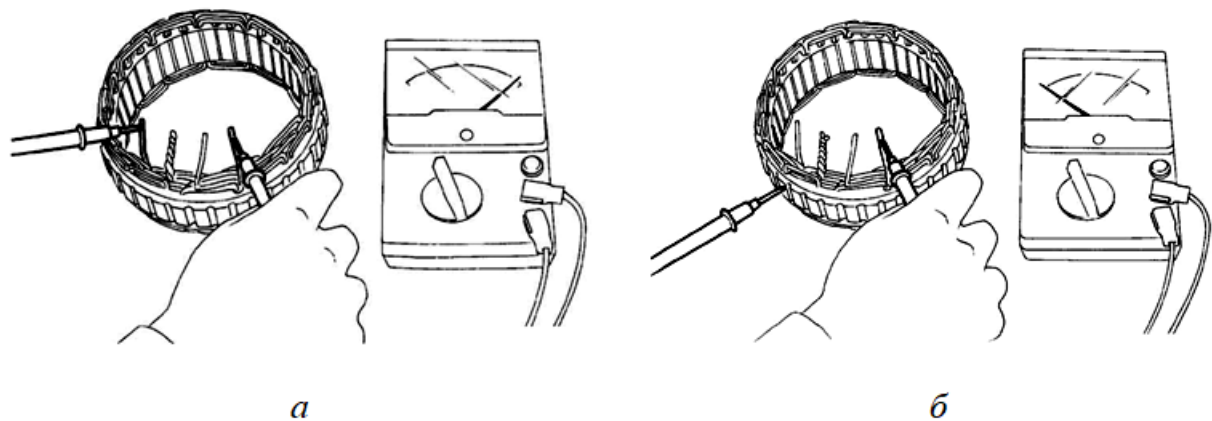


Рисунок 2.2 – Перевірка обмоток статора генератора: *а* – опору між фазними обмотками статора; *б* – опору між фазними обмотками та масою статора.

Міжвиткове замикання обмоток статора можна також перевірити індукційним способом за допомогою дефектоскопа ПДО-1, не виймаючи обмоток із пазів статора (рис. 2.3).

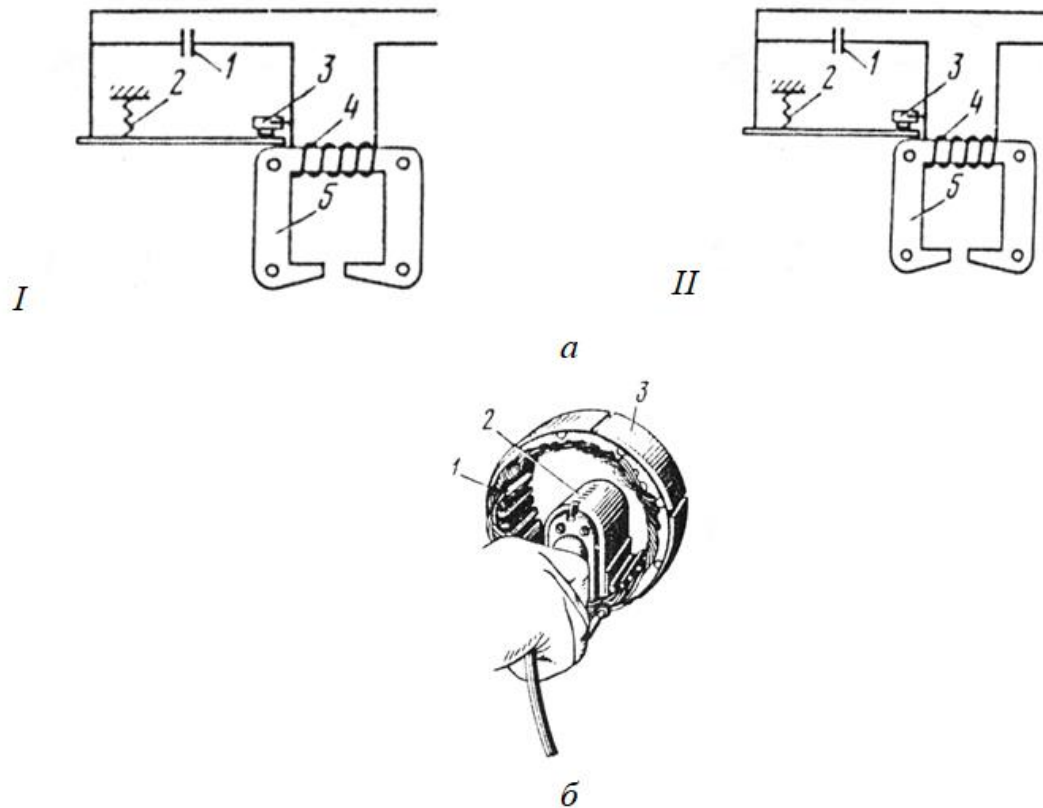


Рисунок 2.3. Перевірка міжвиткового замикання обмотки статора за допомогою приладу ПДО-1: *а* – схема дефектоскопа: *I* – індукційний апарат; *II* – приймальний апарат; *1* – конденсатор; *2* – пружина; *3* – перервник; *4* – індукційна котушка; *5* – неонова лампа; *б* – дефектоскоп; *б* – встановлення дефектоскопа на статорі: *1* – обмотки статора; *2* – дефектоскоп; *3* – корпус.

Вимоги до відремонтованого статора генератора:

1. Стан поверхонь спряження з кришками:
 - Забоїни або будь-які механічні пошкодження на поверхнях спряження з кришками не допускаються.
2. Внутрішній діаметр заліза статора:
 - Значення внутрішнього діаметра заліза статора має відповідати заданому розміру D або бути не меншим за цей показник.
3. Основні дефекти ротора генератора:

Перелік можливих дефектів та їх візуалізація наведені на рис. 2.4.

У конструкції ротора можуть бути виявлені пошкодження, що впливають на його працездатність і потребують усунення або заміни компонентів.

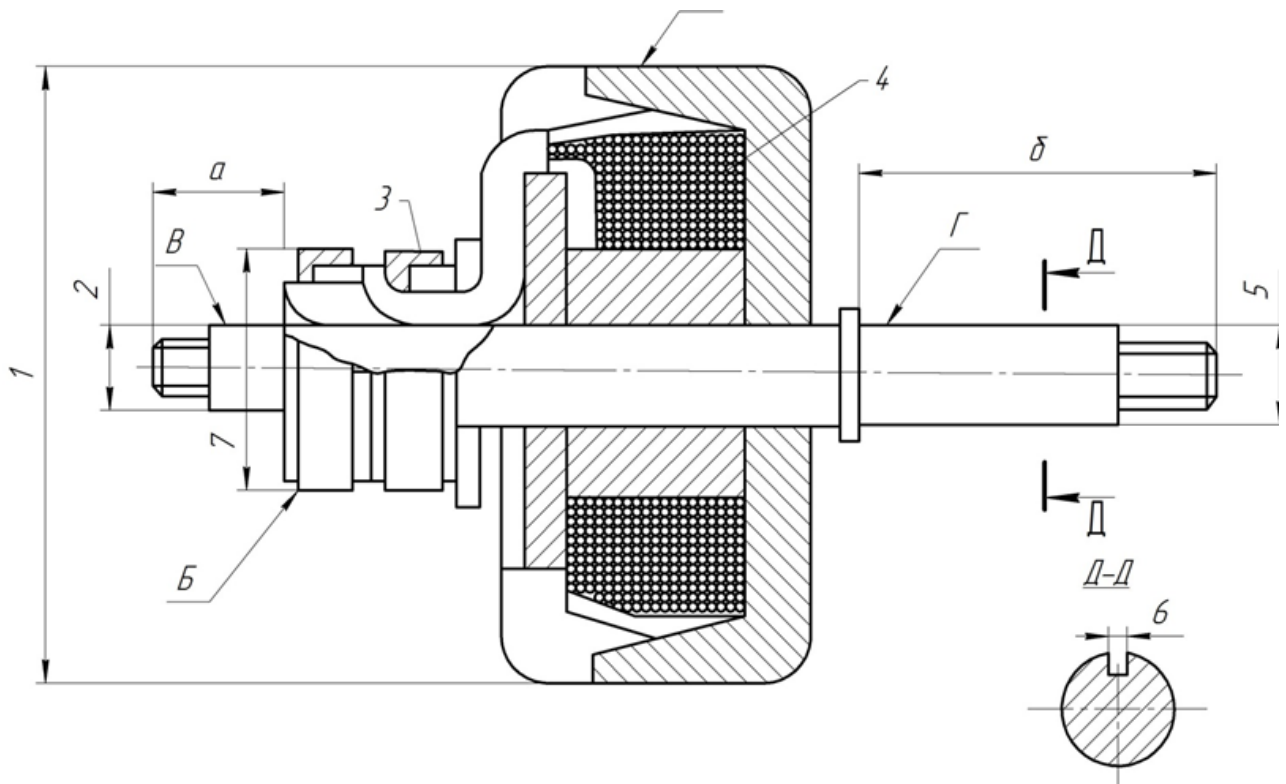


Рисунок 2.4 – Основні дефекти ротора генератора: 1 – пруги та знос заліза ротора; 2 – знос шийки під підшипник з боку контактних кілець; 3 – обрив проводу контактних кілець; 4 – пробивання на “масу” та міжвиткове замикання; 5 – знос шийки з боку приводу; 6 – знос паза під шпонку; 7 – знос контактних кілець.

4. Вимоги до опору котушки збудження ротора:

1. Опір котушки збудження:
 - При температурі 20°C опір котушки збудження повинен складати не менше 3,2 Ом \pm 5% (див. рис. 2.5, а).
2. Опір між контактним кільцем і “масою” ротора:
 - Опір між одним із контактних кілець і “масою” повинен бути дорівнювати нулю (див. рис. 2.5, б).
3. Дії у разі невідповідності:
 - Якщо отримані значення опору не відповідають регламентованим нормам, обмотки котушки збудження необхідно замінити.

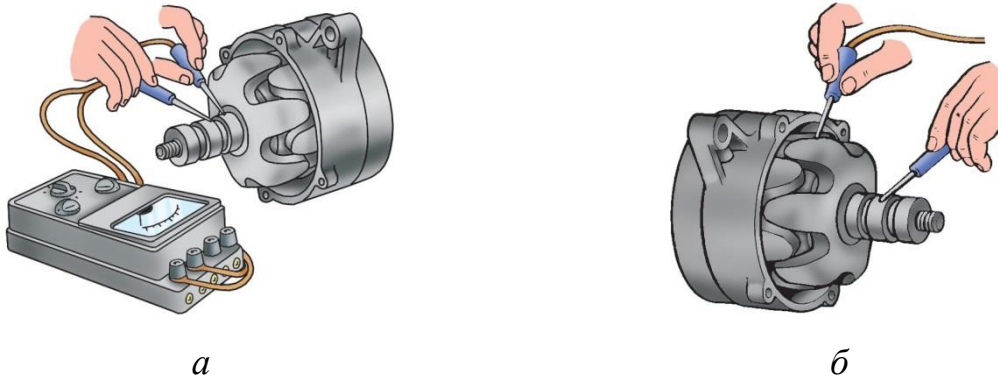


Рисунок 2.5 – Перевірка обмоток ротора генератора: *а* – опору котушки збудження ротора; *б* – опору між контактним кільцем і масою ротора.

Ремонт ротора генератора:

1. Відновлення проводів біля контактних кілець:

- Обрив з'єднувальних проводів усувають шляхом припаювання.
- У разі міжвиткового замикання, замикання “на масу”, обриву чи обгоряння ізоляції, необхідно виконати заміщення котушки.

2. Усунення дефектів заліза ротора:

- Вирівнювання пругів і зносу заліза здійснюється шляхом слюсарної обробки, доки не будуть усунені всі сліди зносу.
- Якщо діаметр ротора (D) зменшився понад допустимі межі, ротор підлягає вибракуванню.

3. Відновлення зношених елементів:

- Знос шийки під підшипник з боку контактних кілець та приводу відновлюють методом заліхтування з подальшим шліфуванням до номінального розміру.

4. Перевірка биття вала ротора:

- Під час ремонту перевіряють биття валу (рис. 2.6). Допустиме значення биття щодо поверхні обмотки становить не більше 0,1 мм.

5. Очищення контактних кілець:

- Якщо контактні кільця забруднені, мають підгоряння або нерівномірний знос, їх необхідно обробити за допомогою склопаперу зернистістю 80 або 100 (рис. 2.7).

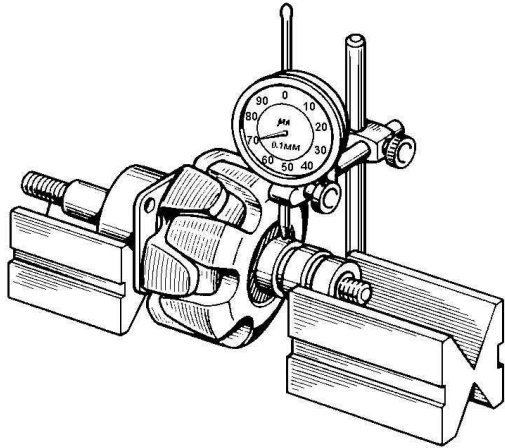


Рисунок 2.6 – Перевірка ротора генератора на биття.



Рисунок 2.7 – Зачистка контактних кілець

Відновлення контактних кілець і валу ротора:

1. Проточування і шліфування контактних кілець:

- У разі значного зносу або биття поверхні, контактні кільця проточують на токарному верстаті з наступним шліфуванням.
- Для генератора Г-250П2 мінімально допустимий діаметр проточки контактних кілець становить 29,2 мм.
- Шорсткість поверхні кілець повинна відповідати 7 класу.

2. Заміна контактних кілець:

- Контактні кільця, які мають надмірний знос або дефекти, що не підлягають ремонту, необхідно замінити на нові.

3. Усунення зносу шпонкового паза:

- Якщо шпонковий паз зношений, виконується нарізання нового паза з протилежного боку вала.

4. Корекція биття валу:

- У разі наявності биття поверхонь А і Б щодо поверхонь В і Г, дефект усувається шляхом правки вала.

Технічні вимоги до ротора після ремонту:

- Люфт ротора на валу – не допускається.

- Динамічне балансування: ротор повинен бути динамічно збалансованим для забезпечення коректної роботи.
- Шорсткість шийок під підшипники: повинна бути не менше $Ra = 1,25$ мкм.
- Перевірка опору обмотки збудження: здійснюється за значенням струму (I) в обмотці збудження при напрузі $U = 12,5$ В.

2. Відновлення посадочних місць під підшипники в кришках генератора:

Одним із найпоширеніших дефектів є знос посадочних місць під підшипники в кришках генератора (рис. 2.8). Ці дефекти вимагають ретельного відновлення для забезпечення надійної роботи генератора.

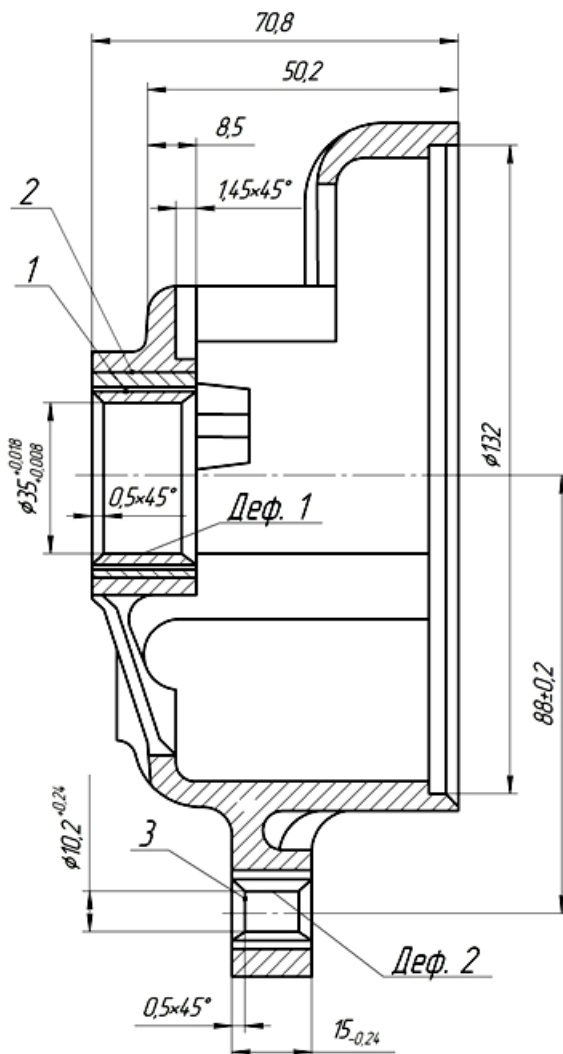


Рисунок 2.8 – Кришка генератора Г250-А1: 1 – посадочне місце, відновлене встановленням додаткової ремонтної деталі; 2 – втулка в кришці генератора; 3 – втулка, встановлена у вушко кришки.

Кришки генераторів, які надходять на ремонт, зазвичай характеризуються зносом посадочних місць у межах 0,1...0,15 мм. Також часто спостерігається

конусність зношування, що становить 0,01...0,03 мм. З цієї причини виникає необхідність відновлення посадочних місць у 25...30 % усіх кришок.

Посадочні отвори, які зносилися, під підшипник у кришці з боку приводу, піддають розточуванню, після чого в них запресовують ремонтні втулки й обробляють до встановлених номінальних розмірів.

Найефективніший результат при відновленні посадочних місць у кришках досягається шляхом застосування електрохімічних методів, таких як проточне або локальне залізнення та електронатирання. Якщо знос посадочних місць незначний, їх можна відновити за допомогою епоксидних композицій, що базуються на смолі ЕД-16.

Для сталевих кришок генераторів відновлення отворів у вушках здійснюють шляхом заварювання зношених ділянок і подальшого свердління нових отворів. В алюмінієвих кришках такі отвори доцільніше відновлювати встановленням ремонтних втулок із використанням епоксидних композицій.

Щітковий вузол генератора може мати такі типові пошкодження:

- знос щіток за висотою — у такому разі їх замінюють новими;
- втрату пружності пружин, що визначають за допомогою спеціальних вагів (рис. 2.9). Дефектні пружини також підлягають заміні;
- наявність тріщин або обломів на кришці й корпусі щікотримача – такі елементи також замінюють на нові.

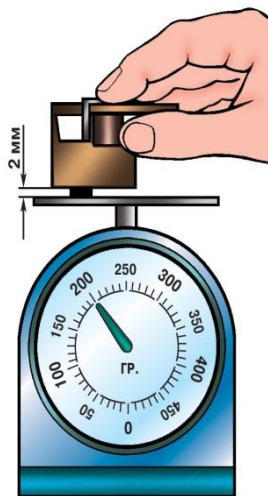


Рисунок 2.9 – Контроль жорсткості пружин щікотримачів.

Регулятор напруги виконує функцію автоматичної підтримки напруги генератора на рівні, необхідному для забезпечення нормального процесу

заряджання акумуляторної батареї та стабільної роботи електроспоживачів трактора чи автомобіля.

Під час експлуатації регулятор напруги не потребує регулярного технічного обслуговування. У разі виникнення несправностей цей компонент зазвичай замінюють на новий.

Стан діодів регулятора напруги можна оцінити за допомогою спеціального стенда, омметра або контрольної лампи з потужністю до 5 Вт, використовуючи джерело постійного струму з напругою не вище 24 В, наприклад, акумуляторну батарею. Для перевірки технічного стану регулятора напруги разом із генератором також застосовують спеціалізовані стенди або джерела постійного струму в поєднанні з лампами потужністю 1...3 Вт.

Перевірка 14-вольтних інтегральних регуляторів виконується відповідно до схеми, представленої на рис. 2.10 а, б. На початковому етапі на регулятор подають напругу 12 В від джерела постійного струму. У цьому режимі контрольна лампа повинна засвітитися. Після цього подають підвищену напругу 15...16 В, при якій контрольна лампа повинна згаснути. Якщо хоча б одна з умов не виконується, регулятор вважається несправним.

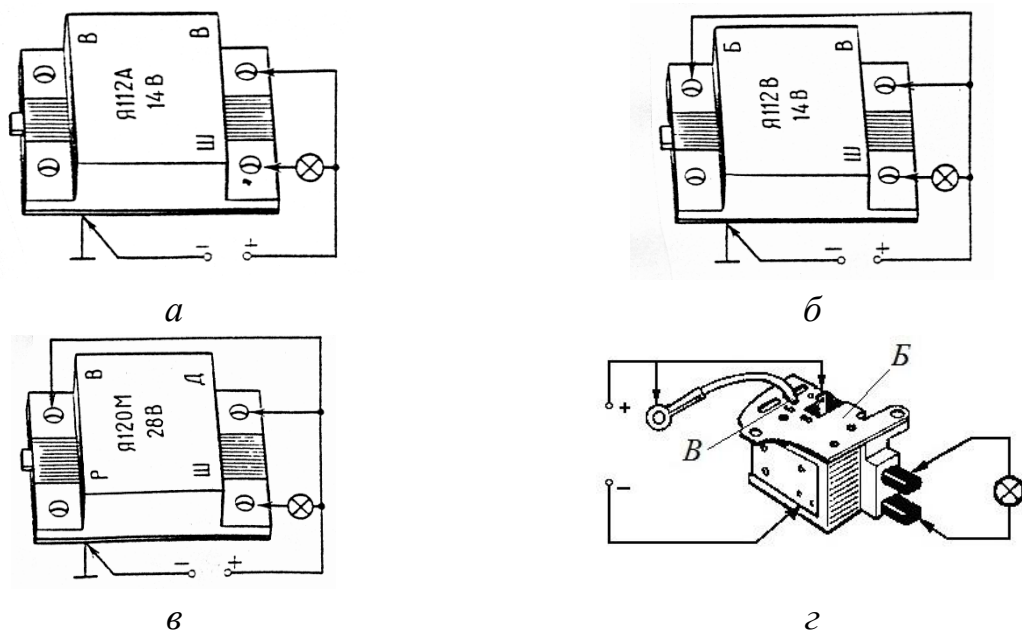


Рисунок 2.10 – Перевірка інтегральних регуляторів напруги.

Перевірка 24-вольтних регуляторів напруги здійснюється аналогічно (рис. 2.10, в). На першому етапі на регулятор подають напругу в діапазоні 24...25 В, за якої контрольна лампа повинна засвітитися. На другому етапі подається напруга 30...32 В, за якої контрольна лампа повинна згаснути.

Для точнішої перевірки регулятор напруги слід тестувати разом зі щітковим вузлом. Це дозволяє виявити можливі обриви виводів щіток і проблеми з контактом між регулятором і щіткотримачем. У процесі перевірки між щітками вмикають контрольну лампу. Для регулятора 17.3702 (рис. 2.10, г) додатний полюс джерела живлення під'єднують до виводів Б і В, а від'ємний – до корпусу. За подачі напруги 12 В контрольна лампа повинна горіти, а за напруги 15...16 В – гаснути. Якщо регулятор пробитий, лампа світлитиметься за обох напруг. За обриву в колі регулятора або відсутності контакту між щітками й виводами регулятора лампа не горітиме.

Блок випрямлячів перетворює трифазний змінний струм у постійний за трифазною двопівперіодною схемою, використовуючи як додатний, так і від'ємний півперіоди кожної фази. У цій схемі діоди зворотної провідності з'єднані додатними виводами, а діоди прямої провідності – від'ємними.

Перевірка діодів прямої провідності на пробій здійснюється шляхом під'єднання додатного виводу джерела живлення через контрольну лампу до додатної шини, а від'ємного – до спільних точок послідовно з'єднаних діодів (рис. 2.11а). Якщо є пробій, лампа загориться. Потім змінюють полярність під'єднання для перевірки на обрив: лампа не повинна світитися, що свідчить про цілісність електричного кола.

Для перевірки діодів оберненої провідності на пробій від'ємний вивід джерела живлення під'єднують через лампу до від'ємної шини, а додатний – до спільних точок діодів (рис. 2.11б). Якщо є пробій, лампа засвітиться. Зміна полярності під'єднання дозволяє перевірити на обрив: лампа не повинна горіти, що свідчить про відсутність обриву в електричному колі.

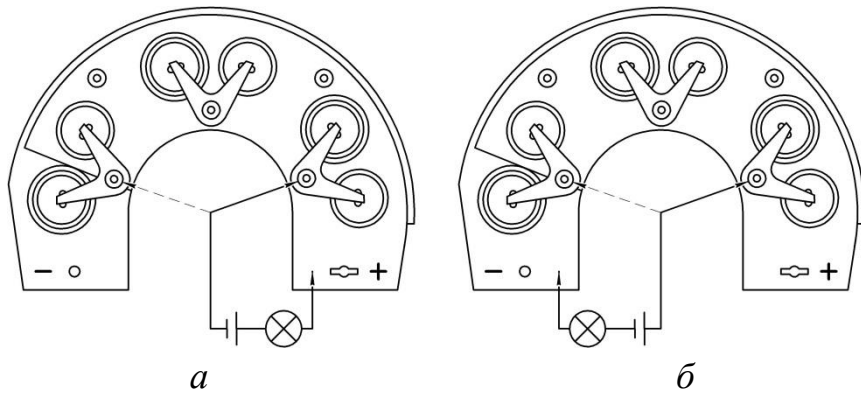


Рисунок 2.11 – Перевірка діодів блоку випрямлячів.

Перевірити справність діодів можна також за допомогою омметра.

При цьому необхідно виміряти опір в прямому (рис. 2.12, а) і зворотному (рис. 2.12, б) напрямках, а результати вимірювань порівняти з технічними умовами.

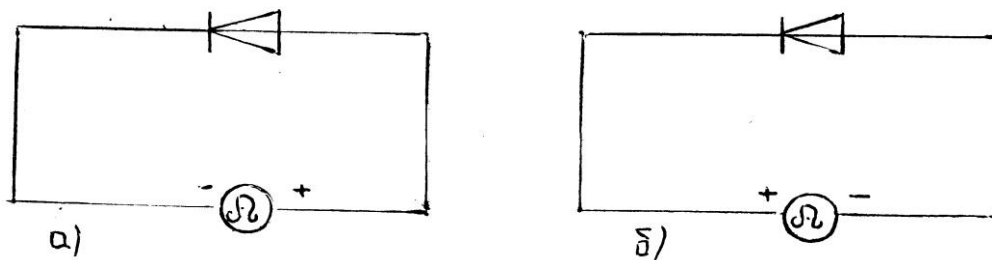


Рисунок 2.12 – Схема перевірки діода з допомогою омметра.

У справного діода опір у прямому під'єднанні буде не більше 200 Ом, а при зворотному – декілька сотень кілоом. У пробитому діоді омметр покаже нульовий опір, а при обриві – безмежний.

У сучасних генераторах у разі виходу з ладу одного з діодів необхідно замінити цілий випрямний блок.

У генераторах ранніх випусків «позитивні» діоди були запресовані в окрему алюмінієву пластину 1 (радіатор), а «негативні» – у кришку 8.

У таких генераторів, якщо пошкоджені один або кілька «позитивних» діодів, необхідно замінити радіатор разом з діодами. Заміну здійснюють у такій послідовності:

1. Пошкоджені «негативні» діоди, запресовані в кришку 1 генератора, можна замінити справними тієї ж полярності. Для цього несправний діод

акуратно випресовують на пресі (рис. 2.13). Не можна вибивати діод молотком, щоб не зіпсувати отвір під вентиль і не пошкодити інші справні діоди, запресовані в кришку.

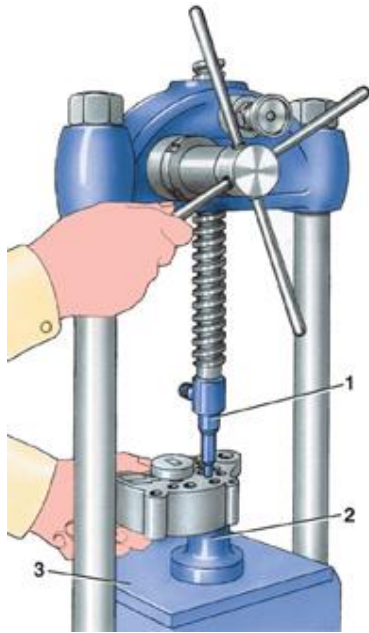


Рисунок 2.13 – Випресування діодів блоку випрямлячів: 1 – пуансон А.76027; 2 – опора А.76029; 3 – опорна пластина А.76032.

2. Новий діод акуратно (без перекосу) запресовують у кришку також на пресі (рис. 2.14). Категорично забороняється запресовувати діод ударами молотка.

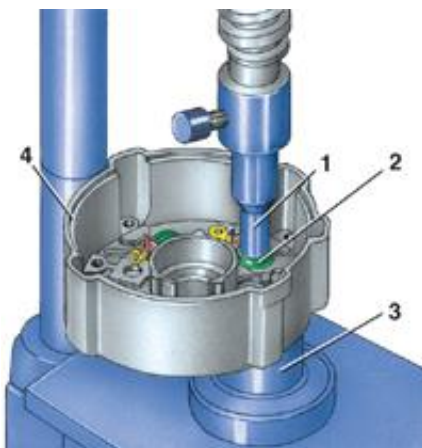


Рисунок 2.14 – Запресування діодів блоку випрямлячів: 1 – пуансон А.76027; 2 – «негативний» діод; 3 – опора А.76013; 4 – кришка генератора.

Зусилля запресування повинно діяти на корпус діода, як показано на рис. 2.15 (стрілками вказані місця, на які повинен діяти пуансон А.76028 під час запресування).

Діоди запресовують до упору фланця в кришку генератора. Для вентилів, що мають ненакатаний поясок біля фланця, допускається зазор 0,1...1,0 мм між фланцем вентиля і поверхнею кришки.

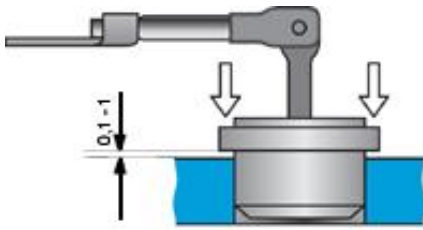


Рисунок 2.15 – Схема прикладання зусилля під час запресування діода.

Збирання відремонтованого генератора здійснюється у зворотній до розбирання послідовності.

Складений генератор піддають обкатці протягом 2–5 хвилин, звертаючи увагу на рівень шуму під час роботи, а також на температуру нагрівання різних його компонентів. Після цього генератор випробовують на стенді КИ-968М (рис. 2.16) або Э-211 при температурі навколишнього повітря $(25 \pm 10)^\circ\text{C}$. Важливо перевірити надійність кріплення генератора на стенді та стан муфти приводу генератора [15,16,19,22,24].

Під час обкатки не допускається зіткнення ротора зі статором, а також сторонні шуми в підшипниках або щіткотримачі.

Процес випробування генератора виконується у такій послідовності:

1. Режим без навантаження: генератор повинен забезпечувати задану напругу U при обмеженій частоті обертання ротора n .
2. Режим із повним навантаженням: при підтриманні постійної напруги U і заданої сили струму I , частота обертання ротора не повинна перевищувати n .
3. Режим підвищеної швидкості: частоту обертання ротора плавно збільшують до максимально допустимого значення n_{MAX} і утримують протягом однієї хвилини, залишаючи генератор у незбудженому стані.

Схема підключення генератора для проведення випробувань наведена на рис. 2.17.

У разі значного відхилення показників тахометра від паспортних даних генератора перевіряють симетричність фаз обмотки статора.

Порівнюючи показання вольтметра з паспортними даними, роблять висновок щодо справності генератора. Якщо напруга між фазами є рівномірною, це вказує на справність обмотки статора, а можливі несправності варто шукати в обмотці збудження.

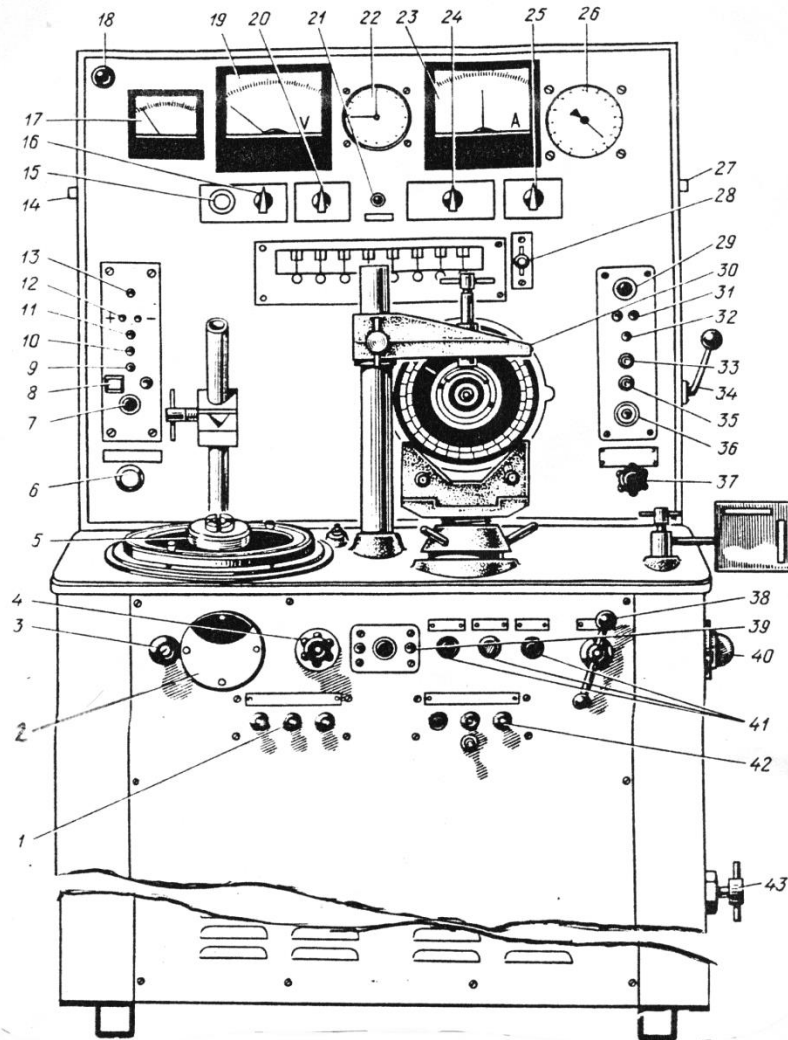


Рисунок 2.16 – Стенд КИ-968М: 1 – перемикач АКБ; 2 – переривник; 3 – перемикач переривника стенда і синхроскопа; 4 – вакуумний насос; 5 – синхроскоп; 6 – високовольтний вивід еталонної котушки запалення; 7 – вмикач “Перевірка конденсатора”; 8 – роз’єм підключення конденсаторів; 9,10,11,12,13 – гнізда; 14 – рукоять регульовального реостата; 15,16 – кнопка і рукоять встановлення приладу вимірювання замкнутого стану контактів на нуль; 17 – прилад вимірювання замкнутого стану контактів; 18 – сигнальна лампа; 19 – вольтметр; 20 – перемикач вольтметра; 21 – сигнальна лампа “12 – 24 В”; 22 – тахометр; 23 – амперметр; 24,25 – рукояті перемикачів “Випробування системи запалення” та шунтів; 26 – вакуумметр; 27,28 – рукояті встановлення реостата; 29 – контрольна лампа; 30 – кронштейн кріплення; 31 – гніздо контрольної лампи 220 В; 32 – гніздо “Під’єднання шунтової обмотки генератора”; 33,35 – додатна і від’ємна клема під’єднання генератора; 34 – важіль включення планетарного редуктора; 36 – клема під’єднання стартера; 37

– перемикач навантаження; 38 – регулятор частоти обертання; 39 – кнопка включення стартера; 40 – перемикач частоти обертання електродвигуна стенда; 41– кнопка включення стенда; 42 – перемикач “Маса-заряд”; 43 – рукоять натягу пасів.

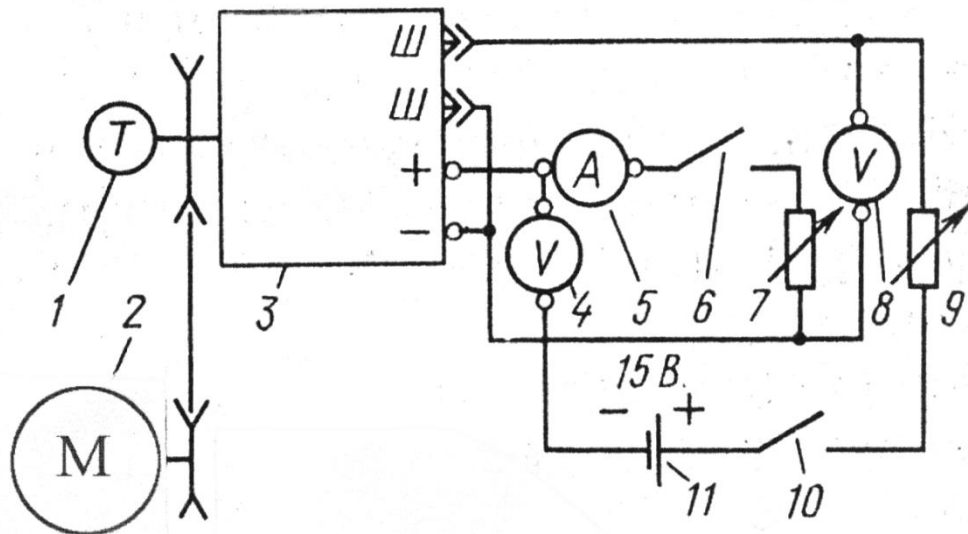


Рисунок 2.17– Схема перевірки генератора на стенді: 1 – тахометр; 2 – електродвигун; 3 – генератор; 4,8 – вольтметри; 5 – амперметр; 6,10 – вимикачі; 7,9 – резистори навантаження; 11 – акумуляторна батарея.

Висновки до розділу 2

1. Послідовність і зміст операцій технічного обслуговування визначаються необхідністю виконання конкретних завдань залежно від технічного стану транспортного засобу, його моделі, а також умов і режимів експлуатації. Для спрощення процесу нормування спеціалізовані проектні організації створили стандартні технологічні процеси, які можна легко адаптувати до специфічних умов використання автомобілів та вантажного транспорту. Дотримання розроблених технологічних процесів ТО і ПР гарантує оптимізацію використання матеріально-технічних ресурсів, зменшення трудозатрат і фінансових витрат, забезпечення безпеки праці та високої якості робіт.

2. Режими функціонування та швидкість зміни параметрів технічного стану транспортних засобів мають значний вплив на стан експлуатаційних матеріалів, таких як мастильні рідини, паливо, мастила та технічні рідини. Це

також позначається на якості запасних частин. Крім того, рівень кваліфікації персоналу й інші чинники мають велике значення в процесі експлуатації.

3. У процесі використання транспортні засоби піддаються впливу різноманітних механічних навантажень, включаючи вібрації, удари, шум та інші фактори. Джерелами цих навантажень є як робочі процеси механізмів і вузлів транспортного засобу (рух елементів, згоряння палива тощо), так і взаємодія з дорожнім покриттям або рельєфом (грунтовим, польовим, асфальтованим та іншим).

3. ДОСЛІДЖЕННЯ МОЖЛИВИХ ВАРІАНТІВ ПРОЦЕСУ РОЗБИРАННЯ І СКЛАДАННЯ ГЕНЕРАТОРА

Генератор на вантажному автомобілі є основним джерелом живлення споживача електроенергії (крім стартера), в тому числі для зарядки акумулятора при працюючому двигуні.

Основні вимоги до автомобільного генератора:

- Підтримувати постійну напругу мережі в режимах роботи генератора зі змінною швидкістю та навантаженням;
- Надійна робота в широкому діапазоні частот обертання колінчастого вала;
- Перевантажувальна здатність (до 50%);
- Мінімальна вага і вартість при досить тривалому терміні експлуатації.

Генератор, в якому магнітний потік в обмотці статора змінюється внаслідок руху феромагнетика ротора, називається індуктором.

Сьогодні на вантажних автомобілях встановлені індукційні генератори змінного струму з електромагнітним збудженням. При цьому, в залежності від конструкції, вони бувають: з рухомими і нерухомими обмотками збудження і, відповідно, з контактними щітками і кільцями і безконтактними; схема підключення зірка» або «трикутник».

Сьогодні генератори постійного струму використовуються рідко, тільки на застарілих марках вантажних автомобілів. Цей генератор був замінений через більш просту конструкцію, надійність і довговічність. Крім того, при однаковій потужності вони менші за розміром, виробляють номінальну напругу при меншій частоті обертання ротора, раніше відключають батарею від споживача і починають зарядку.

Оскільки для заряджання батареї потрібне живлення постійного струму, генератор змінного струму оснащений випрямлячем.

Для підтримки заданого значення напруги при різних частотах обертання ротора і навантаженні генератора використовуються регулятори напруги різних конструкцій. Серед останніх удосконалень тракторів і автомобілів генератор

змінного струму має випрямляч і вбудований регулятор напруги, встановлені безпосередньо на корпусі.

Генераторна установка з випрямлячем і регулятором напруги називається генераторною установкою.

У таблиці 3.1 подано загальну технічну характеристику поширеного генератора Г287Б [30].

Таблиця 3.1 - Технічна характеристика генератора Г287Б

Марка генератора	Потужність генератора, Вт	Без навантаження		З повним навантаженням			Напрямок обертання	Маса генератора, кг	Струм, який споживає генератор, при роботі в режимі двигуна на холостому ході, А
		Напруга, В	Частота обертання якоря, при якій досягається задана напруга	Напруга, В	Струм навантаження, А	Частота обертання якоря, при якій досягається задана потужність, хв. ⁻¹			
Г287Б	1000	14	1500	14	90	3500	Праве	7,0	5

Принципова схема генератора змінного струму з рухомою обмоткою збудження показана на малюнку 1. 3.1 Коли фазна обмотка 1 статора 2 перетинає змінне магнітне поле, створюване електромагнітом ротора 3, у фазній обмотці 1 статора 2 індуються трифазні напруги.

Статор виготовлений з листів електротехнічної сталі, в пазах якого розміщені 18-фазні обмотки, які розділені на три фази і з'єднані у формі «зірки». Один кінець всіх фаз з'єднується між собою і виводиться окремим (нульовим) проводом до клемної коробки генератора або ізолювано на самому генераторі, інший кінець кожного фазного проводу підключається до блоку випрямляча. Обмотки статора і фази закріплені між передньою кришкою і задньою кришкою, а ротор обертається в підшипнику. Автомобільні генератори в залежності від потужності мають 18, 36 і 72 котушки, що утворюють три фази. Фази генераторів більшої потужності можуть бути з'єднані трикутником або подвійною зіркою, що дозволяє зменшити товщину проводів і витрати на виробництво.

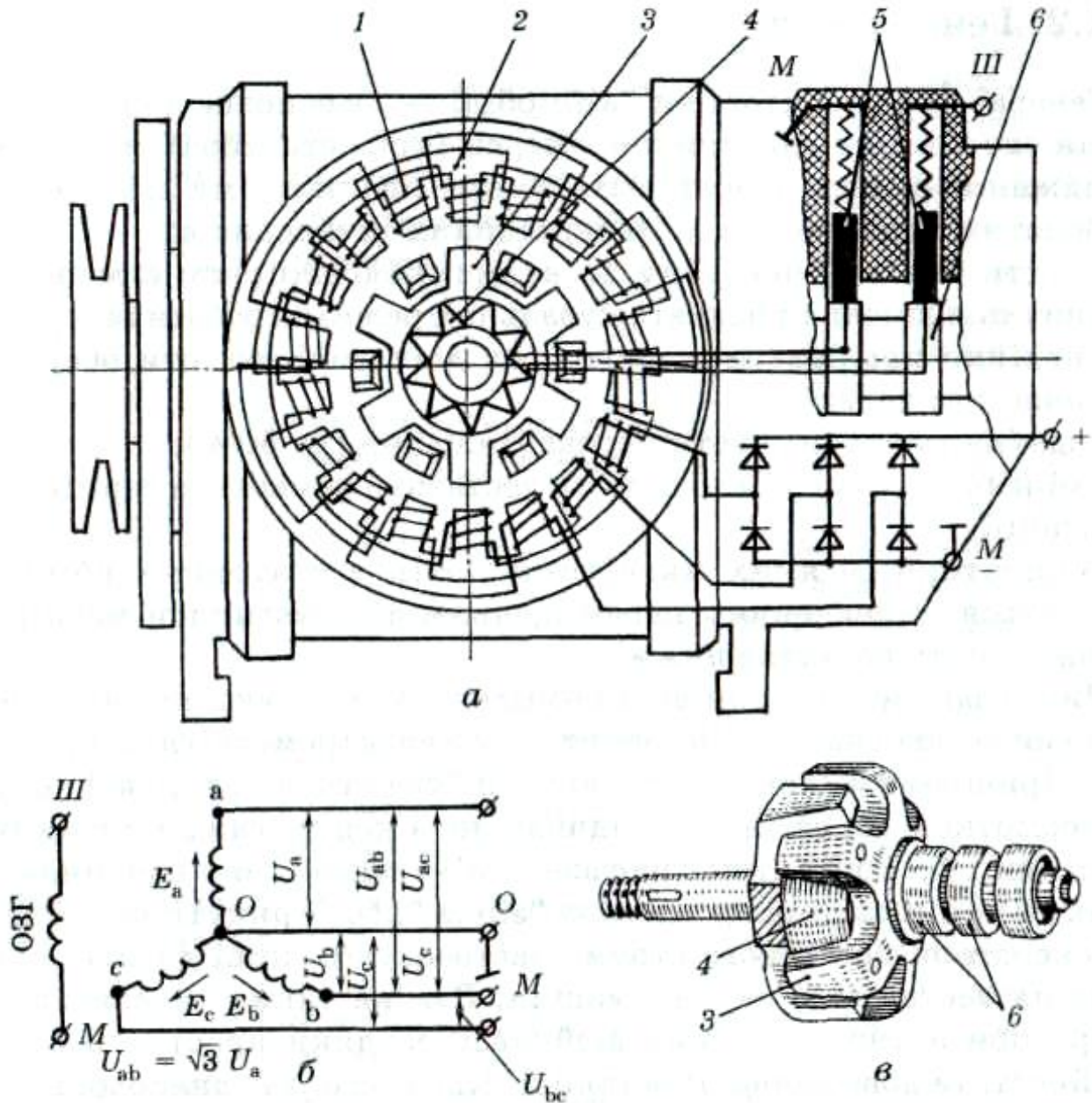


Рисунок 3.1 – Схема генератора з рухомою обмоткою збудження: *a* – принципова схема; *б* – електрична схема; *в* – ротор; 1 – обмотка котушок статора; 2 – статор; 3 – полюси ротора; 4 – обмотка збудження; 5 – щітки; 6 – контактні кільця.

Ротор генератора складається з вала, на який встановлено два магнітопроводи з дзьобоподібними полюсами, а також гільзу з обмоткою збудження, що формує 12-полюсний магніт. Постійний струм для живлення обмотки збудження подається від акумуляторної батареї через клемі Ш і М, контактну мідно-графітову щітку 5 і кільце 6. Привод ротора здійснюється за допомогою клинопасової передачі від колінчастого вала двигуна через шків.

Для забезпечення охолодження генератора на валу ротора разом із шківом закріплено вентиляторне колесо.

Коли замкнуті контакти замка запалювання, струм від акумуляторної батареї надходить до обмотки збудження ротора, намагнічуючи її. У цей час сусідні полюсні наконечники ротора отримують протилежні магнітні полюси. Під час обертання ротора північні та південні полюси електромагніту по черзі проходять повз виступи статора. У фазній обмотці статора, через змінний магнітний потік, що змінюється як за величиною, так і за напрямком, індукується змінна електрорушійна сила. У більшості випадків (60-80%) самозбудження генератора можливе, якщо двигун запустити протягом 20 хвилин після зупинки, завдяки залишковому магнетизму. У 10-20% випадків самозбудження може відбутися навіть через 5 годин після зупинки двигуна.

Генераторний змінний струм перетворюється на постійний за допомогою випрямляча. Випрямляч виконаний за трифазною двонапівперіодною схемою і містить шість кремнієвих діодів (вентилів) прямої та зворотної полярності. У діодах прямої полярності корпус виконує роль катода, а провід анода проходить через ізолятор до сітки. У діодах зворотної полярності ці ролі змінені. Діоди прямої, зворотної та негативної полярності не є взаємозамінними. Для запобігання перегріву діоди встановлюються в шини, що забезпечують ефективне відведення тепла.

На малюнку 3.2 представлено номенклатурну схему компонентів генератора, що дозволяє краще зрозуміти їх взаємозв'язок і принципи функціонування.

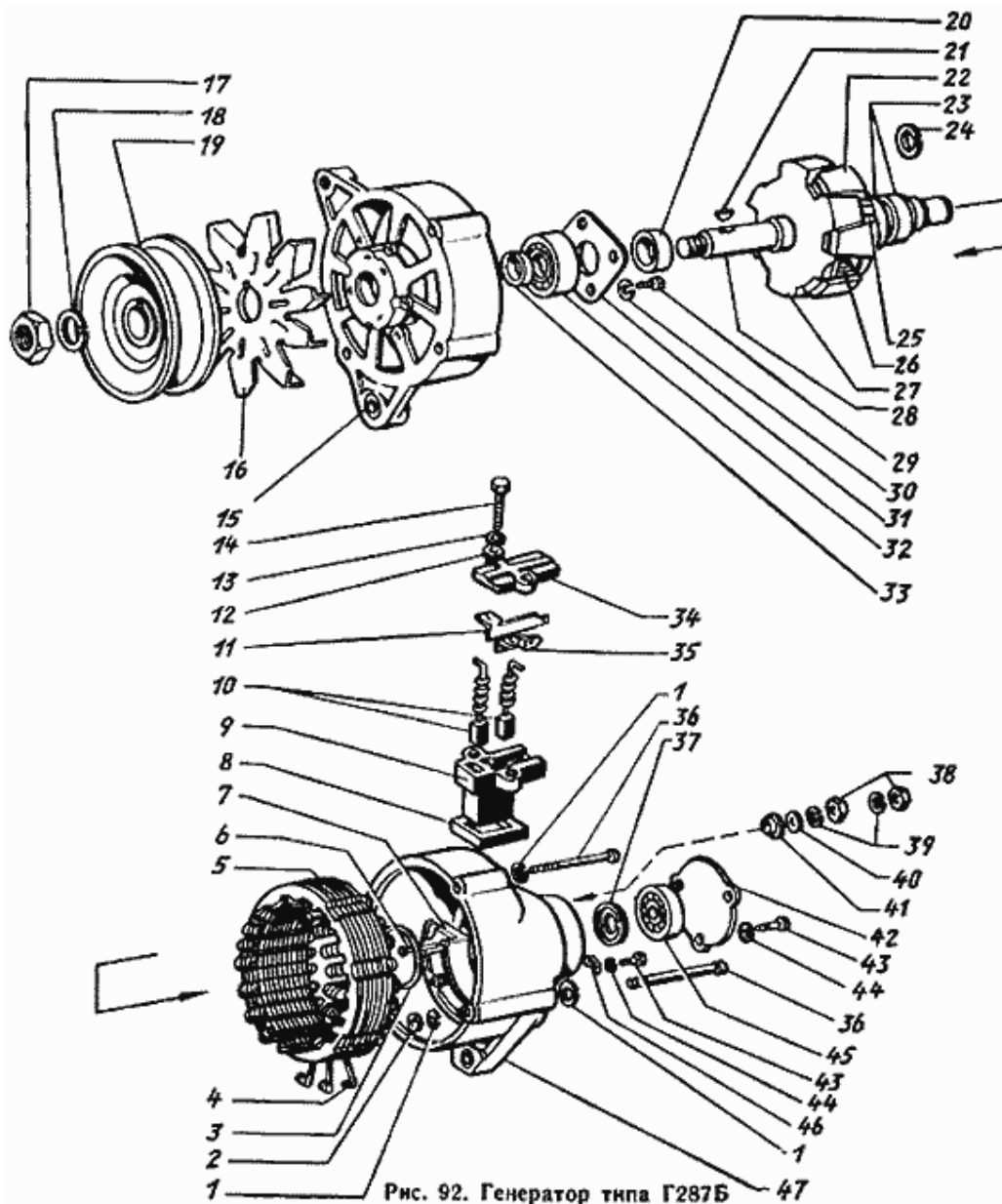


Рисунок 3.2 – Схема номенклатури складових елементів генератора Г287Б

Розшифрування позицій приведених на рис. 3.2 подано в табл. 3.2.

Таблиця 3.2.- Номенклатурний перелік складових елементів генератора Г287Б

№ поз.	№ елемента	Найменування деталі
1	2	3
40	1-МЮ-37	Шайба
	375-3701010	Генератор типу Г287Б в зборі
32	6-1180304КС9	Підшипник передньої кришки

продовження таблиці 3.2

1	2	3
45	6-180603КС9	Підшипник задньої кришки
12	8X-1497-A	Шайба
2	8X-1533M	Гайка
38	8X-1537M	Гайка
30	Б21-3705009-01	Шайба пружинна
7	БПВ7-100-02	Випрямний блок
13	М11-41081-11	Шайба пружинна
	МХ-0130	Гвинт кріплення випрямного блока
17	МХ-0235-01	Гайка кріплення шківів
39	МХ-0246-01	Шайба пружинна
4	МХ-0407-11	Клема статора
36	НО-0102	Гвинт кришки стяжний
29	НО-0603-10	Гвинт кріплення шайби спеціальної
6	НО-0801-10	Болт контактний
10	ФЭЗ-5961022-01	Щітка
1	Х-1482-01	Шайба пружинна
44	Х-4001-01	Шайба пружинна
21	Х-4148	Шпонка сегментна
43	Х-4237-01	Гвинт
37	Г130А-3701005	Чашка
24	Г210-3701202	Кільце розрізне
23	Г287-3701205	Кільце контактне в зборі
46	Г287-3708053-А	Скоба
14	Г287-0Е1-3701016	Болт кріплення кришки спеціальний
	Г287А1-3701020-01	Пружина
	Г287-3701010-01	Щіткотримач в зборі
9	Г287-3701011	Щіткотримач
34	Г287-3701012А	Кришка щіткотримача
	Г287-3701020А-01	Щітка в зборі
35	Г287-3701028	Клема щітки
	Г287-3701030А-01	Щітка в зборі
11	Г287-3701032	Клема щітки
20	Г287-3701053	Втулка упорна
33	Г287-3701054	Втулка
16	Г287-3701055-А	Вентилятор
42	Г287-3701060	Кришка підшипника
18	Г287-3701074	Шайба конічна
5	Г287-3701100-А	Статор з обмотками в зборі
	Г287-3701111	Залізо статора в зборі
	Г287-3701130	Фаза статора

продовження таблиці 3.2

1	2	3
	Г287-3701200	Ротор в зборі
28	Г287-3701211	Вал ротора
27	Г287-3701212	Ротор (передня полюсна половина)
22	Г287-3701213	Ротор (задня полюсна половина)
	Г287-3701215	Втулка котушки збудження
	Г287-3701216-А	Каркас котушки збудження
26	Г287-3701220-Б	Котушка збудження в зборі
	Г287-3701300	Кришка зі сторони контактних кілець з випрямним блоком в зборі
47	Г287-3701301	Кришка задня з втулками і випрямним блоком в зборі
	Г287-3701302	Кільце залите кришки задньої
	Г287-3701303	Втулка кришок
3	Г287-3701305-А	Кільце кришок
8	Г287-3701307	Прокладка ущільнююча
41	Г287-3701319	Втулка ізолююча
	Г287-3701400	Кришка передня з підшипником в зборі
15	Г287-3701401	Кришка передня з втулками в зборі
31	Г287-3701405	Шайба спеціальна
	Г287-3701406	Втулка кришки передньої
19	Г287Б-3701051	Шків
25	Г287-3701218	Кільце затискне

У таблиці 3.2 наведено термінологічний перелік деталей і вузлів, що постачаються виробниками генераторів у роздрібну мережу.

Після групування частин ми отримуємо спрощену схему генератора, як показано на малюнку 3.3, буде використовуватися в майбутньому для моделювання спрощеного процесу демонтажу та монтажу генераторів для заміни малоресурсних компонентів, які зазвичай вводяться в дію відповідно до технічних вимог експлуатації.

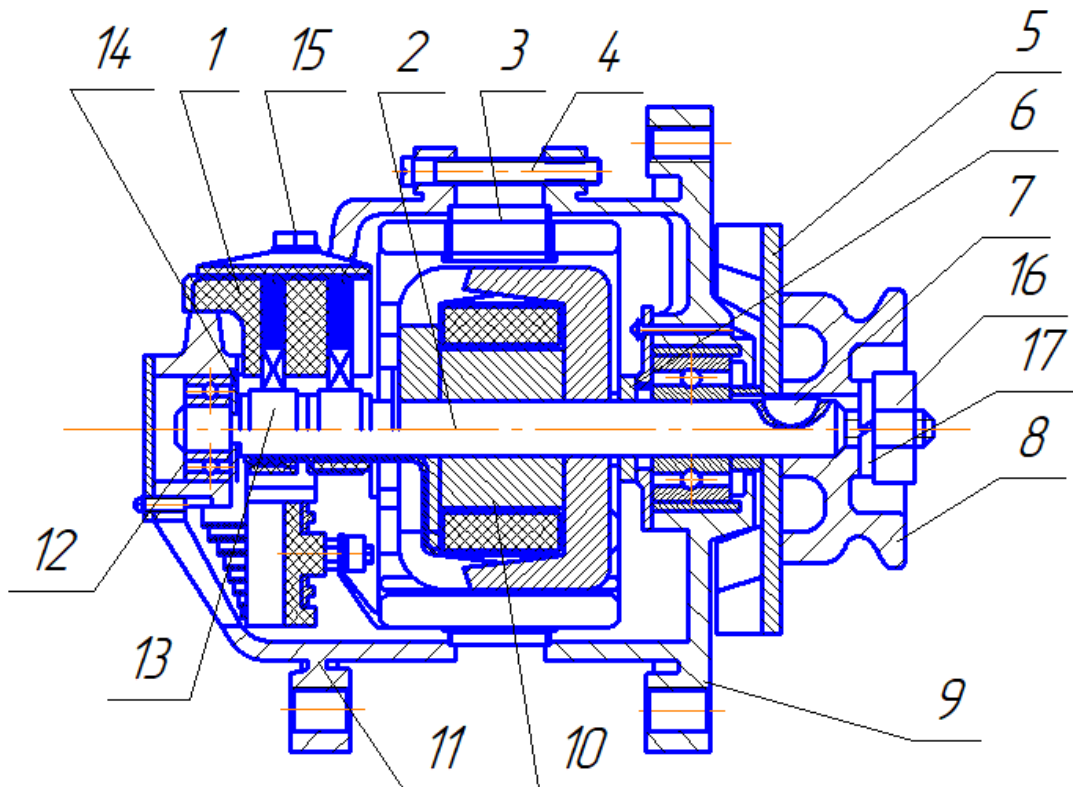


Рисунок 3.3 – Спрощена схема генератора Г287Б для розгляду процесу розбирання і складання: 1 – щіткотримач; 2 – вал ротора; 3 – статор; 4 – стяжна шпилька; 5 – вентилятор; 6 – чашка упорна; 7 – шпонка; 8 – шків; 9 – передня кришка; 10 – ротор; 11 – задня кришка; 12 – підшипник задній; 13 – контактні кільця; 14 – втулка; 15 – гвинт кріплення щіткотримача; 16 – гайка кріплення шківа; 17 - шайба пружинна

3.1. Побудова графічної моделі конструкції.

3.1.1. Побудова матриці взаємних контактів деталей

Метою проведених досліджень є створення методології моделювання процесів розбирання та складання об'єктів ремонту. Ця методика включає розробку графічних символів, що відображають поєднання та контакт деталей (з подальшим числовим кодуванням кожного символу, тобто визначенням типу взаємозв'язку), формування матриці взаємних зв'язків і рівнів доступу, побудову графічної моделі генератора із позначенням рівнів доступу до кожної частини, а також створення матриці для технологічного аналізу варіантів розбирання [30].

Сукупність деталей, які входять до складу опори проміжної А, може бути представлена у вигляді переліку всіх її компонентів: $a_1, a_2, a_3, \dots, a_{17}$. Контакт

кожної деталі з іншими компонентами відображається як множина зв'язків $f_i(a_n)$, яка характеризує взаємодію деталі a_n на рівні i .

Стан генератора в повністю зібраному вигляді, що відповідає нульовому рівню доступу, може бути представлений у вигляді множини [27,28,29,30,31].





$$A_0 = \{ a_1, a_2, a_3, \dots, a_{15}, a_{16}, a_{17} \}. \quad (3.1)$$

Таким чином стан опори проміжного тіла відповідатиме набору з'єднань









$$R_0 = \{ f_0(a_1), f_0(a_2), f_0(a_3) \dots f_0(a_{15}), f_0(a_{16}), f_0(a_{17}) \} \quad (3.2)$$

Взаємний контакт деталей між собою можна відобразити певними умовними графічними символами, які подано в табл. 3.3.

Таблиця 3.3 – Умовні позначення контактних схем спряжених компонентів.

Контактуючі деталі	Характеристика взаємного розміщення деталей, що мають контакт	Символ з'єднання
1	2	3
Щітки 1, вал 2	Деталі, що мають кільцевий контакт торцем. Під час розбирання можливе переміщення в протилежні боки	
Щіткотримач в зборі 1, гвинт 15	Різьбовий стержень у прохідному гладкому отворі. Під час роз'єднання можливе взаємне обертання в протилежних напрямках з одночасним переміщенням у протилежні боки	
Вал 2, вентилятор 5	Ступінчастий вал і отвір з зазором, кільцевим торцевим контактом, що фіксуються від провертання шпонкою. Під час розбирання можливе переміщення в протилежні боки	
Вал 2, чашка упорна 6	Вал і отвір з натягом. Під час роз'єднання можливе переміщення в один бік, або в другий з повторним переходом через з'єднання з натягом	

продовження таблиці 3.3

1	2	3
Вал 2, Шпонка 7	Шпонка з натягом в пазу вала. Під час роз'єднання можливе взаємне переміщення в протилежні боки у радіальному напрямку	
Вал 2, шків 8	Ступінчастий вал і отвір з зазором, що мають торцевий контакт і фіксуються від взаємного провертання за рахунок лисок. Під час роз'єднання можливе переміщення в протилежні боки	
Вал 2, передній корпус в зборі 9	Вал і отвір з натягом. Під час роз'єднання можливе переміщення в один бік, або в другий з повторним переходом через з'єднання з натягом	
Вал 2, ротор10	Вал і отвір з натягом. Під час роз'єднання можливе переміщення в один бік, або в другий з повторним переходом через з'єднання з натягом	
Вал 2, підшипник 12	Вал і отвір з натягом. Під час роз'єднання можливе переміщення в один бік або в другий з повторним переходом через з'єднання з натягом	
Вал 2, контактні кільця 13	Вал і отвір із зазором. Під час роз'єднання можливе взаємне переміщення деталей в обидва боки	
Вал 2, втулка 14	Вал і отвір із зазором. Під час роз'єднання можливе взаємне переміщення деталей в обидва боки	
Вал 2, гайка16	Різьбова гайка. Під час роз'єднання можливе взаємне обертання в протилежних напрямках з одночасним переміщенням у протилежні боки	

1	2	3
Статор 3, передня кришка в зборі 9	Деталі з осьовими отворами, що мають торцевий контакт і конструктивні елементи, які фіксують їх від взаємного провертання. Під час роз'єднання можливе переміщення в протилежні боки	
Статор 3, задня кришка 11	Деталі з осьовими отворами, що мають кільцевий контакт торцями. Під час розбирання можливе переміщення в протилежні боки	
Стяжна шпилька 4, передня кришка 9	Різьбовий стержень у прохідному різьбовому отворі. Під час роз'єднання можливе взаємне обертання в протилежних напрямках з одночасним переміщенням у протилежні боки	
Стяжна шпилька 4, задня кришка 11	Стержень і отвір з зазором та обмеженням переміщення в один бік третьою деталлю. Під час роз'єднання можливе переміщення в протилежні боки	
Вентилятор 5, шпонка 7	Шпонка із натягом в пазу отвору. Під час роз'єднання можливе переміщення деталей вздовж осі шківів в протилежні боки	
Вентилятор 5, шків 8	Деталі з осьовими отворами, що мають торцевий контакт і конструктивні елементи, які фіксують їх від взаємного провертання. Під час роз'єднання можливе переміщення в протилежні боки	
Вентилятор 5, передня кришка в зборі 9	Деталі з осьовими отворами, що мають кільцевий контакт торцями. Під час розбирання можливе переміщення в протилежні боки	
Чашка 6, Передня кришка в зборі 9	Деталі з осьовими отворами, що мають кільцевий контакт торцями. Під час розбирання можливе переміщення в протилежні боки	

1	2	3
Втулка 6, ротор 10	Деталі з осьовими отворами, що мають кільцевий контакт торцями. Під час розбирання можливе переміщення в протилежні боки	
Шпонка 7, шків 8	Шпонка із натягом в пазу отвору. Під час роз'єднання можливе переміщення деталей вздовж осі шківів в протилежні боки	
Шків 8, шайба пружинна 17	Деталі з осьовими отворами, що мають торцевий контакт і конструктивні елементи, які фіксують їх від взаємного провертання. Під час роз'єднання можливе переміщення в протилежні боки	
Задня кришка 11, підшипник 12	Вал і ступінчастий отвір з'єднані із зазором, без торцевого контакту. Під час роз'єднання можливе переміщення деталей лише в протилежні боки	
Задня кришка 11, втулка 14	Стопорне кільце в канавці ступінчастого отвору. Під час роз'єднання можливе переміщення деталей лише в протилежні боки	
Задня кришка 11, болт 15	Різьбовий стержень у прохідному різьбовому отворі. Під час роз'єднання можливе взаємне обертання в протилежних напрямках з одночасним переміщенням у протилежні боки	
Підшипник 12, втулка 14	Деталі з осьовими отворами, що мають кільцевий контакт торцями. Під час розбирання можливе переміщення в протилежні боки	
Контактні кільця 13, втулка 14	Деталі з осьовими отворами, що мають кільцевий контакт торцями. Під час розбирання можливе переміщення в протилежні боки	
Гайка 16, шайба пружинна 17	Деталі з осьовими отворами, що мають торцевий контакт і конструктивні елементи, які фіксують їх від взаємного провертання. Під час роз'єднання можливе переміщення в протилежні боки	

Подані в табл. 3.3. графічні символи взаємних зв'язків (контактів) деталей, аналізуючи конструкції генератора за допомогою рис. 3.2, 3.3 використовуємо для складання матриці взаємних контактів деталей, поданої в табл. 3.4

Таблиця 3.4. - Матриця взаємних контактів деталей автомобільного 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}
I	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}																	-
	2	11	2	2	4	3	3	4	5	2	5	3	2	4	2	2	2
k	Кількість взаємних контактів кожної деталі з іншими																

Продовження таблиці 3.5

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
<i>IV</i>					2,7							11		12,1 3			
<i>V</i>			11				2				3,12		1,2,1 4				
<i>VI</i>									2, 4, 6								
<i>VII</i>						2,10											
<i>VIII</i>		10								2							

З таблиці 3.5 ми бачимо, що на першому рівні частину a_4 можна видалити, усунувши зв'язки з частинами 9 і 11, частину a_{15} можна видалити, усунувши зв'язки з частинами 1 і 11, а частину a_{15} можна видалити, усунувши з'єднання з частинами 2 і 17 з'єднання, щоб видалити частину a_{16} . На першому і четвертому рівнях можна видалити три частини одночасно, на другому - дві, на п'ятому - 4.1, на третьому і сьомому - тільки одну.

Після аналізу ми створили графічну модель генератора, що представляє рівні доступу та взаємозв'язки, як показано на малюнку 3.4.

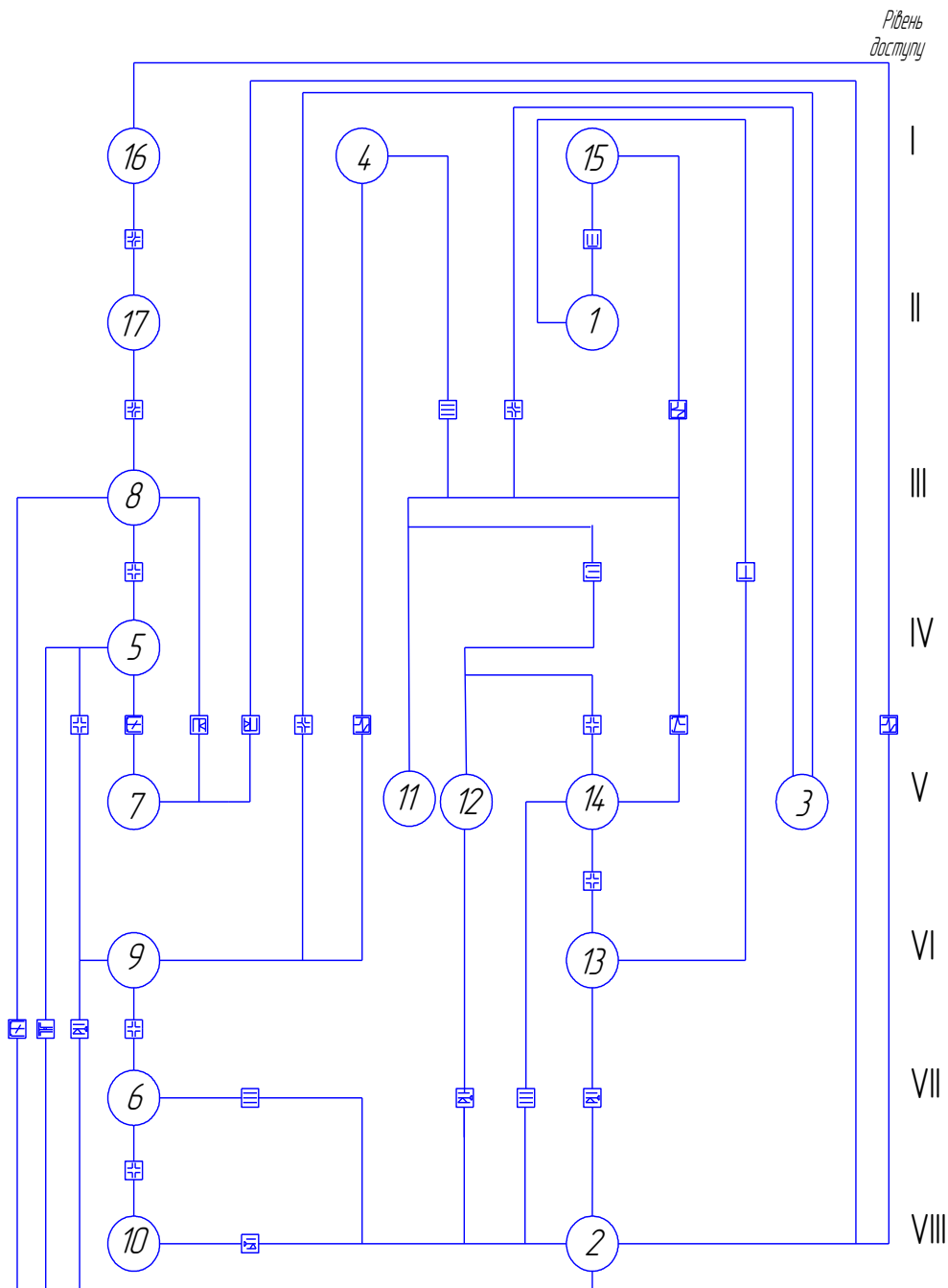


Рисунок 3.4 – Спрощена детально-збірна графічна модель генератора з відображенням рівнів доступу та взаємних зв'язків між елементами

Під час розбирання та складання виробу може бути реалізована певна кількість варіацій у послідовності розбирання та встановлення компонентів. Кількість можливих перестановок у кожному конкретному випадку обмежена примусовим виконанням попередніх операцій і неможливістю відключення частин порядкового номера операції, які знаходяться нижче рівня доступу.

У таблиці 3.6 наведено можливі варіації послідовності операцій, що виконуються під час розбирання деталей за різними серійними номерами.

Таблиця 3.6 - Варіанти послідовності виконання операцій з різним порядковим номером під час розбирання генератора

Зміст операції та її код	Можливий порядковий номер операції поштучного від'єднання деталей															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
<i>1</i>	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Зняти щіткотримач, a_1		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X					
Зняти вала, a_2							X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Зняти статор, a_3					X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
Зняти стягну шпильку, a_4	X	X	X	X	X											
Зняти вентилятор, a_5				X	X	X	X	X	X	X	X	X				
Зняти втулку опорну, a_6							X	X	X	X	X	X	X	X	X	
Зняти шпонку, a_7					X	X	X	X	X	X	X	X	X			
Зняти шків, a_8			X	X	X	X	X	X	X	X	X					
Зняти передню кришку в зборі, a_9							X	X	X	X	X	X	X	X		
Зняти ротора, a_{10}								X	X	X	X	X	X	X	X	X
Зняти задню кришку, a_{11}			X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X			
Зняти підшипник, a_{12}				X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		
Зняти контактні кільця, a_{13}						X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
Зняти чашку упорну, a_{14}					X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
Зняти гвинт, a_{15}	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X					
Зняти гайку, a_{16}	X	X	X	X	X	X	X	X	X							
Зняти шайбу пружинну, a_{17}		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X				
Кількість операцій, що можуть мати даний номер	3	5	7	9	12	12	15	16	16	15	15	13	10	8	6	2

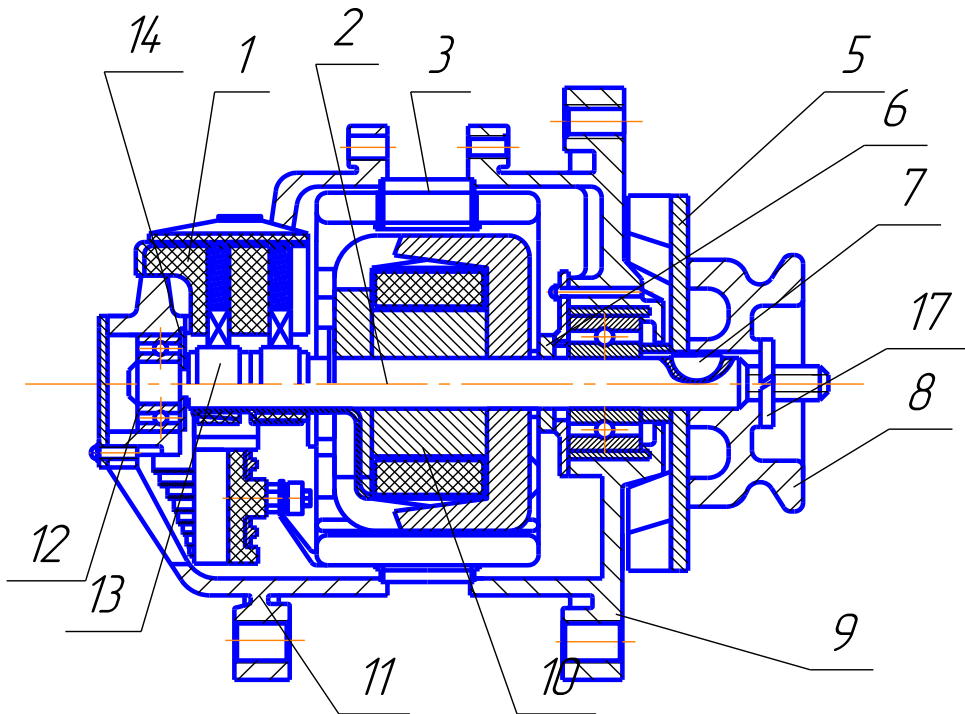
З таблиці 3.6 бачимо, що 8 і 9 номер послідовності виконання можуть мати 16 операцій знімання деталей

3.3. Поетапна зміна технічного стану генератора за рівнями доступу.

Поетапну зміну стану генератора для кожного рівня доступу та паралельне відключення компонентів можна простежити за допомогою ілюстрації, наданої на плакаті, де показано, як виглядає генератор після відключення відповідного компонента на кожному рівні доступу. Доступ, і відображає розділи, до яких доступ створено на цьому рівні доступу. Для досягнення цієї поетапної зміни потрібне використання спеціального технологічного обладнання, тому вона є дещо абстрактною. [27,28,29,30,31].

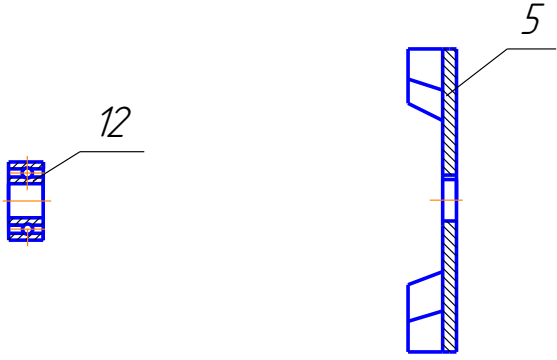
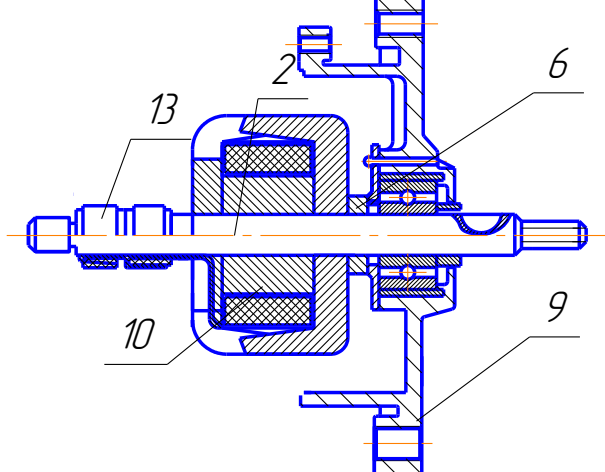

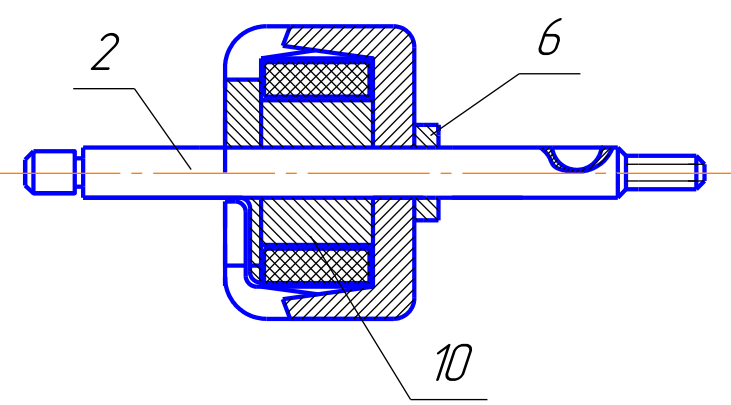
У таблиці 3.7 показано поетапну зміну технічного стану генератора, але з одночасним виконанням можливих дій відповідно до кожного рівня доступу.

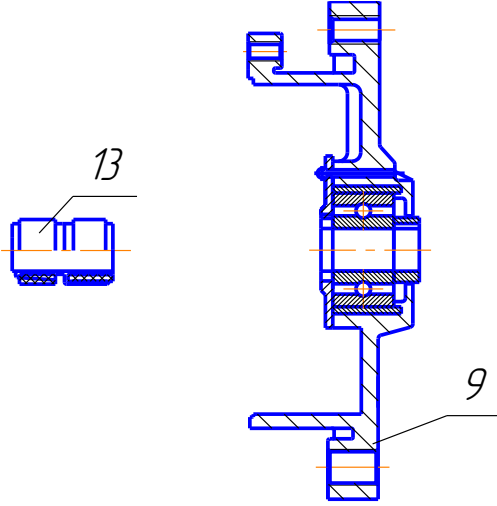
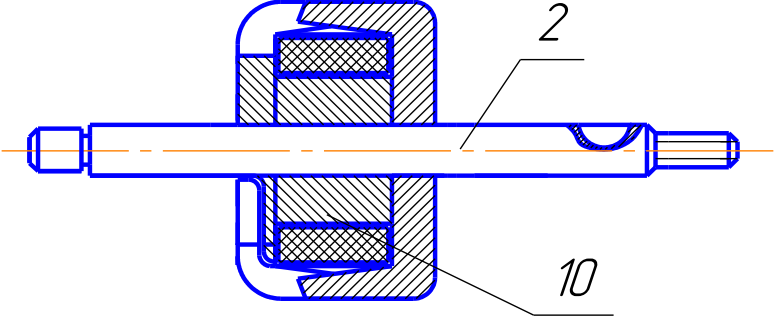
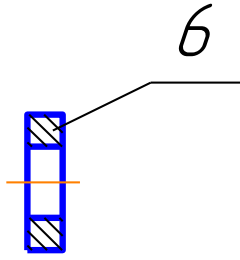
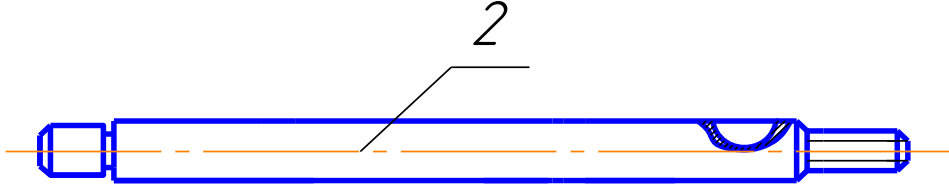
Таблиця 3.7 – Покрокові зміни технічного стану генераторів в залежності від реалізації можливих дій відповідно до кожного рівня доступу

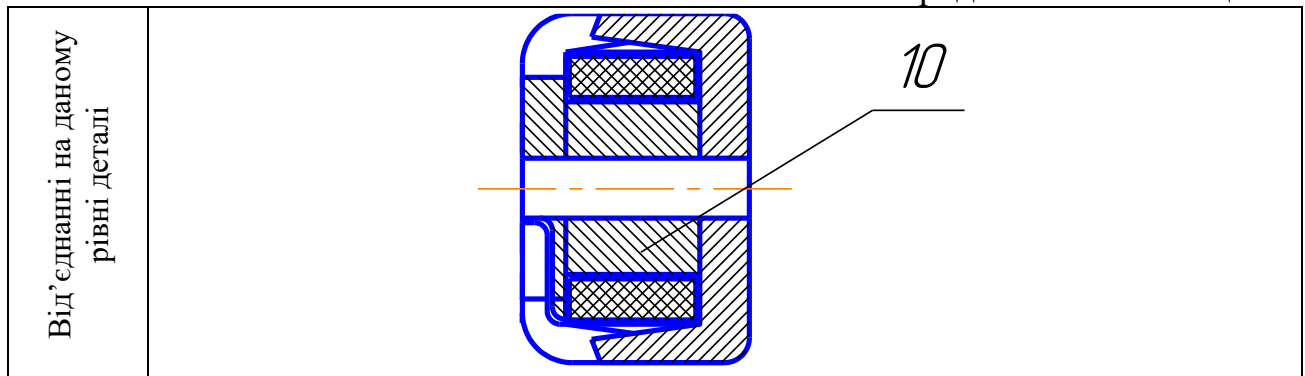
	Рівень I
Стан генератора після від'єднання деталей на відповідному рівні	

<p>Від'єднанні на даному рівні деталі</p>	
	<p>Рівень II</p>
<p>Стан генератора після від'єднання деталей на відповідному рівні</p>	
<p>Від'єднанні на Даному рівні деталі</p>	

Рівень III	
Стан генератора після від'єднання деталей на відповідному рівні	
Від'єднанні на даному рівні деталі	
Рівень IV	
Стан генератора після від'єднання деталей на відповідному рівні	

Від'єднанні на даному рівні деталі	
	Рівень V
Стан генератора після від'єднання деталей на відповідному рівні	
Від'єднанні на даному рівні деталі	
	Рівень VI
Стан генератора після від'єднання деталей на відповідному рівні	

<p>Від'єднанні на даному рівні деталі</p>	
	<p>Рівень VII</p>
<p>Стан генератора після від'єднання деталей на</p>	
<p>Від'єднанні на даному рівні деталі</p>	
	<p>Рівень VIII</p>
<p>Стан генератора після від'єднання деталей на відповідному рівні</p>	



Ця таблиця дозволяє відстежувати зміну статусу продукту після видалення максимально можливої кількості деталей на кожному рівні. Цей процес демонтажу можливий, якщо його оптимізувати за допомогою відповідного технічного обладнання. Це стосується і процесу складання дзеркала. Для більш складних об'єктів реставрації оптимізація процесу розбирання та складання залежить не тільки від технічного оснащення, а й від кількості залучених людей.

Якщо припустити, що немає обмеження на кількість операцій і порядок їх виконання, кількість можливих варіантів з різними перестановками буде визначатися наступним виразом [30]:

$$Q = n!, \quad (3.4)$$

де n – кількість операцій, які потрібно виконати для повного розбирання виробу.

За умови поштучного від'єднання деталей кількість операцій буде рівною:

$$n = A - 1, \quad (3.5)$$

де A - кількість деталей виробу, $A=17$

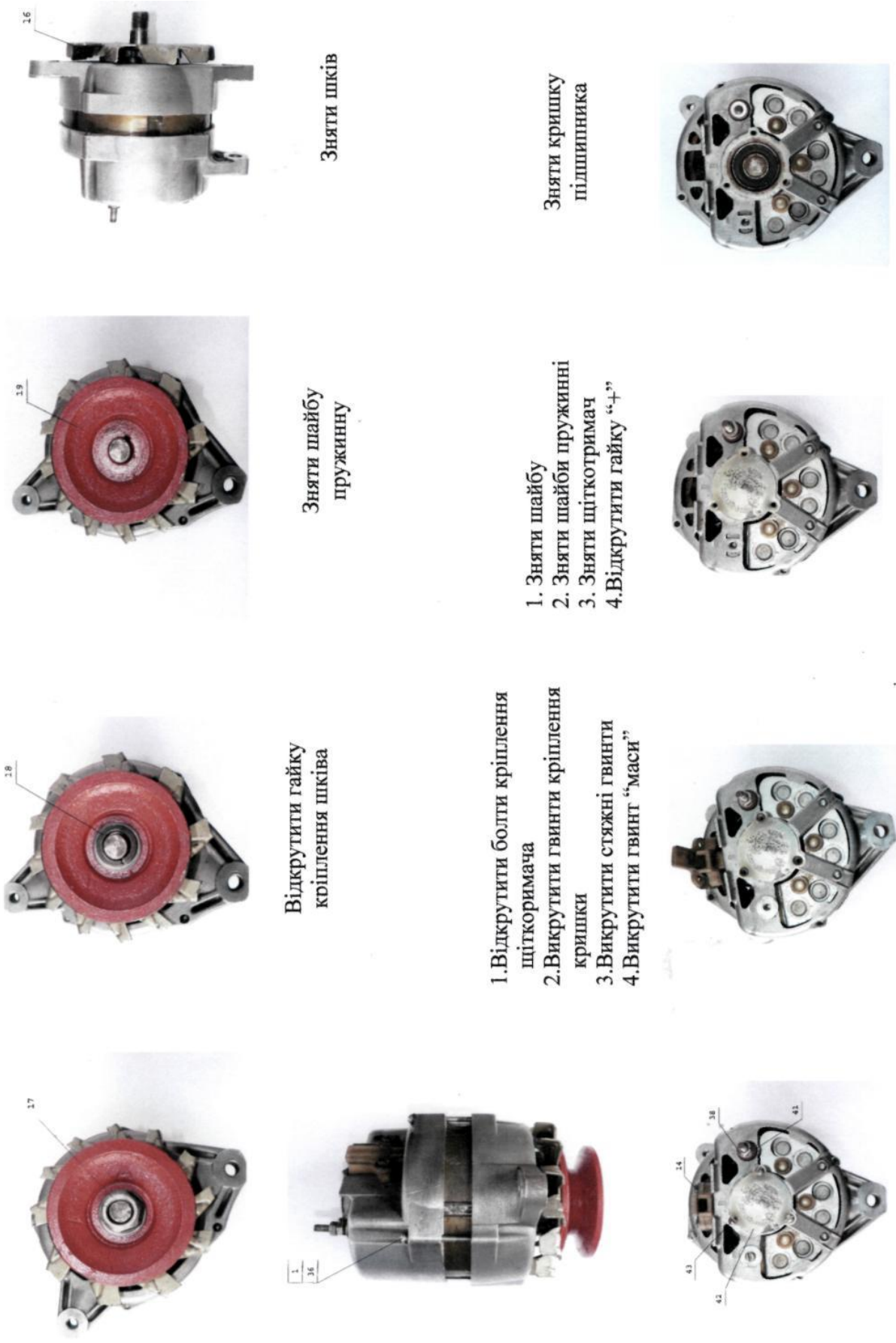
$$n = 17 - 1 = 16$$

$$Q = 16! = 20922789888000$$

За такої умови кожна операція O_j , буде повторюватися з різними порядковими номерами у всіх n стовпчиках кількість раз, що визначається з виразу:

$$q = (n - 1)! \quad (3.6)$$

$$q = (15)! = 1307674368000 = 1,3 * 10^{12}.$$



Зняти шків

Зняти кришку підшипника

Зняти шайбу пружинну

1. Зняти шайбу
2. Зняти шайби пружинні
3. Зняти щіткотримач
4. Відкрутити гайку "L"

Відкрутити гайку кріплення шківів

1. Відкрутити болти кріплення щіткотримача
2. Викрутити гвинти кріплення кришки
3. Викрутити стяжні гвинти
4. Викрутити гвинт "маси"

Рис. 3.5.а - Можливі варіанти послідовності виконання операцій



Рис.3.5 б - Можливі варіанти послідовності виконання операцій

На рисунках 3.5 а та 3.5 б представлено фотографії, котрі зроблені під час досліджень процесів розбирання і складання автомобільного генератора в лабораторії ремонту електрообладнання кафедри агроінженерії та технічного сервісу імені професора Олександра Семковича Львівського національного університету природокористування.

4. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ ТРИВАЛОСТІ РОЗБИРАННЯ ГЕНЕРАТОРА ПРИ РІЗНІЙ ПОСЛІДОВНОСТІ ВИКОНАННЯ ОПЕРАЦІЙ.

Кафедра агроінженерії та технічного сервісу імені професора Олександра Семковича Львівського національного університету природокористування понад 25 років займається питаннями оптимізації процесів розбирання і складання машин [25,26,27,28,29,30,31].

Метою цих досліджень є розробка та удосконалення технічного оснащення, розробка методу моделювання процесів розбирання та складання ремонтних об'єктів, що включає розробку графічних символів спряження та контакту деталей, побудову матриць взаємозв'язків та рівнів доступу. , конструкція ремонту Графічна модель об'єкта, що показує рівні доступу кожної частини та взаємозв'язки всіх частин, складання матриці багатоваріантних методів розбирання та складання. У результаті цих досліджень запропоновано методику розрахунку кількості можливих варіантів технології розбирання об'єктів ремонту з різною послідовністю операцій по роз'єднанню деталей і, в подальшому, цифрового кодування кожного графічного символу з'єднання деталей між собою. Користувачі надають структурні моделі та комп'ютерне моделювання процесів розбирання та складання [25,26,27,28,29,30,31].

Дослідження процесів розбирання і складання генератора Г287Б нами проводилось в умовах лабораторії ремонту електрообладнання кафедри агроінженерії та технічного сервісу імені проф. Олександра Семковича Львівського національного університету природокористування. Лабораторія оснащена серією обладнання для перевірки, обслуговування та випробувань автотракторних генераторів і стартерів. Крім наявного технічного обладнання, для демонтажу генератора використовувалися головки, комбіновані ключі та викрутки німецької фірми S8R. Щоб шків генератора не обертався разом з валом ротора, ми розробили та виготовили спеціальний ексцентрик, який дозволяє закріпити шків за допомогою ременя, з яким працює шків.

Дослідження включало хронометраж 20 варіантів послідовності розбирання та складання генератора. Повторіть кожен варіант 9 разів, щоб визначити середню тривалість процесу розбирання та складання T_s .

У таблиці 4.1 наведені варіанти послідовності операції розбирання та середні значення тривалості процесу

Таблиця 4.1 – Середня тривалість процесу розбирання і складання генератора при певній послідовності виконання операцій розбирання і зворотному до них порядку складання

Варіант	Порядковий номер виконання операції відповідного коду																T_s , ХВИЛИН
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1	4	15	1	11	12	14	13	16	17	8	7	5	9	6	3	2,10	136
2	4	15	1	11	3	12	14	13	16	17	8	5	7	9	6	2,10	128
3	4	15	1	16	17	8	7	5	11	14	12	9	6	3	13	2,10	132
4	4	15	1	16	17	8	7	5	11	14	12	9	3	13	6	2,10	126
5	4	15	16	17	1	11	3	12	14	13	8	7	5	9	6	2,10	102
6	4	15	16	1	17	11	3	12	14	13	8	7	5	9	6	2,10	106
7	4	15	16	1	17	8	7	5	11	14	12	9	3	13	6	2,10	124
8	15	1	4	16	17	8	7	5	11	14	12	9	6	3	13	2,10	123
9	15	1	4	16	17	8	7	5	11	14	12	9	3	13	6	2,10	112
10	15	4	1	16	17	8	7	5	11	14	12	9	6	13	3	2,10	101
11	15	4	1	16	17	8	7	5	11	14	12	9	3	13	6	2,10	111
12	15	4	16	17	1	11	3	12	14	13	8	7	5	9	6	2,10	99
13	15	1	4	11	14	3	16	17	8	7	5	9	6	12	13	2,10	98
14	15	1	4	11	12	14	3	16	17	8	7	5	9	6	13	2,10	102
15	16	4	15	1	11	3	12	14	13	17	8	5	7	9	6	2,10	99
16	16	17	4	15	1	11	3	12	14	13	8	5	7	9	6	2,10	109
17	16	17	8	5	7	3	9	15	1	4	11	14	12	6	13	2,10	128
18	16	17	8	5	7	3	9	15	1	4	11	12	14	6	13	2,10	118
19	16	17	8	7	5	15	1	4	11	3	14	12	9	6	13	2,10	120
20	16	17	8	7	15	1	4	5	9	11	12	14	13	3	6	2,10	114

З таблиці 4.1 можна зробити висновок, що середня тривалість операцій з демонтажу генератора для 20 досліджуваних варіантів робочого циклу

становить 114 хвилин, а різниця між найдовшою та найменшою тривалістю становить 38 хвилин, що становить 28% від максимальної тривалості.

Для моделі з мінімальним терміном експлуатації зніміть гвинт щіткотримача; гвинт кріплення шківів; шківів; кришку; задній підшипник; остаточна операція – відокремлення ротора від вала.

Різниця в тривалості послідовності виконання різних операцій пояснюється тим, що виконавці відрізняються за часом, який вони витрачають на зміну інструментів, розміщення генератора в просторі, переміщення з одного положення на інше з використанням відповідного технічного обладнання.

Висновок до розділу 4

Отже, можна зробити висновок, що спрощення операцій з розбирання та складання стартера є важливим резервом для скорочення циклу технічного обслуговування, тим самим економлячи трудові ресурси та мінімізуючи час виймання машини під час послуг ремонтних робіт.

5. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

5.1 Моделювання процесів виникнення аварій і травм

Для моделювання виникнення аварій і травм при роботі із стендом для випробовування генераторних установок застосуємо метод логічного моделювання процесів формування виникнення небезпечних ситуацій та їх наслідків [14].

За допомогою цього методу будемо мати можливість шляхом побудови "дерева" відрізків і помилок операторів різних систем вести математичну обробку моделі ("дерева") з метою одержання ймовірності виникнення таких випадкових подій, як травма, аварія і катастрофа. Обчислення рівня небезпеки спрямуємо на удосконалення конструкцій стенда для випробовування автомобільних генераторів, на зниження їх небезпеки, а також вживати термінових заходів для першочергового усунення небезпек з більш високим рівнем.

Метод "дерева", "дерева несправностей" або "дерева несправностей і помилок оператора" застосовують для аналізу складних систем.

Процеси формування та виникнення обставин та причин різних аварій, виробничих травм можна заздалегідь моделювати, застосовуючи метод побудови "дерева" відмов та помилок оператора людино-машинних систем у сільському господарстві [30]. Побудуємо логіко-імітаційну модель травм при роботі із стендом для випробовування автомобільних генераторів.

При роботі із стендом для випробовування комбінованих гайкових ключів найнебезпечнішим явищем є ураження електричним струмом. Приймаючи подію "ураження" як головну і зв'язуючи цю подію шляхом логічного аналізу з наступною подією, що обумовлює її виникнення за допомогою логічних операторів "І", "АБО" та інших, приходимо до кінцевих подій, з яких і починає формуватися головна подія: "ураження". За своєю формою така модель нагадує крону дерева, тому вона і одержала назву "дерево відмов і помилок". Кінцеві події називають базовими [14].

Як правило, побудова моделі починається з головної події – ураження

електричним струмом, а наступні розміщують зверху вниз ,аж до базових подій (рис. 5.1.). Кожен блок рисунка, позначений відповідним номером, означає подію (у загальному вигляді) або окремий етап побудови моделі:

- відмова (травма) системи – головна подія;
- послідовність подій, що призводять до відмови системи;
- послідовність подій зображується за допомогою логічних операторів "І", "АБО" та інших;
- прямокутник – подія, що виникає як результат дії символа-оператора;
- базові події зображають у вигляді кружечків із написами в середині, вони є межею аналізу побудованої моделі ("дерева помилок");
- ромб – нерозкрита подія (подія, яка вимагає проведення відповідних досліджень).

Головною подією є ураження електричним струмом під номером 13, вона виникає внаслідок події номер 11 – пробивання на корпус і внаслідок нерозкритої події номер 12 – до стенда в цей момент торкався працівник. Подія 11 пробивання на корпус стенда виникає через подію номер 7 – пошкоджена ізоляція, або подію номер 10 – неправильне під'єднання стенда до мережі. Подія номер 7 – пошкоджена ізоляція виникає внаслідок події номер 3 – перегрів дроту, або події номер 6 – механічне пошкодження. Подія номер 10 – неправильне під'єднання до мережі виникає внаслідок базової події номер 8 – стан контролю, або базової події номер 9 професійний рівень працівників. Подія номер 3 перегрів дроту виникає внаслідок базової події номер 1 – стан контролю, або базової події номер 2 – професійний рівень працівників. Подія номер 6 – механічне пошкодження виникає внаслідок події номер 4 – стан контролю, або базової події номер 5 – професійний рівень працівників.

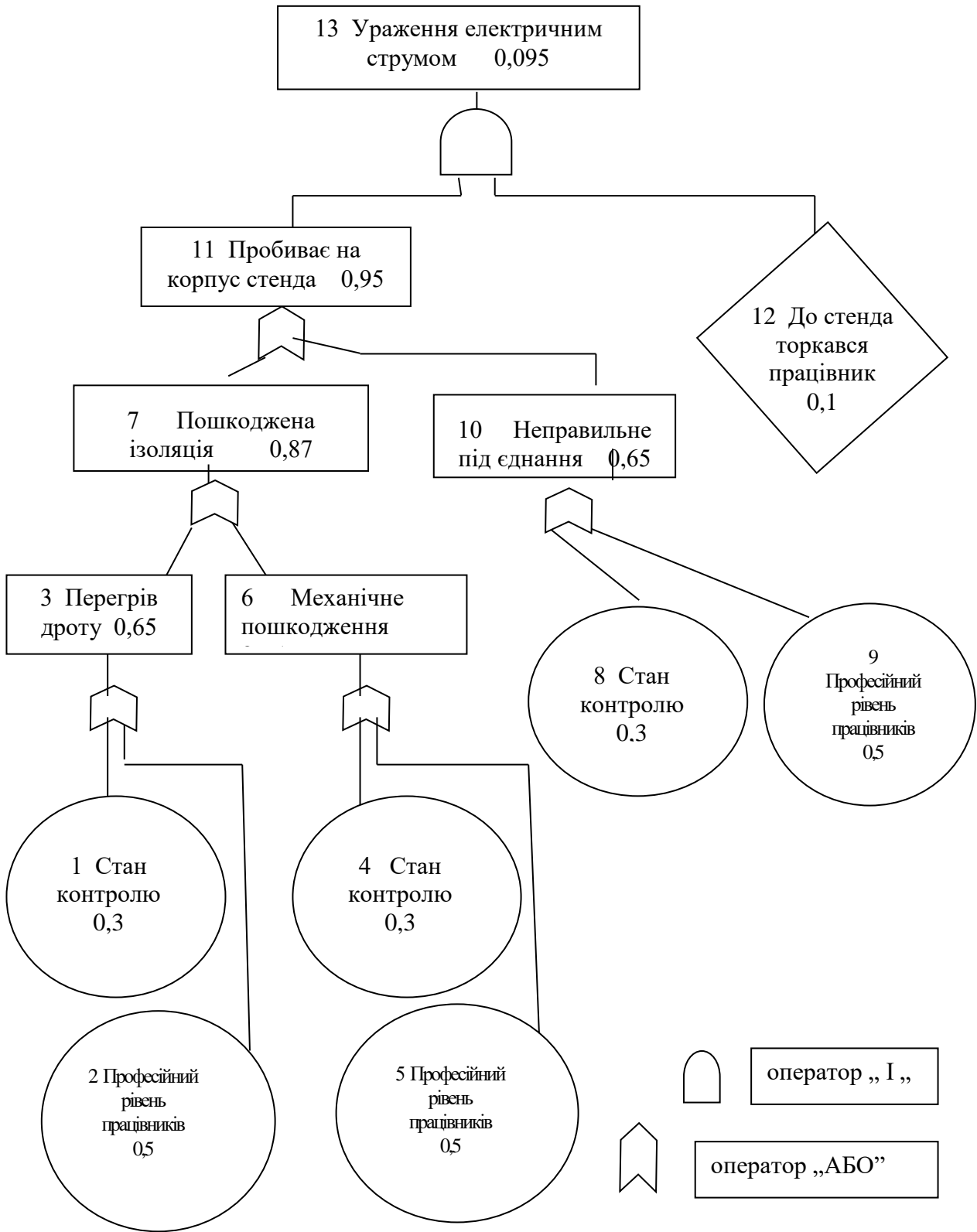


Рисунок 5.1 – Логіко-імітаційна модель процесу виникнення травми у працюючого при роботі із стендом для випробування автомобільних генераторів:

Базова подія номер 1 – „стан контролю” для події 3 „перегрів дроту” буде

контроль за станом ізоляції силового дроту, базова подія 2 – „професійний рівень” це неправильний розрахунок діаметру дроту при конструюванні стенда. Базова подія 4 – „стан контролю” для події 6 – „механічне пошкодження” це контроль за станом ізоляції силового дроту, базова подія 5 – для події 6 це буде професійність проведених робіт в зоні силового кабелю і можливість його пошкодити. Базова подія 8 – „стан контролю” для події 10 – „неправильне під’єднання” це контроль за станом стенда (ЩТО), базова подія 9 „проф. рівень” для події 10 це проведення правильного включення стенда працівником.

5.2 Оцінка рівня небезпеки виникнення аварій і травм

Методикою оцінки рівня небезпеки робочих місць, машин, виробничих процесів та окремих виробництв передбачено пошук об’єктивного критерію (показника) рівня небезпеки для конкретного об’єкта. Таким показником вибрана ймовірність виникнення аварій або травм залежно від досліджуваного явища.

Для оцінки рівня небезпеки стенда для випробовування автомобільних генераторів можна застосувати метод обчислення ймовірності виникнення будь-якого випадкового явища, який широко застосовують в закордонній інженерній практиці.

Ймовірність базових подій визначаємо за даними виробництва. Наприклад, базова подія "стан контролю з охорони праці". Для визначення ймовірності ми повинні встановити, наскільки (%) від ідеального рівня здійснюється відповідний контроль на об’єкті [10,14]. Якщо приймемо, що такий рівень контролю становить 30 %, то ймовірність відповідно дорівнює 0.3.

При

відсутності контролю ймовірність "не здійснення контролю" становитиме 1, якщо контроль ідеальний, то відповідно ймовірність дорівнює 0.

Для базових подій 1; 4; 8 „стан контролю” ймовірність приймаємо 0,3, для базових подій 2; 5; 9 „ професійний рівень” ймовірність приймаємо 0,5.

На цьому можна вважати, що певна модель (рис.5.1.) підготовлена до

математичної обробки. Для виконання математичних обчислень ймовірностей випадкових подій логіко-імітаційної моделі застосовують формули.

Для проведення обчислень ймовірності травми використовуємо логіко-імітаційну модель процесу її формування [10,14]:

1. Ймовірність події P_3 :

$$P_3 = P_1 + P_2 - P_1 \cdot P_2 . \quad (5.1)$$

Умовно приймемо, що ймовірність базових подій $P_1 = 0.3$, а $P_2 = 0.5$. Підставивши дані ймовірностей базових подій, одержимо [13]:

$$P_3 = 0.3 + 0.5 - 0.3 \cdot 0.5 = 0.65$$

Слід зауважити, що обчислення ймовірностей випадкових подій проводяться відповідно до положень Булевої алгебри [3].

Аналогічно обчислюємо ймовірність інших подій залежно від їх номера.

$$P_6 = P_4 + P_5 - P_4 \cdot P_5 = 0.65; \quad (5.2)$$

$$P_7 = P_3 + P_6 - P_3 \cdot P_6 = 0.87; \quad (5.3)$$

$$P_{10} = P_8 + P_9 - P_8 \cdot P_9 = 0.65; \quad (5.4)$$

$$P_{11} = P_7 + P_{10} - P_7 \cdot P_{10} = 0.95; \quad (5.5)$$

$$P_{13} = P_{11} \cdot P_{12} = 0.095. \quad (5.6)$$

Таким чином, на робочому місці під час роботи станда для випробовування гайкових ключів при наявності тих недоліків з охорони праці, відображені у базових подіях на 100 таких місць, можна очікувати 9,5 травми.

На даному робочому місці можуть бути й інші недоліки, які призведуть до травми з інших причин. Але складовими причинами іншої травми також можуть бути такі недоліки, як неефективний контроль чи низький професійний рівень знань працюючих. Тоді треба побудувати відповідну модель і виконати необхідні обчислення.

5.3 Запобігання небезпечним ситуаціям

Для запобігання небезпечним ситуаціям при роботі із стандом для випробовування гайкових ключів потрібно підвищити професійний рівень

працюючих, та конструкторів які розробляли його, поліпшити контроль під час проведення технічного огляду, та основне підвищити рівень інструктажів з безпеки праці, та контроль за його виконанням.

Якщо зазначені недоліки негайно усунути (підвищити професійний рівень працюючих, поліпшити контроль під час проведення технічного огляду), можна побачити на моделі шляхом повторного розрахунку, що рівень небезпеки буде наближатися до 0, а рівень безпеки до 1.

Значення ймовірності можуть бути використані при розробці заходів впливу на працюючих, що часто допускають небезпечні дії, і заохочуючих (стимулюючих) заходів до тих працюючих, на робочих місцях яких існує дуже низька ймовірність виникнення травми або аварії.

Все це свідчить про те, що для запобігання аваріям, травмам безпосередньо у господарствах потрібний доступний, простий і ефективний спосіб їх прогнозування.

При розробці ефективної системи управління безпекою життєдіяльності необхідно передбачити відповідну оцінку і порядок стимулювання роботи з охорони праці. У новій системі рекомендується застосувати об'єктивний метод оцінки стану охорони праці шляхом обчислення ймовірності можливого виникнення травми у працюючих або аварії на певному робочому місці [10,14].

Для зменшення небезпечних і аварійних випадків та травм при роботі із стендом для випробовування комбінованих гайкових ключів повинні бути розроблені правила техніки безпеки:

- до роботи із стендом для випробовування автомобільних генераторів допускаються фізично здорові особи віком не молодше 18 років, що пройшли навчання та інструктаж;
- під час обслуговування (зміни ключів, регулювання) необхідно вішати таблички “не вмикати” і т.д. біля пускової кнопки;
- не можна працювати із стендом для випробовування комбінованих гайкових ключів якщо відсутнє заземлення;
- не торкатись голими руками струмовідвідних частин і проводів.

Для запобігання виникнення пожеж розробляємо правила протипожежної

безпеки.

Для успішного проведення протипожежної профілактики в робочих приміщеннях необхідно знати причини пожеж. На основі статистичних даних можна зробити висновок, що основними причинами пожежі може бути:

- займання горючих і легкогорючих речовин;
- незадовільний стан заземлення;
- порушення правил монтажу та експлуатації електротехнічних пристроїв;
- несправність опалювальних пристроїв та порушення правил їх експлуатації.

В приміщенні повинні бути евакуаційні шляхи і виходи потрібного розміру. Потрібно забезпечити ремонтні приміщення необхідними засобами пожежегасіння.

На горищах приміщення забороняється зберігати горючі матеріали, горища необхідно закривати на замок.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

3. Аналіз конструкцій генераторних установок вантажних автомобілів показав, що вони мають аналогічну будову і принцип дії, основна маса деталей мають аналогічні функції і умови роботи, а отже для них будуть мати місце аналогічні несправності, форми їх прояву та усунення.
4. Аналіз літературних джерел дає підстави сказати, що за останнє десятиліття в Україні відсутній належний поступ стосовно розробки технічних засобів і технологій перевірки, випробування та ремонту генераторів.
5. Розгляд конструкцій генераторів іноземного виробництва дає підставу гіпотетично стверджувати, що технологічно можливо використовувати для перевірки і випробування генераторів вітчизняних машин технологічне оснащення іноземного виробництва з використанням спеціально розроблених пристроїв для монтажу і під'єднання генераторів.
6. Для оптимізації процесів розбирання і складання генераторів доцільно використовувати методику моделювання розроблену на кафедрі експлуатації та технічного сервісу машин ім. проф. О.Д. Семковича Львівського національного аграрного університету.
7. Дослідження процесів розбирання і складання генераторів проведені в лабораторії ремонту електрообладнання кафедри агроінженерії та технічного сервісу імені проф. Олександра Семковича Львівського національного університету природокористування показали, що застосування багатоваріантної технології розбирання і складання генераторів залежно від їх технічного стану дає можливість скоротити тривалість ремонтного циклу на 5-28%.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Васильків І. М. Основи теорії ймовірностей і математичної статистики : навч. посібник. Львів : ЛНУ імені Івана Франка, 2020. 184 с.
2. Гайдучок В. М., Затхей Б. І., Лінник М. К. Теорія і технологія наукових досліджень. Навчальний посібник. Львів : Афіша, 2005. 232 с.
3. Грабар І.Г. Основи наліїності машин: Навчальний посібник. Житомир: ЖІТІ, 1998. 298 с.
4. Гранкін С. Г., Малахов В. С., Черновол М. І., Черкун В. Ю. Надійність сільськогосподарської техніки. Київ: Урожай, 1998. 208 с.
5. ДСТУ 2860-94. Надійність техніки. Терміни та визначення. [Чинний від 1996-01-01]. Вид. офіц. Київ, 1996. 75 с.
6. Єременко В. С., Куц Ю. В., Мокійчук В. М., Самойліченко О. В. Статистичний аналіз даних вимірювань: навч. посіб. Київ: НАУ, 2013. 320 с.
7. Канарчук В.Є., Полянський С.К., Дмитрієв М.М. Надійність машин: Підручник. Київ: Либідь, 2003. 424 с.
8. Кузьмінський Р.Д. Організаційно-технологічна сумісність процесів ремонту об'єктів у спільному потоці. *Пр. ін-ту Львів. с.-г. ін-т.* Львів, 1992. С. 17–29.
9. Лауш П. В. Ремонт сільськогосподарської техніки (курсове і дипломне проектування): Навч. посібник / П. В. Лауш, Н. П. Лауш, Т. П. Лесюк. Кіровоград : ПОЛІМЕД-Сервіс, 2005. 266 с.
10. Лехман С.Д. Запобігання аварійності і травматизму у сільському господарстві. Київ: Урожай, 1993. 220 с.
11. Наказ про затвердження «Настанови з технічної служби автомобілів»: затв. наказом Міністерства транспорту України від 23.10.1997р. Додаток до наказу № 717
12. Науменко О.А. Порівняльний аналіз організації технічного сервісу в Україні і за кордоном. *Вісник Харківського державного технічного університету сільського господарства*. Вип. 8 "Підвищення надійності відновлюваних деталей машин". Т.І. Харків. 2001. С.3–6.

13. Основи наукових досліджень. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт №2 і №3 для студентів факультету механізації сільського господарства. Львів. 1998. 38с.
14. Охорона праці. Методичні рекомендації до виконання розділу з охорони праці у дипломних проектах. Львівський національний аграрний університет, 2012 р.
15. Ремонт машин і обладнання : підруч. / Сідашенко О. І. та ін.; за ред. О. І. Сідашенка, О. А. Науменка. Київ : Аграр Медіа Груп, 2014. 632 с.
16. Ремонт машин. Методичні поради до курсового і дипломного проектування: у 2-х частинах/ За аг. Ред.. академіка О.Д. Семковича. – Частина 1 та 2. Львів : Львів. держ. агр. ун-т, 1997. 179 с.
17. Стеблюк М.І. Цивільна оборона. Київ: Урожай. 1994. 360 с.
18. Технологія машинобудування (дипломне проектування): Навчальний посібник/ І. О. Григурко, М. Ф. Брендюля, С. М. Доценко. Львів : Новий світ, 2007. 768 с.
19. Технологія ремонту машин та обладнання. Курс лекцій. / Сідашенко О.І. та інші. Навч. посібник. Харків: ХНТУСГ, 2017. 361 с.
20. Ткач Є. І., Сторожук В. П. Загальна теорія статистики: підручник [для студ. вищ. навч. закл.]. Київ: Центр учбової літератури, 2009. 442 с.
21. Шарибура А.О., Левчук О.В., Рис В.І., Барабаш Р.І. Оцінення випадкових процесів зміни технічного стану АТЗ. Методичні рекомендації до виконання практичної роботи здобувачами першого (бакалаврського) рівня вищої освіти з дисципліни «ТЕХНІЧНА ЕКСПЛУАТАЦІЯ АВТОМОБІЛІВ». Дубляни, 2023. 20 с.
22. Форнальчик Є.Ю., Оліскевич М.С., Мاستикаш О.Л., Пельо Р.А. Технічна експлуатація та надійність автомобілів: Навчальний посібник. / За загальною ред. Є.Ю. Форнальчик. Львів : Афіша, 2004. 492 с.
23. Форнальчик Є.Ю., Качмар Р.Я. Основи технічного сервісу транспортних засобів: навч. посібник. 2-ге вид., змін та допов. Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2017. 324 с.

24. Технічний сервіс. Ремонт електрообладнання тракторів і автомобілів : навч. посібн. / Р.Д. Кузьмінський, А.О. Шарибура. Львів : Сполом, 2017. 376 с.
25. Чухрай В. Є. Обґрунтування технологічних параметрів обладнання для операцій розбирання-складання машин в умовах ремонтної бази їх власників. Механізація та електрифікація сільського господарства. Випуск 83. Наукове видання. Глеваха, 2000 с. 234-238.
26. Чухрай В. Є. Технологічні підстави універсалізації розбирально-складального устаткування. Вісник Львівського державного аграрного університету: Агроінженерні дослідження (№1). Львів: Львів. держ. агр. ун-т, 1997. с. 142-146.
27. Чухрай В.Є / Оптимізація процесів розбирання і складання об'єктів ремонту / Вісник аграрної науки. – 2006 Спеціальний випуск, серпень . – С. 114-121
28. Чухрай В.Є. / Структурно-логічний аналіз процесів ремонту машин / Теорія і практика розвитку АПК: Матеріали міжнар. Наук.-практ. Форуму (19-20 вересня 2006 р.) Т.”. Львів: ЛДАУ, 2006. С.349-352
29. Чухрай В.Є. /Визначення кількості можливих варіантів послідовностей виконання операцій розбирання об'єкта ремонту / Інженерія аграрного виробництва у вимірах бережливості. Колективна монографія / За ред. О.Д. Семковича, О.В. Сидорчука, І.М. Лиса, С.Й. Ковалишина. Львів: Львів. держ.аграр.університет. 2006. – С. 267-290
30. Чухрай В.Є. /Моделювання процесів розбирання і складання об'єктів ремонту / Вісник Львівського державного аграрного університету: Агроінженерні дослідження./ Львів: Львівський держ. аграр. ун-т. 2005.- №9. -С.326-343
31. Чухрай В.Є. Киричинська І.Б / Розрахунок кількості варіантів послідовності виконання операцій розбирання об'єктів ремонту / Вісник Львівського державного аграрного університету: Агроінженерні дослідження. / Львів: Львівський держ. аграр. ун-т. 2006.- №10. –С 189-196.