

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ЛЬВІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ

ФАКУЛЬТЕТ МЕХАНІКИ, ЕНЕРГЕТИКИ ТА ІНФОРМАЦІЙНИХ  
ТЕХНОЛОГІЙ

КАФЕДРА АГРОІНЖЕНЕРІЇ ТА ТЕХНІЧНОГО СЕРВІСУ ІМЕНІ  
ПРОФЕСОРА ОЛЕКСАНДРА СЕМКОВИЧА

## ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ

першого (бакалаврського) рівня вищої освіти

на тему: „Вдосконалення операцій ремонту генераторів самохідної техніки”

Виконав: студент 4 курсу групи Аін-41

Спеціальності 208 „Агроінженерія”  
(шифр і назва)

Лукановський Денис Олександрович  
(Прізвище та ініціали)

Керівник: к.т.н., доц. Чухрай В.Є.  
(Прізвище та ініціали)

Дубляни 2023

УДК 631.3.

Лукановський Д. О. “ Вдосконалення операцій ремонту генераторів самохідної техніки ”

Дипломний прєкт. Дубляни: Львівський національний університет природокористування, 2023.

52 стор. текс. част., 17 рис., 3 табл., 5 арк. ілюстр. матер., 25 бібліогр. джерел.

Наведено загальні відомості про автомобільні генератори, розглянуто основні причини порушення їх справного технічного стану. Виконано випробування генератора на стенді КИ-968 У4 в лабораторії кафедри агроінженерії і технічного сервісу, описано послідовність всіх дій процесу. Складено таблицю фотографій зміни стану генератора після кожної операції в процесі розбирання.

Запропоновано конструкцію пристрою для кріплення генератора під час розбирання, з можливістю зміни його положення у просторі, з метою зручності розбирання та скорочення тривалості процесу. Також розроблено конструкцію знімача підшипника з валу ротора, який забезпечує надійне захоплення деталей з обмеженим доступом. Описано будову і принцип дії даного оснащення, проведено розрахунок перевірки деталей на міцність.

Розглянуто питання охорони праці

Проведено розрахунок економічного ефекту від використання запропонованого оснащення. Доцільність виготовлення і запровадження у оснащення підтверджується очікуваним сумарним розрахунковим економічним ефектом в сумі понад 25 тис. грн.

## ЗМІСТ

ВСТУП	5
1 ЗАГАЛЬНА ВІДОМОСТІ ПРО АВТОМОБІЛЬНІ ГЕНЕРАТОРИ	6
2 ВДОСКОНАЛЕННЯ ОПЕРАЦІЙ РЕМОНТУ ГЕНЕРАТОРА	13
2.1 Розгляд основних причин порушення справного технічного стану генератора	13
2.2 Основні операції процесу перевірка технічного стану генератора	14
2.3 Послідовність виконання операцій перевірки генератора з використанням стенда КВ-968 У4	18
2.4 Основні операції процесу розбирання генератора для заміни його окремих елементів	22
3 РОЗРОБКА ПРИСТРОЇВ ДЛЯ РОЗБИРАННЯ-СКЛАДАННЯ ГЕНЕРАТОРІВ	31
3.1. Будова і принцип дії пристрою для фіксування і орієнтування генератора	32
3.2 Будова і принцип дії гвинтового знімача підшипника з валу ротора	43
3.2.1. Розрахунок гвинтової пари знімача підшипника	35
4 ОХОРОНА ПРАЦІ	39
4.1. Техніка безпеки під час виконання діагностичних, регулювальних, випробувальних та ремонтних робіт	40
4.2. Техніка безпеки під час виконання ремонтних, налагоджувальних і діагностичних робіт	41
4.3. Пожежна безпека	43
5 РОЗРАХУНОК ЕКОНОМІЧНОГО ЕФЕКТУ ВІД ВИКОРИСТАННЯ ПРИСТРОЮ ДЛЯ РОЗБИРАННЯ-СКЛАДАННЯ ГЕНЕРАТОРІВ	45
ВИСНОВКИ	49
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	50



## ВСТУП

Господарства агропромислового виробництва постійно оновлюють свій парк автомобілів, самохідних комбайнів, тракторів та різних стаціонарних і мобільних енергетичних установок. Вся ця техніка має різноманітні прилади і обладнання які споживають електричну енергію від акумуляторів та генераторів. Акумулятори, як правило, живлять електричну мережу машин до початку запуску двигуна та безпосередньо для його запуску. За умови працюючих енергетичних машин, а саме двигунів внутрішнього згорання, живлення всіх електричних споживачів здійснюється від генераторів. Генератори працюють в комплексі з випрямними блоками різної конструкції та регуляторами величини напруги та сили струму. Однією з основних функцій генераторів є підтримання в зарядженому стані акумуляторів. Робота самохідної техніки агропромислового виробництва у польових умовах часто приводить до забруднення генераторів, їх перегріву та виходу з ладу. Можливою причиною виходу з ладу генераторів є встановлення споживачів сумарна потужність яких є більшою за потужність генератора, а також неналежний стан акумуляторів. Крім того кожна деталь генератора має певний визначений ресурс. Генератори, які використовуються на аналогічних машинах різних виробників в основну мають дуже подібну будову, а саме аналогічні елементи конструкції. Тому під час їх технічного обслуговування і заміні окремих складових елементів використовують подібні технології та інструменти. Для виконання значної кількості технологічних операцій під час ремонту генераторів використовується однаковий інструмент. Однією з незручностей під час ремонту генераторів є потреба постійно змінювати його положення в просторі і фіксувати в кожному положенні з метою виконання операцій демонтажу і монтажу окремих деталей.

Тому темою даної роботи обрано: «Вдосконалення операцій ремонту генераторів самохідної техніки».

## 1. ЗАГАЛЬНА ВІДОМОСТІ ПРО АВТОМОБІЛЬНІ ГЕНЕРАТОРИ

На всіх двигунах, що приводять в дію автомобілі трактори та різну самохідну техніку обов'язковим елементом є генератор електричного струму. Основними їх характеристиками є величина напруги та сила струму, яку вони можуть передавати в мережу споживачів електрики, встановлених на даній машині.

Джерелами струму на автотракторних двигунах є генератори змінного струму. Найбільш поширеними конструкціями генераторів є такі, що мають три фазові обмотки і відносяться до синхронних електричних пристроїв. Як правило конструкція генераторів включає в себе блоки випрямлячів, так як вони генерують змінний струм. На рисунку 1.1 показана принципова схема електричних елементів генератора.

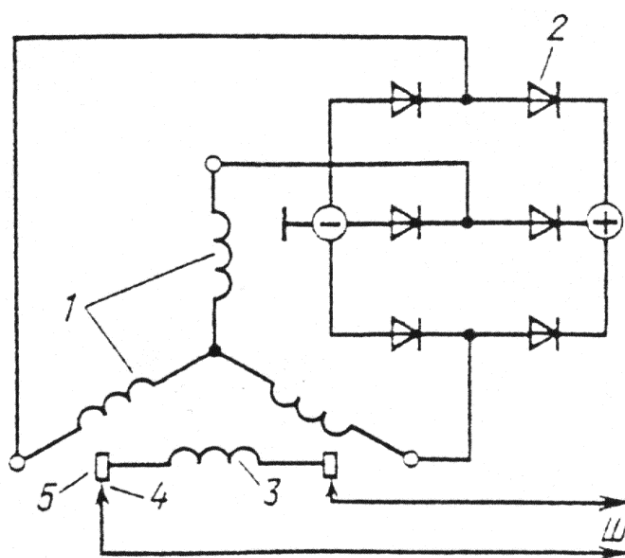


Рисунок.1.1 – Принципова схема електричних елементів генератора:

1 – фазова обмотка статора; 2 – діод блоку випрямляча; 3 – обмотка збудження ротора; 4 – контактна щітка; 5 – кільце контакту з щіткою .

Переважно основною складовою генераторів є трифазна обмотка статора. Провід кожної фази намотаний на певну кількість сердечників. Діаметр дроту, кількість сердечників та кількість витків на кожному сердечнику може бути різною для різних марок і моделей генераторів. Усі три фази генераторів можуть бути з'єднані між собою «зірочкою» або «трикутником». Виводи фазових обмоток статора, як правило, з'єднані з блоком випрямлячів змінного струму.

На рисунках 1.2 – 1.7 показано фотографії найбільш поширених марок генераторів, що використовуються на автомобілях, тракторах та різних самохідних машинах і енергетичних установках.



Рисунок 1.2 – Генератор 55004-44 для комплектування з технікою марок John Deere, Deutz (Cametet)



Рисунок 1.3 – Генератор 55007-77 (Kr) зі шківом приводу для комплектування з технікою марок CASE, JOHN DEERE, Fendt (Cametet), CLAAS





Рисунок 1.4 – Генератор 28V 100A SCANIA 4-SERIE P/G/R/T: 2004 2398366  
1774595, 1777299, 1777464, 570884

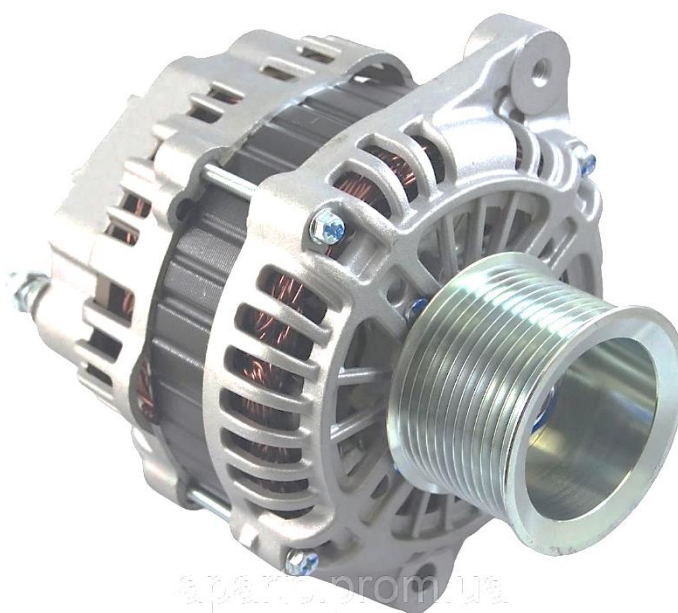


Рисунок 1.5 – Генератор Івеко Євростар 28V/90A IVECO EuroStar LD, Eurotech  
MP, EuroTrakker MP, Cursor

Основними відмінностями генераторів, які мають обмотку збудження на роторі є конфігурація передньої та задньої кришок, що пояснюється різними точками їх кріплення на двигунах. Також генератори можуть іти в комплекті з

шківками або без них так як в різних двигунах можуть бути різні типи та різна кількість пасів приводу.



Рисунок 1.6 – Генератор AS аналог Bosch 12V 70A для MERCEDES OE 0120489325, CA345 As (A0031)

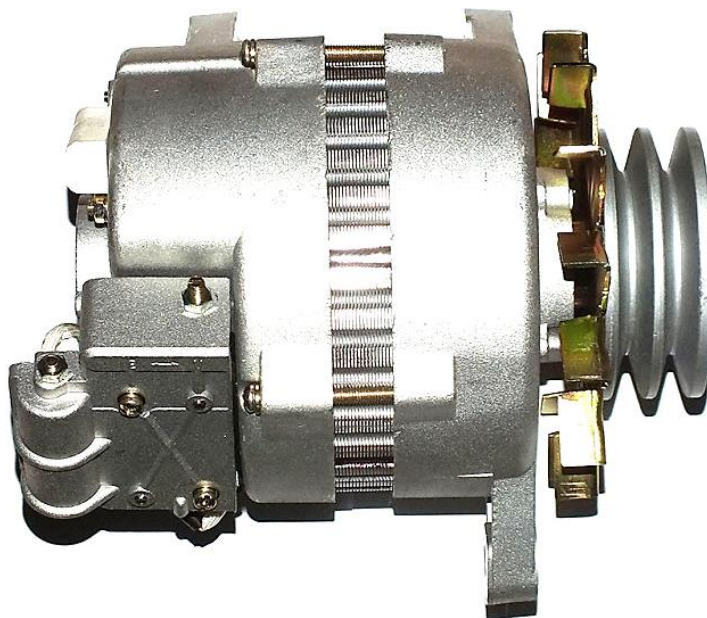
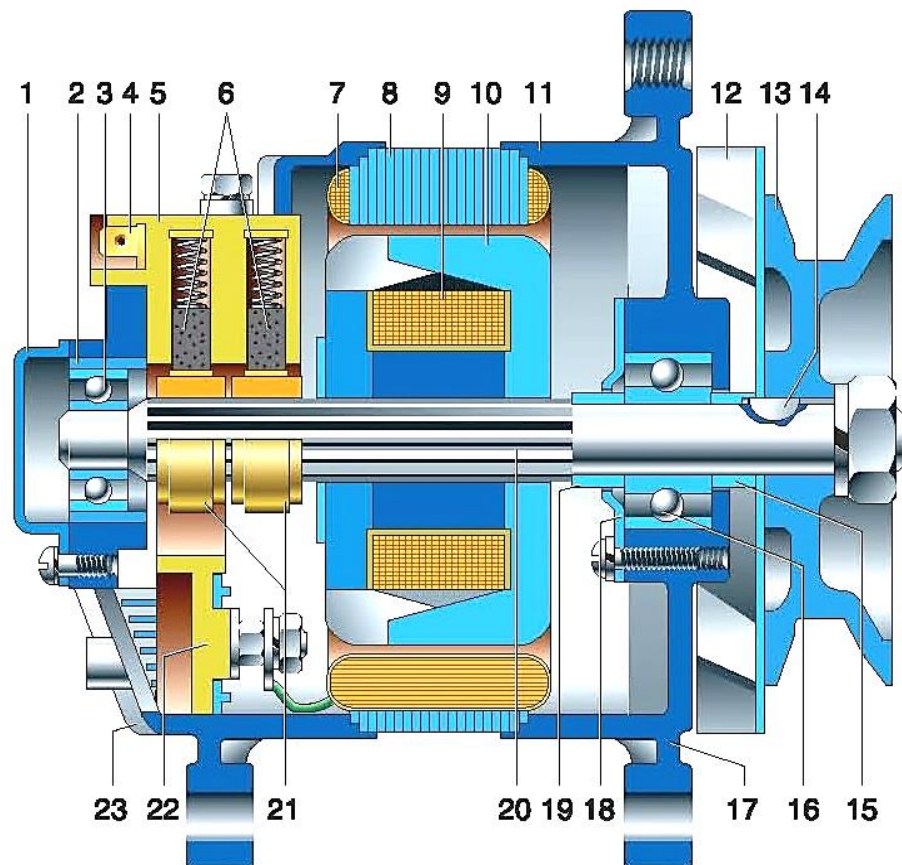


Рисунок 1.7 – Генератор 28V 45A для двигунів ЯМЗ-236 та 238

Аналізуючи рисунки 1.2 – 1.7 бачимо, що показані на них генератори мають подібний зовнішній вигляд і явно виражену подібну конструкцію, а

саме: до корпусу статора за допомогою болтів, гвинтів або шпильок прикріплені передня та задня кришки. На підставі цього можна зробити висновок, що для операцій розбирання і складання генераторів під час їх ремонту можна буде використовувати певне універсальне оснащення.

На рисунку 1.8 Показано принципову схему генератора з обмоткою збудження на роторі яка є характерною для більшості моделей показаних на попередніх рисунках та які найбільш масово використовуються на самохідних машинах, зокрема в аграрному виробництві.



На рисунку 1.8 пронумеровані наступні елементи генератора: 1 – кришка заднього підшипника; 2 – втулка задньої кришки під зовнішнє кільце підшипника; 3 – кульковий підшипник задньої шийки ротора; 4 – клема для живлення обмотки збудження ротора; 5 – корпус тримача щіток; 6 – контактні щітки; 7 – котушка обмотки сердечника статора; 8 – основа статора; 9 –

обмотка ротора; 10 – ротор; 11 – передня криша (зі сторони шківів); 12 – крильчатка охолодження; 13 – шків приводу; 14 – шпонка фіксації шківів, крильчатки і передньої розпірної втулки; 15 – передня розпірна втулка; 16 – кульковий підшипник передньої шийки валу ротора; 17 – передня кришка генератора; 18 – кришка переднього підшипника з внутрішньої сторони; 19 – розпірна втулка переднього підшипника; 20 – вал ротора; 21 – кільця контакту з щітками; 22 – блок випрямлячів; 23 – задня кришка з ізолюваною клемою «ПЛЮС»

Електричні генератори самохідних машин, як і будь які інші агрегати, вузли, механізми та складові частини, мають певний ресурс. Однак ресурс генераторів в значній мірі залежить від умов їх використання.

Основними причинами порушення справного технічного стану генератора можуть бути наступні:

- замикання пластин акумулятора;
- зовнішнє забруднення генератора і його перегрів внаслідок цього;
- невідповідність потужності запобіжників в мережах споживачів та коротке замикання в мережі;
- ввімкнення в мережі машини додаткових споживачів, сумарна потужність яких більша за номінальну потужність генератора;
- несправний стан стартера, що постійно споживає значно більшу силу струму і приводить до значного зниження напруги акумулятора.

Внаслідок перелічених причин може відбутися перегрів елементів генератора. Зокрема перегрів фазових обмоток статора може супроводжуватись пошкодженням їх ізоляції і привести до замикання між обмотками котушок та контакту на масу. Перегрів випрямного блоку спричинить вихід з ладу діодів. Перегрів підшипників може супроводжуватись розрідженням та витіканням з них мастила, що прискорить інтенсивність їх зношування, збільшення осьового та радіального зазорів, заклинювання підшипників або і їх руйнування.

В значній мірі на ресурс генератора впливає контроль за його пасовим приводом. Так недостатній натяг паса спричиняє інтенсивне спрацювання канавки шківів, а надмірний натяг значно збільшує інтенсивність зношування підшипників. Важливим є стан кріплення гайки шківів. У випадку часткового її відкручування, внаслідок надмірної вібрації генератора і паса приводу, пошкоджуються певні деталі. Зокрема деформується сегментна шпонка, канавки під шпонку в шківу, на валу та в розпірній втулці і в маточині вентилятора. В кінцевому результаті це може призвести до контакту вентилятора з передньою кришкою і виходу генератора з ладу. Тому потрібно періодично контролювати стан даного з'єднання.

Якщо дотримуватися правил технічної експлуатації, то основними елементами, що зношуються будуть: контактні щітки, колекторні кільця, підшипники та канавка шківів. Ці деталі зношуються внаслідок дії сил тертя. Крім того щітки і контактні кільця піддаються електричній ерозії внаслідок іскріння, вплив якої залежить від зусилля пружин, що притискають щітки та від взаємодії щіток з напрямними (гальмуюче переміщення щіток в напрямних або навіть їх заклинювання).

У випадку прояву несправності генератора його потрібно зняти з машини і перевірити на стенді. Найбільш поширеними і доступними в даний час залишаються універсальні стенди на яких можна перевіряти і випробовувати більшість елементів електричних систем тракторів, автомобілів, самохідних комбайнів та енергетичних установок. У випадку невідповідності контрольованих параметрів генератор потрібно розбирати для усунення дефектів.

Ступінь розбирання генератора залежить від його технічного стану, а саме які його елементи втратили працездатний стан. Однак важливим є обґрунтування раціональної технології ремонту, а саме здійснення послідовності і змісту операцій розбирання і складання генератора.

## 2. ВДОСКОНАЛЕННЯ ОПЕРАЦІЙ РЕМОНТУ ГЕНЕРАТОРА

2.1 Розгляд основних причин порушення справного технічного стану генератора

Основними причинами порушення справного технічного стану генератора можуть бути наступні:

- замикання пластин акумулятора;
- зовнішнє забруднення генератора і його перегрів внаслідок цього;
- невідповідність потужності запобіжників в мережах споживачів та коротке замикання в мережі;
- ввімкнення в мережі машини додаткових споживачів, сумарна потужність яких більша за номінальну потужність генератора;
- несправний стан стартера

Внаслідок перелічених причин може відбутися перегрів елементів генератора. Зокрема перегрів фазових обмоток статора може супроводжуватись пошкодженням їх ізоляції і привести до замикання між обмотками котушок та контакту на масу. Перегрів випрямного блоку спричинить вихід з ладу діодів. Перегрів підшипників може супроводжуватись розрідженням та витіканням з них мастила, що прискорить інтенсивність їх зношування, збільшення осьового та радіального зазорів, заклинювання підшипників або і їх руйнування.

В значній мірі на ресурс генератора впливає контроль за його пасовим приводом. Так недостатній натяг паса спричиняє інтенсивне спрацювання канавки шківа, а надмірний натяг значно збільшує інтенсивність зношування підшипників. Важливим є стан кріплення гайки шківа. У випадку часткового її відкручування, внаслідок надмірної вібрації генератора і паса приводу, пошкоджуються певні деталі. Зокрема деформується сегментна шпонка, канавки під шпонку в шківу, на валу та в розпірній втулці і в маточині

вентилятора. В кінцевому результаті це може призвести до контакту вентилятора з передньою кришкою і виходу генератора з ладу. Тому потрібно періодично контролювати стан даного з'єднання.

Якщо дотримуватися правил технічної експлуатації, то основними елементами, що зношуються будуть: контактні щітки, колекторні кільця, підшипники та канавка шківів. Ці деталі зношуються внаслідок дії сил тертя. Крім того щітки і контактні кільця піддаються електричній ерозії внаслідок іскріння, вплив якої залежить від зусилля пружин, що притискають щітки та від взаємодії щіток з напрямними (гальмуюче переміщення щіток в напрямних або навіть їх заклинювання).

У випадку прояву несправності генератора його потрібно зняти з машини і перевірити на стенді. Найбільш поширеними і доступними в даний час залишаються універсальні стенди на яких можна перевіряти і випробовувати більшість елементів електричних систем тракторів, автомобілів, самохідних комбайнів та енергетичних установок.

Ступінь розбирання генератора залежить від його технічного стану, а саме які його елементи втратили працездатний стан. Тому за умови виявлення будь яких проявів несправності генератор потрібно перевірити на стенді на відповідність його показників нормативній документації.

## 2.2 Основні операції процесу перевірки технічного стану генератора

Технологічний процес ремонту генератора, як і будь якого іншого об'єкту техніки, залежить від його технічного стану. Тому в першу чергу потрібно провести перевірку генератора на відповідність його параметрів технічним характеристикам і вимогам.

На даний час промислово освоєна і випускається велика номенклатура стендів різної конструкції і різного призначення для контролю і



випробування різних елементів електричної системи самохідно техніки. На рисунку 2.1 показано випробувальний стенд призначений для перевірки генераторів і стартерів сільськогосподарської техніки, вантажних і легкових автомобілів DIGIBENCH BASIC виробництва Італії. Його особливістю є те, що його можна застосовувати для випробувань як звичайних генераторів так і генераторів керованих блоком управління.



Рисунок 2.1 - Випробувальний стенд призначений для перевірки генераторів і стартерів сільськогосподарської техніки, вантажних і легкових автомобілів DIGIBENCH BASIC виробництва Італії.

Основними елементами стенда є: основа з стільницею, яка освітлюється; опора з стрічкою для кріплення генераторів; спеціальний кронштейн для генераторів техніки фірми Mercedes; змонтовані на передній панелі верхньої



шафи багатофункціональні цифрові контрольно-вимірювальні прилади, перемикачі та гнізда для під'єднання провідників. Однак для використання в наших умовах даний стенд має певні обмеження так як ньому передбачає використання багато-клинових пасових передач. В техніці яка використовується в аграрному виробництві для приводу генераторів використовуються одно-клинові пасові передачі.

На рисунку 2.2 показано загальний вигляд контрольно-випробувального стенда КВ-968 У4. Такі стенди були і залишаються найбільш поширеними в ремонтних підрозділах підприємств агропромислового комплексу України. В порівнянні з попереднім стендом їх перевагою є те, що на даному стенді привод генератора здійснюється через гайку кріплення шківів і немає значення яка конструкція самого шківів.

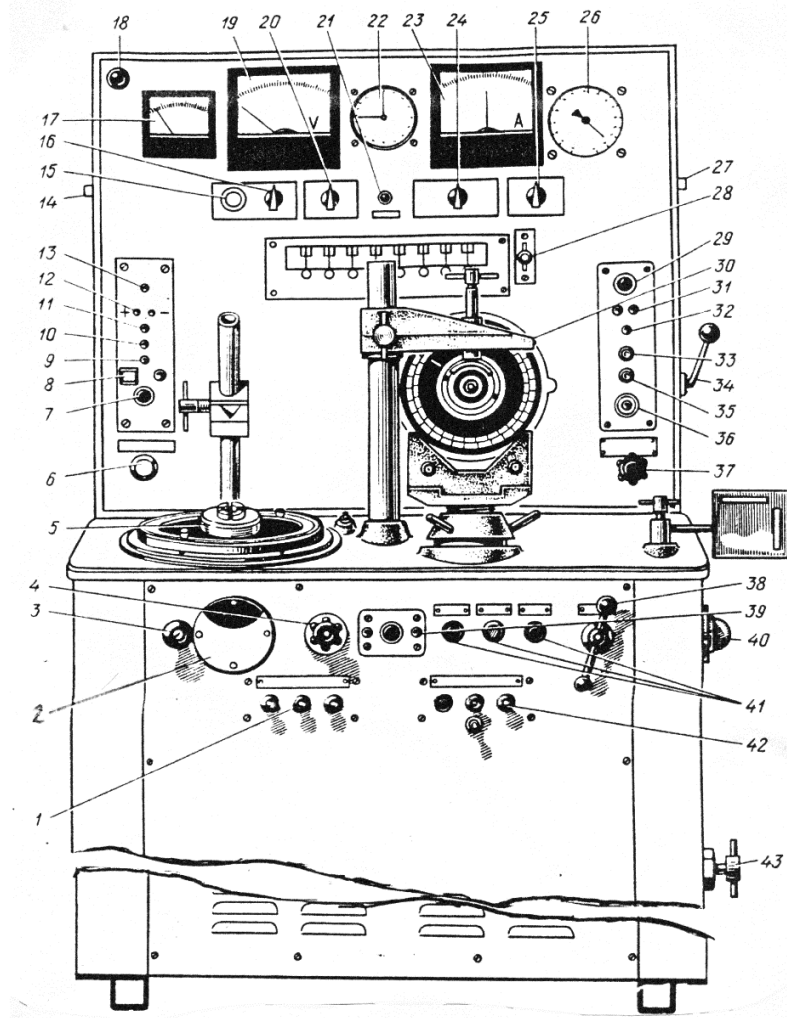


Рисунок 2.2 – Загальний вигляд контрольно-випробувального стенда КВ-968 У4

Стенд показаний на рисунку 2.2 складається з нижньої тумби в якій змонтований електродвигун, клинопасовий варіатор, акумулятори, зарядний пристрій, шухляди з комплектуючими. На фронтальній поверхні стенда розміщені органи керування, а на верхній частині змонтовані пристрої для закріплення випробовуваних елементів та вал приводу переривників-розподільників запалення. У верхньому корпусі стенда, на його фронтальній панелі розміщені контрольно-вимірювальні прилади, шпindel при воду генераторів та перемикачі видів і режимів випробувань.

Подані на рисунку 2.2 цифри позицій відповідають наступним елементам стенда: 1 – затискачі з перекидною планкою перемикачів акумуляторної батареї; 3 – ручка ввімкнення синхронографа; 2 – еталонний переривник стенда; 4 – вакуумний насос; 5 – синхронограф; 6 – гніздо еталонної котушки запалювання; 7 – кнопка ввімкнення кола контролю технічного стану конденсаторів; 8 – затискач для під'єднання конденсаторів; 9 – гніздо "переривник-розподільник"; 10 – гніздо "батарея"; 11 – гніздо "переривник стенда"; 12 – вихідні гнізда вольтметра; 13 – гніздо "синхронограф"; 14 – ручка повзуна регулювального реостата "максимум – мінімум"; 15 – кнопка вмикання вимірювача кута замкнутого стану контактів переривника-розподільника; 16 – ручка встановлення на "0" мікро-амперметра; 17 – мікро-амперметр вимірювача кута замкнутого стану контактів; 18 – лінза сигнальної лампи ввімкнення стенда в електричну мережу; 19 – вольтметр; 20 – перемикач діапазонів вимірювань вольтметра; 21 – лінза сигнальної лампи ввімкнення акумуляторної батареї; 22 – показчик частоти обертання шпинделя стенда тахометр; 23 – амперметр; 24 – перемикач випробування приладів запалювання; 25 – перемикач шунтів амперметра (30А, 300А та 1500А); 26 – вакуумметр; 27 – ручка повзуна навантажувального реостата; 28 – важіль регулювання зазору іскрового розрядника; 29 – лінза контрольної лампи 220В мережі перевірки стану ізоляції провідників; 30 – кронштейн затискання випробовуваних елементів на призмах; 31 – гнізда 220В для під'єднання телескопічних щупів;

32 – гніздо шунт "Ш"; 33 – затискач "+" під'єднання фазової обмотки генератора; 34 – ручка вмикання планетарного редуктора; 35 – затискач "-" маси стенда; 36 – затискач під'єднання силового проводу стартера; 37 – перемикач виду випробувань генератора; 38 – маховик варіатора приводу шпинделя стенда; 39 – кнопка ввімкнення мережі живлення стартера; 40 – перемикач швидкісного режиму електродвигуна стенда; 41 – кнопки керування електродвигуном стенда "ліве обертання шпинделя", "стоп", "праве обертання шпинделя"; 42 – перекидна планка ввімкнення маси "-" з гвинтом затискання кнопки ввімкнення зарядного пристрою акумулятора стенда; 43 – Гвинт механізму натягу пасів варіатора приводу шпинделя стенда;.

### 2.3 Послідовність виконання операцій перевірки генератора з використанням стенда КВ-968 У4

Якщо на робоче місце оператора стенда надходить генератор для випробування то він повинен виконати наступні операції в такій послідовності:

1 Визначити марку генератора, переконатися, що він комплектний, і всі його конструкційні елементи належно закріплені.

2. Провернути рукою шків генератора. Він повинен обертатися плавно, без “заїдань”, і здійснити за інерцією ще 1 – 2 оберти.

3. Залежно від розміру гайки кріплення шківів, обрати перехідну муфту, з'єднати її з пів-муфтою від привідного валу стенда і встановити її на цю гайку.

4. Встановити генератор на призми рухомої платформи стенда.

5. За допомогою гвинтового механізму платформи стенда забезпечити співвісність валу ротора і привідного валу стенда.

6. Пересуваючи генератор в осьовому напрямку, з'єднати пів-муфти.

7. Зафіксувати генератор гвинтовим затискача і переконатися у його належному кріпленні.

8. Повзун реостата кола шунтової обмотки встановити в положення "максимум".

9. Перемикач вольтметра – в положення "генератор".

10. Перемикач амперметра – в положення "30 А".

11. Повзун навантажувального реостата – в положення "мінімум".

12. Важіль планетарного редуктора – в положення "1:1".

13. Перемикач виду навантажень – в положення "0".

14. Під'єднати перекидною пластиною "масу" стенда.

15. Ввімкнути вилку стенда в розетку електромережі – засвітиться сигнальна лампа.

16. Перемикач швидкісного режиму двигуна стенда перемкнути в положення "1", якщо номінальна частота обертання валу генератора становить до  $3000 \text{ хв}^{-1}$ , і відповідно в положення "2" за  $6000 \text{ хв}^{-1}$ .

17. Перевірити генератор на шумність роботи, нагрів підшипникових вузлів та інші зовнішні прояви несправності. Залежно від потрібного напрямку обертання валу генератора, ввімкнути праву чи ліву кнопки пуску електродвигуна стенда.

18. Маховиком варіатора встановити номінальну для цього генератора частоту обертання (рисунок 2.3). Після трьох хвилин роботи генератора на цьому режимі не повинно бути диму, запаху горілого, підвищеного шуму.

19. Під'єднати провідниками клеми генератора з відповідними затискачами стенда: "шунт", "+", "-". Обрати для під'єднання клеми "+" провідник більшого перерізу. (рисунок 2.4).

20. Перевірити обмотку збудження.

20.1. Перекидну планку ввімкнення акумуляторної батареї встановити в положення "12 В". У результаті повинна засвітитися сигнальна лампа.

20.2. Перемикач виду випробувань встановити в положення "батарея", вольтметр стенда повинен показати напругу 12 В, амперметр – силу струму, яка протікає в обмотці збудження ( $3 \pm 0,25$  А, якщо акумуляторна батарея є справною).



Рисунок 2.3 – Перевірка генератора на холостому ході (встановлення номінальної частоти обертання)



Рисунок 2.4 - Під'єднаний провідниками генератор з відповідними затискачами  
стенда: "шунт", "+", "-" для його випробувань

Під час перевірки генератора можливі наступні варіанти результатів випробувань, що свідчать про певні несправності:

а) сила струму більша від номінального значення – негайно від'єднати акумуляторну батарею;

б) сила струму дорівнює нулю – можливий обрив в обмотці збудження або в її колі (немає контакту між щітками та колекторними кільцями).

21. Перевірити генератор на холостому ході. Під час випробування на холостому ході контрольованим параметром є частота обертання, за якої генератор забезпечує номінальну напругу.

21.1. Ввімкнути електродвигун стенда, вибравши необхідний напрям обертання валу.

21.2. Маховиком варіатора збільшувати частоту обертання валу генератора, поки вольтметр стенда не покаже номінальної напруги. Зафіксувати показники тахометра і порівняти їх з технічними даними генератора.

21.3. Перемикачем виду випробувань ввімкнути акумуляторну батарею, змінювати частоту обертання, доки показники амперметра становитимуть "0" – генератор виробляє струм, достатній для живлення обмотки збудження.

22. Випробувати генератор під навантаженням. Під час випробування генератора під навантаженням контрольованими параметрами є частота обертання валу ротора та сила струму в колі статора.

22.1. Збільшити частоту обертання валу стенда на  $100 - 200 \text{ хв}^{-1}$ .

22.2. Відтягнувши на себе перемикач виду випробувань, встановити його в положення "реостат".

22.3. Плавна збільшувати частоту обертання валу стенда – напруга при цьому зростає. За допомогою повзуна навантажувального реостата збільшувати опір у колі обмоток статора. Напруга при цьому зменшиться. Балансуючи

напругою в межах  $12 \pm 2$  В, досягнути номінального значення одного з контрольованих параметрів (частоти обертання або сили струму).

22.4. Балансуючи напругою в тих самих межах, зменшити навантаження в колі обмоток статора до мінімального значення, а частоту обертання – до 600 – 700  $\text{хв}^{-1}$ . Вимкнути двигун стенда, від'єднати провідники від генератора і зняти його зі стенда.

Порівняти виміряні значення контрольованих параметрів генератора з технічними умовами і у випадку їх невідповідності виконати потрібні ремонтні операції.

2.4 Основні операції процесу розбирання генератора для заміни його окремих елементів

Під час ремонту генераторів, як будь яких інших елементів машин потрібно ретельно вивчити їх будову.

На рисунку 2.5 подано схему номенклатури складових елементів генератора за допомогою якої легко уявити і зрозуміти взаємний зв'язок і взаємні контакти його деталей між собою.

Найменування деталей генератора згідно їх номерів відображених на рисунку 2.5 подано в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1. – Найменування деталей генератора згідно їх номерів відображених на рисунку 2.5

Назва деталі	№ деталі	Кількість
1	2	3
Шайба пружинна гвинта стяжного	1	3
Гайка	2	3
Кільце кришки задньої	3	1
Клема під'єднання обмотки котушок статора	4	3

Статор з котушками обмоток в зборі	5	1
Болт контактний фазової обмотки	6	1
Блок випрямний	7	1
Продовження таблиці 2.1		
1	2	3
Прокладка ущільнююча	8	1
Тримач щіток контактних	9	1
Щітка контактна	10	2
Клема щітки «плюс»	11	1
Шайба	12	2
Шайба пружинна	13	2
Болт кріплення кришки тримача щіток спеціальний	14	2
Кришка передня з втулками в зборі	15	1
Вентилятор	16	1
Гайка кріплення шківів	17	1
Шайба пружинна	18	1
Шків приводу генератора	19	1
Втулка розпірна підшипника передньої кришки	20	1
Шпонка сегментна	21	1
Ротор (задня полюсна частина)	22	1
Кільце контактне в зборі	23	2
Кільце розрізне	24	1
Кільце затискне	25	1
Котушка збудження в зборі	26	1
Ротор (передня полюсна частина)	27	1
Вал ротора	28	1
Гвинт кріплення пластини підшипника	29	4
Шайба пружинна	30	4
Пластина підшипника	31	1
Підшипник кришки передньої	32	1
Втулка	33	1
Кришка тримача щіток	34	1
Клема щітки «маса»	35	1
Гвинт стяжний кришки	36	3
Шайба упорна	37	1
Гайка	38	1
Шайба пружинна	39	1
Шайба	40	1



Втулка ізолююча	41	1
Кришка підшипника	42	1
Гвинт	43	3
Шайба пружинна	44	3

Продовження таблиці 2.1

1	2	3
Підшипник задньої кришки	45	1
Скоба з'єднувальна	46	1
Задня кришка в зборі блоком випрямним	47	1

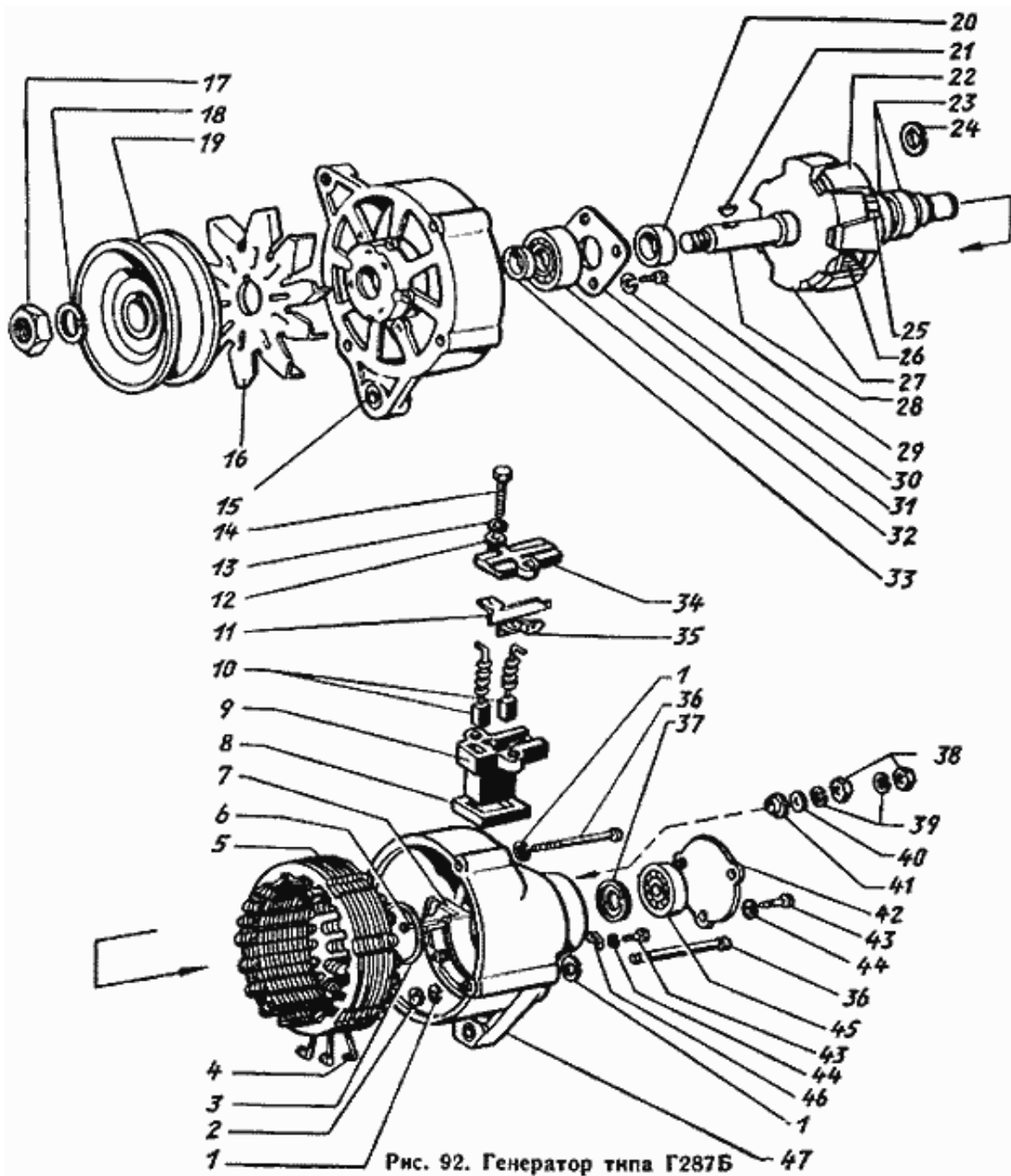


Рисунок 2.5 - Відображення взаємного розміщення деталей генератора з обмоткою збудження на роторі.

Для виконання значної кількості технологічних операцій під час ремонту генераторів використовується однаковий інструмент. Однією з незручностей під час ремонту генераторів є потреба постійно змінювати його положення в просторі і фіксувати в кожному положенні з метою виконання операцій демонтажу і монтажу окремих деталей.

Тому нами запропоновано конструкції пристрою для операцій розбирання-складання генераторів і знімача підшипника з валу ротора, які описані в наступному розділі даного дипломного проекту.

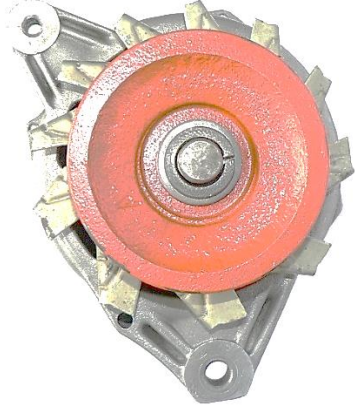


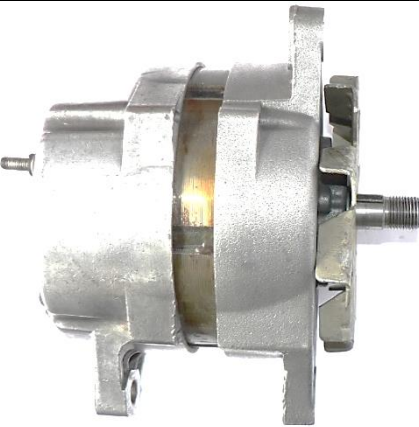
Перед розбиранням генератор за зовнішню поверхню статора в пристрої для фіксування і орієнтування генератора. Залежно від обраної послідовності виконання операцій, виконавець роботи орієнтує генератор в зручне положення і при потребі змінює його для виконання наступних операцій. В таблиці 2.1 показано зміну технічного стану генератора в процесі одного з варіантів обраної послідовності виконання операцій розбирання. Відповідно до конфігурації і геометричних параметрів кріпильних деталей здійснюють підбір гайкових ключів, викруток та знімачів підшипників або їх окремих елементів. Запропонована нами конструкція знімача передбачає параметричний ряд змінних елементів залежно від характеристики підшипників, що мають зніматися.

Таблиця 2.1 – Зміна технічного стану генератора в процесі одного з варіантів обраної послідовності виконання операцій розбирання

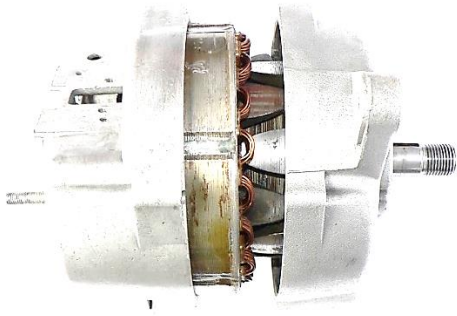
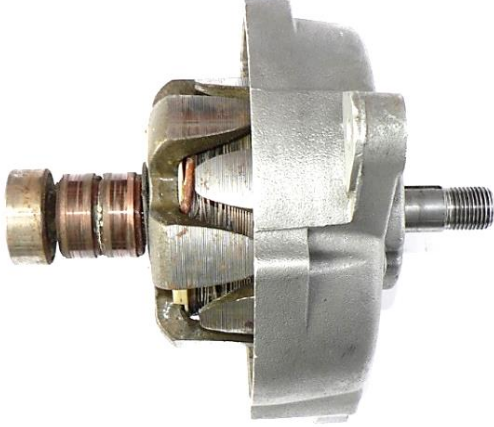
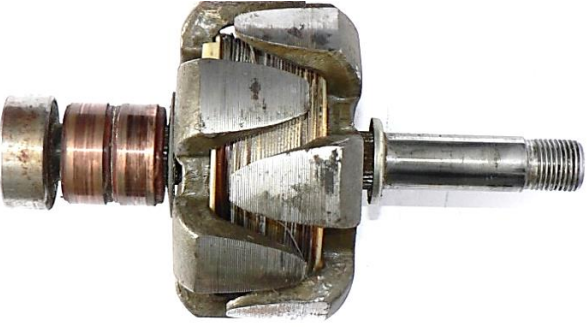

№ за/п	Вигляд елементів генератора при зміні технічного стану	Зміст операції
1	2	3
1		Відкрутити гайку кріплення шківів

Продовження таблиці 2.1

1	2	3
---	---	---

2		Зняти шайбу пружинну
3		Зняти шайбу плоску
4		Зняти шків
5		Зняти шків
Продовження таблиці 2.1		
1	2	3


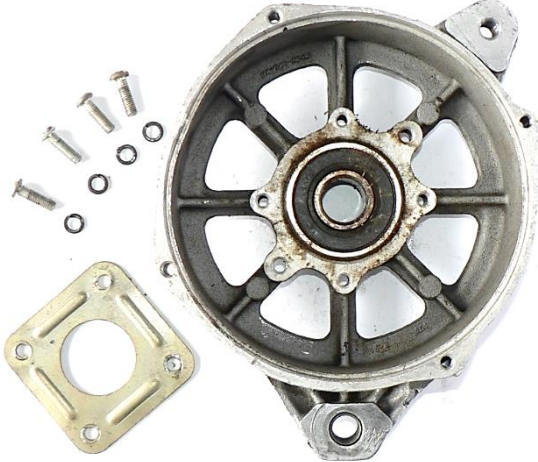

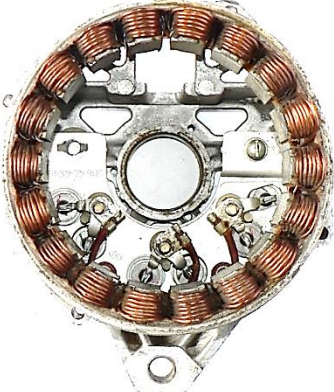
6		Зняти вентилятор, розпірну втулку та шпонку
7		<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Відкрутити болти кріплення тримача щіток</li> <li>2. Викрутити гвинти кріплення кришки</li> <li>3. Викрутити стяжні гвинти</li> <li>4. Викрутити гвинт "маси"</li> </ol>
8		<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Зняти шайбу</li> <li>2. Зняти шайби пружинні</li> <li>3. Зняти щіткотримач</li> <li>4. Відкрутити гайку "+"</li> </ol>
9		Зняти кришку підшипника
Продовження таблиці 2.1		
1	2	3

10		Роз'єднати генератор,
11		вийняти передню кришку разом з ротором
12		Зняти передню кришку разом з підшипником з валу ротора
13		Викрутити гвинти кріплення пластини фіксації підшипника

Продовження таблиці 2.1

1	2	3
---	---	---



14		Зняти шайби пружинні
15		Зняти пластину
16		Вийняти підшипник з передньої кришки
17		Зняти гвинт кріплення клеми «+»

Продовження таблиці 2.1

1	2	3
---	---	---

18		Зняти гайки кріплення фазових обмоток і гвинт кріплення шини блока випрямлячів
19		Від'єднати статор від задньої кришки

В даній таблиці наведено один з варіантів розбирання генератора на його складові частини. Далі можуть бути виконані операції розбирання статора ротора та блоку випрямлячів. Це залежить від технологічного оснащення ремонтного підрозділу, а саме можливості перемотування котушок статора, ротора та заміни діодів.

Роботи з заміни котушок ротора та статора, як правило, виконуються на спеціалізованих ремонтних підприємствах. В умовах ремонтних підрозділів аграрного виробництва в основному здійснюють лише заміну окремих складових частин генераторів. У будь якому випадку ремонт генераторів в умовах підприємств аграрного виробництва дає змогу мінімізувати тривалість вилучення техніки з виробничої сфери і зменшити можливі втрати коштів.



### 3. РОЗРОБКА ПРИСТРОЇВ ДЛЯ РОЗБИРАННЯ-СКЛАДАННЯ ГЕНЕРАТОРІВ

Під час ремонту генераторів виникають певні незручності пов'язані з тим, що генератор важко зафіксувати в потрібному положення для виконання операцій розбирання та складання. Такі труднощі викликані специфікою будови генератора і геометричними параметрами. Спроби закріпити генератор під час розбирання в лещатах слюсарного верстака можуть привести до руйнування його деталей, падіння генератора на підлогу, травмування робітника. Крім того генератор потрібно декілька раз перевстановлювати, так як потрібно виконувати операції зі сторони передньої та задньої кришок, а отже базою для його фіксування повинен бути статор за який без спеціальних пристроїв генератор в лещатах не закріпиться. Тому нами пропонується розробити пристрій для фіксування і орієнтування генератора.

Крім того важливою проблемою є знімання з валу генератора підшипника передньої кришки, так як між його заднім торцем і ротором є проміжок лише у 4,6 мм, що не дає змоги захопити його універсальними знімачами, крім того за внутрішнє кільце, щоб не пошкодити підшипника. Для здійснення операції знімання підшипника на практиці застосовують спеціальні платини виготовлені з високо вуглецевих сталей та загартовані і спеціальні пристрої для встановлення генератора з пластинами на гідравлічний або гвинтовий прес. Застосування такої технології у дрібносерійному ремонтному виробництві, яке має місце сьогодні в умовах господарств агропромислового комплексу, не є ефективним. Для вирішення даного завдання нами пропонується конструкція гвинтового знімача, який забезпечує захоплення підшипника передньої кришки з максимальною площею контакту з його внутрішнім кільцем

### 3.1. Будова і принцип дії пристрою для фіксування і орієнтування генератора

Пристрій (рисунок 3.1) складається з основи 1 на якій за допомогою чотирьох болтів 7 з пружними шайбами 10 закріпленій стояк 2. У клемовому роз'ємні стояка 2 розміщена цапфа затискної рамки 3, зафіксована від осевого зміщення двома стопорними кільцями 9. У різьбовому осевому отворі цапфи затискної рамки 3 розміщений гвинт 4, один кінець якого з'єднаний з призмою 5, а інший має хвостовик з квадратом під важіль з муфтою вільного ходу. В отворах клемного роз'ємну стояка 2 розміщений болт 8 головка якого фіксується від обертання виступом на нижній частині нижньої щоби, а на різьбову частину болта 8 накручений затискач 6.

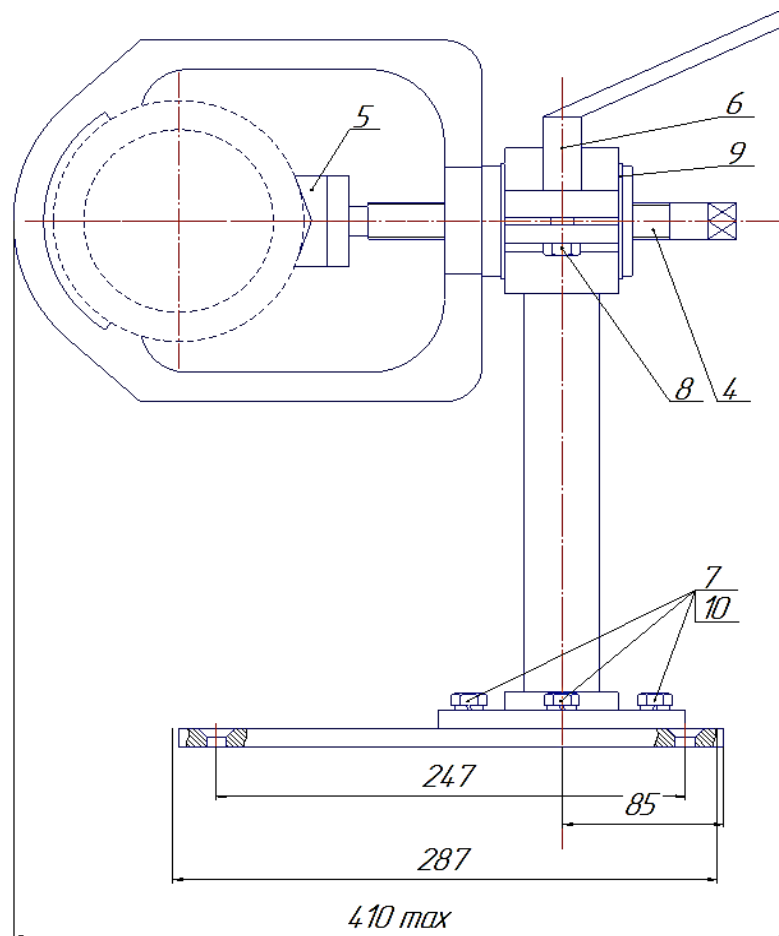


Рисунок 3.1 – Пристрій для фіксування і орієнтування генератора (вигляд збоку)

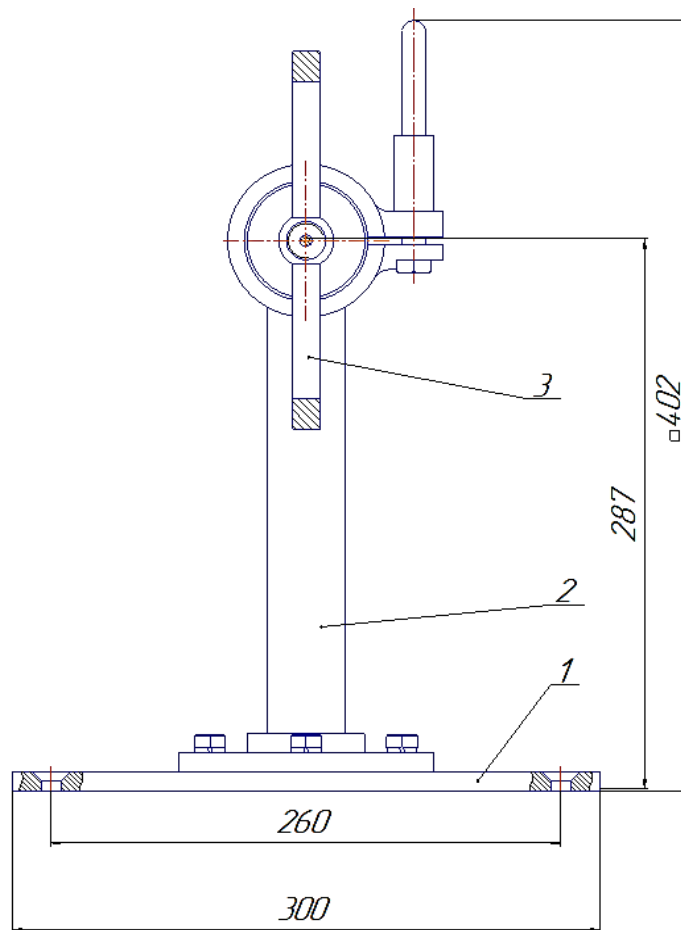


Рисунок 3.2 – Пристрій для фіксування і орієнтування генератора (вигляд спереду)

Пристрій працює наступним чином. Генератор вставляється в затискну рамку 3 так, щоб циліндрична поверхня статора лягла на два внутрішні виступи рамки. Притримуючи генератор в такому положенні обертають гвинт 4, який притискає до поверхні статора призму 5 і таким чином фіксує його нерухомо в рамці. Після цього обертають за важіль затискача 6 і послаблюють клемовий роз'єм стояка 2. Далі рамку затискача 3 разом з генератором обертають докола осі цапфи і встановивши генератор у зручному для виконання наступних операцій положенні, фіксують цапфу затискачем 6. Даний пристрій можна виготовити в умовах будь якої ремонтної майстерні господарств, що має механічне відділення з універсальними верстатами для механічної обробки.

### 3.2 Будова і принцип дії гвинтового знімача підшипника з валу ротора

Знімач підшипника з валу ротора (рисунок 3.3) складається з гайки 1 в якій розміщений гвинт 2. На зовнішній циліндричній поверхні гайки 2 встановлені два захоплювачі 3 на яких ззовні встановлена муфта 4, що фіксує їх від радіального переміщення.

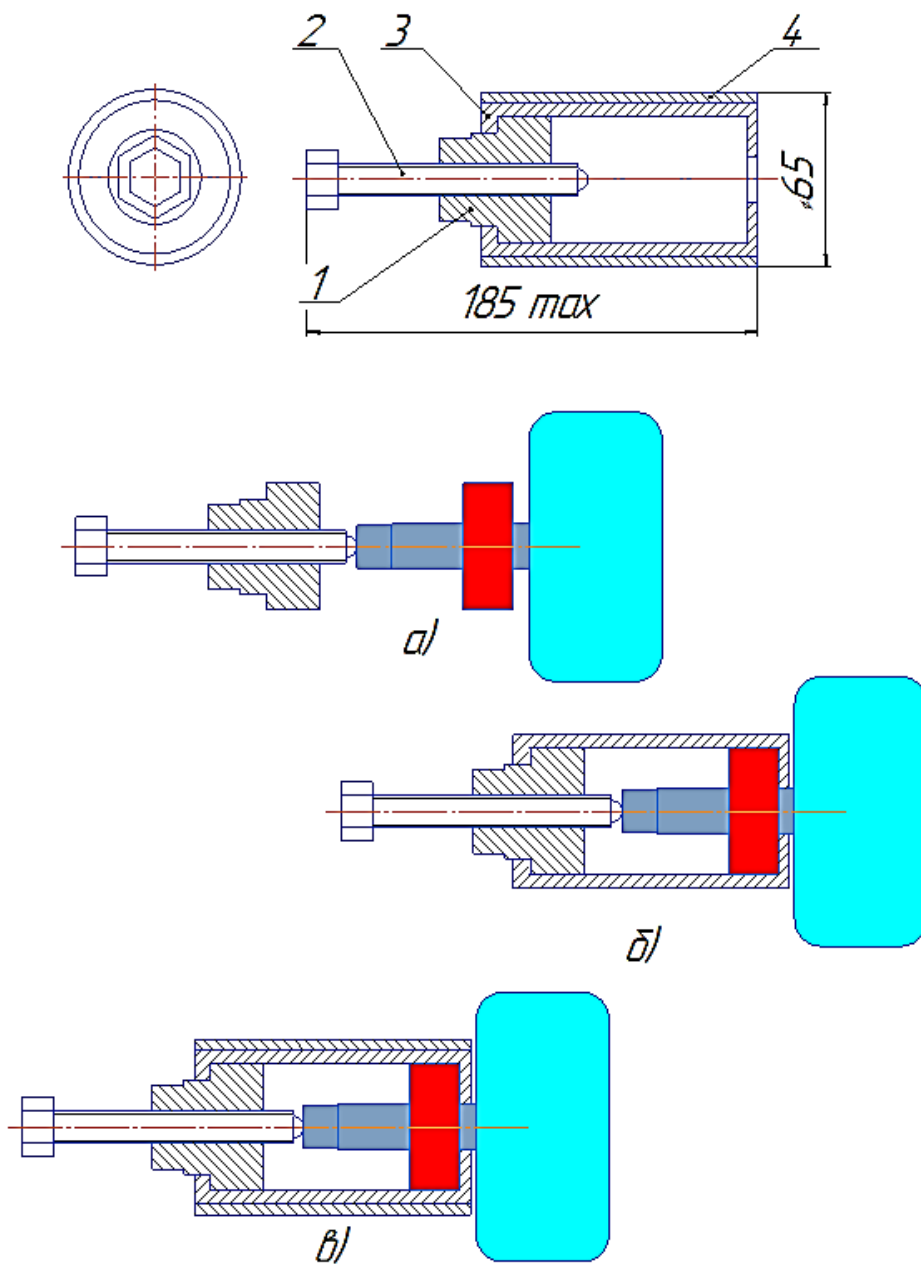


Рисунок 3.3 – Принципова схема використання знімача підшипника з валу ротора

Пристрій працює наступним чином. Гвинт 2 з гайкою 1 впирається сферичним кінцем в торець валу ротора. Після цього на зовнішню циліндричну поверхню гайки один і на зовнішню циліндричну поверхню підшипника передньої кришки генератора по чергово встановлюються два захоплювачі 3. Утримуючи захоплювачі у притисненому один до одного стані на них зверху встановлюється муфта 4. Далі на гайку 1 накладається один гайковий ключ ( $S = 27$ ), а на гвинт другий ( $S = 19$ ) і обертаючи ключі у потрібних напрямках проводиться знімання підшипника.

### 3.2.1. Розрахунок гвинтової пари знімача підшипника

Схема для розрахунку гвинтової пари знімача підшипника показана на рисунку 3.4.

Для визначення середнього діаметра різі гвинта  $d_2$  і гайки  $D_2$ , виходячи із розрахунку зносостійкості різі приймаємо відношення висоти гайки до середнього діаметра різі  $\Psi = H/d_2 = 3,5$ , а допустимий тиск для різі  $[\rho] = 80 \text{ кГс/см}^2 = 7,8 \times 10^6 \text{ Па}$

Середній діаметр різі визначаємо за формулою:

$$d_2 = D_2 = \sqrt{\frac{2P}{\pi\Psi[\rho]}}, \text{ мм} \quad (3.1)$$

де  $P$  – осьове навантаження на гайку, Н.

$$d_2 = D_2 = \sqrt{\frac{2 \times 5 \times 10^3}{3,14 \times 3,5 \times 7,8 \times 10^6}} = 0,0118 = 10,8 \text{ мм}$$

Висоту профілю різі визначаємо з виразу:

$$h = 0,11 \times d_2 \quad (3.2)$$

$$h = 0,11 \times 10,8 = 1,188 \text{ мм.}$$

Зовнішній діаметр різі визначаємо з наступного співвідношення

$$d = d_2 + h, \quad (3.3)$$

$$d = 10,8 + 1,188 = 11,988 \text{ мм.}$$

Приймаємо  $d = 12 \text{ мм}$

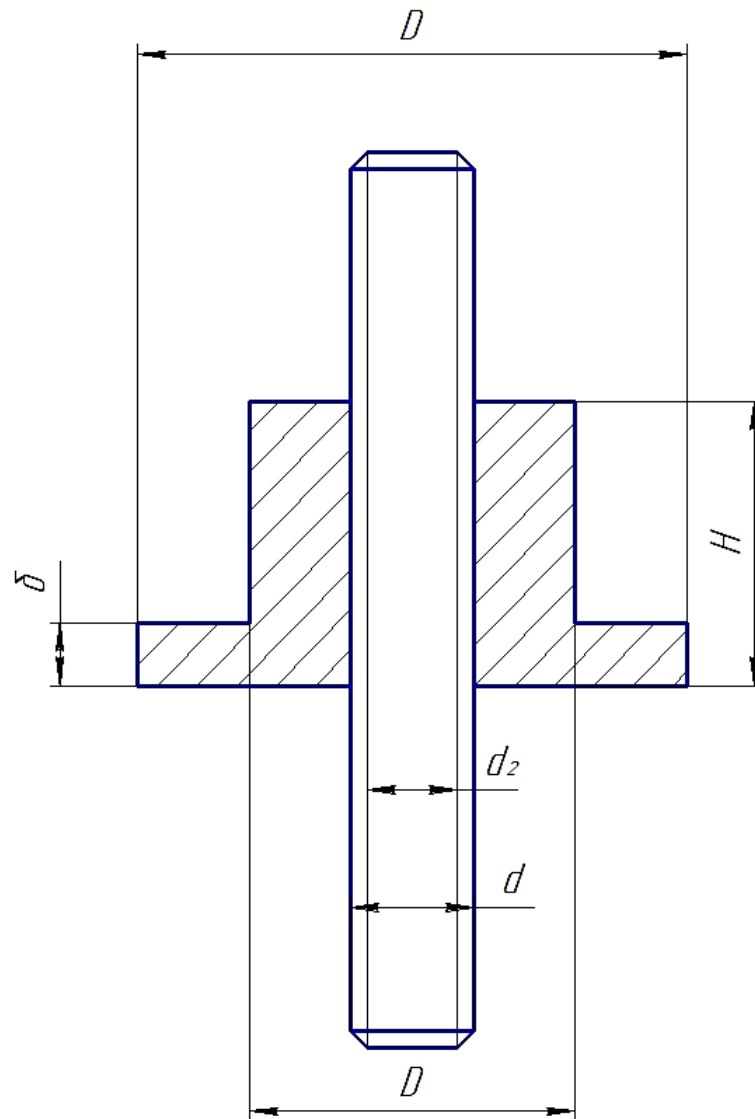


Рисунок 3.4 – Схема для розрахунку елементів гвинтової пари

Внутрішній діаметр різі буде визначено з виразу

$$d_1 = d_2 - h, \quad (3.4)$$

$$d_1 = 12 - 1,2 = 10,8 \text{ мм.}$$

Крок різі  $S$  визначаємо з виразу:

$$S = 2 \times h \quad (3.5)$$

$$S = 2 \times 1,2 = 2,4 \text{ мм}$$

Визначаємо крок різі з виразу

$$S_l = Z \times S \quad (3.6)$$

де  $Z$  – число заходів різі  $Z = 1$

$$S_l = 1 \times 2,4 = 2,4 \text{ мм.}$$

Визначаємо кут підйому різі з виразу [32, 35]:

$$t_g \beta = S_l \pi d_2, \quad (3.7)$$

$$t_g \beta = 2,4 / 3,14 \times 12 = 0,058$$

Отже кут підйому різі  $\beta = 3^\circ 40'$ .

Коефіцієнт тертя спряження за умови недостатнього мащення  $f = 0,1$

Тоді  $t_g \varphi - f = 0,1$  і відповідно кут тертя  $\varphi = 5^\circ 50'$ .

Таким чином, умова самогальмування гвинта забезпечена, так як  $\beta < \varphi$ .

Перевіряємо гвинт знімача на міцність. Крутний момент  $M_k$ , що виникає в небезпечних перетинах гвинта визначаємо за формулою:

$$M_k = 0,5 \times d_2 \times P \times t_g (\beta + \varphi) \quad (3.8)$$

де  $P$  – зусилля, що діє на гвинт знімача, Н

$$M_k = 0,5 \times 0,012 \times 4800 \times 0,17 = 4,9 \text{ мм.}$$

Для сталі 45 межа текучості становить

$$\sigma_m = 3600 \text{ кГс/см}^2 = 352 \times 10^6 \text{ Па.}$$

Допустиме напруження на стиск для гвинта знімача визначаємо за формулою:

$$[\sigma_c] = \sigma_m / 3$$

$$[\sigma_c] = 352 \times 10^6 / 3 = 117 \times 10^6 \text{ Па.}$$

Еквівалентне напруження визначається за формулою:

$$\sigma_{\text{екв}} = \sqrt{\left(\frac{4P}{\pi d_1^2}\right)^2 + 4\left(\frac{M_k}{0,2d_1^2}\right)^2}, \text{ Па} \quad (3.9)$$

де  $P$  – навантаження на гвинт, Н;

$d_1$  – внутрішній діаметр різьби, м;

$M_k$  – крутний момент, мм.

$$\sigma_{\text{екв}} = \sqrt{\left(\frac{4 \cdot 4,8 \cdot 10^3}{3,14 \cdot 0,0108^2}\right)^2 + 4 \left(\frac{4,9}{0,2 \cdot 0,0108^2}\right)^2} = 19 \times 10^4 \text{ Па.}$$

Отже, міцність гвинта більша потрібної так як  $\sigma_{\text{екв}} < [\sigma_c]$

Допустиме напруження для гайки на розтяг  $[\sigma_p]$  і на зминання  $[\sigma_{3M}]$  приймаємо  $[\sigma_p] = [\sigma_{3M}] = 400 \text{ кГс/см}^2 = 39 \times 10^6 \text{ Па}$ ; на зріз  $[\tau_{3p}] = 225 \text{ кГс/см}^2 = 22 \times 10^6 \text{ Па}$ .

Визначаємо висоту гайки з виразу:

$$H = \Psi \times d_2, \text{ мм}$$

$$H = 3,5 \times 12 = 42 \text{ мм.}$$

Визначаємо зовнішній діаметр гайки за формулою:

$$D = \sqrt{\frac{4P}{\pi[\sigma_p]} + d^2}, \text{ мм} \quad (3.10)$$

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot 5 \cdot 10^3}{3,14 \cdot 39 \cdot 10^6} + 0,013^2} = 0,035 = 35 \text{ мм.}$$

Визначаємо діаметр фланця гайки [32, 35].

$$D_1 = \sqrt{\frac{4P}{\pi[\sigma_{3M}]} + D^2}, \text{ мм} \quad (3.11)$$

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot 5 \cdot 10^3}{3,14 \cdot 39 \cdot 10^6} + 0,035^2} = 46 \text{ мм.}$$

Визначаємо товщину фланця

$$\delta = P / \pi D [\tau], \text{ мм} \quad (3.12)$$

$$\delta = 5 \times 10^3 / 3,14 \times 0,035 \times 22 \times 10^6 = 20 \text{ мм}$$

Виготовлений з урахуванням даних розрахунків знімач забезпечить надійну його роботу, зручність використання та дасть можливість отримати очікуваний економічний ефект за рахунок оптимізації операцій ремонту.



#### 4. ОХОРОНА ПРАЦІ

Правильний підхід до вирішення питань охорони праці дає змогу створити сприятливі умови для роботи працівників ділянки, звести до мінімуму ризик травматизму, професійних захворювань, виникнення пожеж, забруднення довкілля.

На сприяння покращення стану безпеки праці скерована робота багатьох науково – дослідних установ, державних і профспілкових організацій, органів влади. Будь – які виробничі підрозділи повинні організовувати свою роботу у відповідності з діючим законодавством про працю, санітарними нормами і правилами пожежної безпеки. Всі ці вимоги можна поділити на загальноприйняті, які є чинними для будь-якого виробництва, і спеціальні, що мають дотримуватися різними виробничими структурами залежно від специфіки їх діяльності [13, 14].

Вся технічна документація, що виготовляється на будівництво або реконструкцію виробничих приміщень, повинна погоджуватись з відповідними службами державного технічного нагляду. В таких випадках узгоджуються питання, пов'язані з прокладанням мереж водопроводів, газопроводів, електроліній, теплотрас, каналізації, доріг і т.д. Що стосується питань окремих робочих місць, то основну увагу звертають на освітленість, рівень шуму, повітрообмін, захист від ураження електричним струмом, захист від шкідливих факторів дії на органи зору, дихання, слуху, нервову систему, захист від можливого контакту з рухомим деталями обладнання або об'єкту праці.

Важливе місце займає організаційна робота з питань техніки безпеки, виробничої санітарної та пожежної безпеки. Згідно з чинним законодавством відповідальність за стан техніки безпеки несе керівник організації, установи, підприємства, або посадова особа, на яку він покладає цю відповідальність наказом. Якщо в структуру підприємства входять окремі підрозділи, служби, то за стан техніки безпеки відповідають їх керівники.

Якщо в штатному розписі підприємства передбачено посаду з техніки безпеки, то на нього покладається вся робота з втілення в життя розроблених заходів з питань безпеки життєдіяльності, розроблення заходів та усунення недоліків, вказаних в приписах контролюючих інстанцій. Інженер з техніки безпеки повинен ретельно контролювати і своєчасно проводити всі види інструктажів. Періодично проводити атестацію і паспортизацію робочих місць, слідкувати за своєчасною перевіркою, наявністю і технічним станом засобів пожежогасіння та засобів індивідуального захисту, оновленням інструктивної та запобіжної наочності [13, 14].

До роботи на конкретних робочих місцях можуть допускатися лише особи, які пройшли вступний інструктаж та інструктаж на робочому місці, мають відповідний рівень кваліфікації, а в окремих випадках допуск до даного виду робіт.

4.1. Техніка безпеки під час виконання діагностичних, регулювальних, випробувальних та ремонтних робіт

Специфіка роботи проекрованої дільниці полягає в тому, що виявлені в процесі діагностування і перевірки несправності можуть бути усунені безпосередньо на місці їх виявлення, або ж робітниками цієї дільниці на суміжні дільниці ремонту, або робітниками суміжної дільниці, залежно від конкретної виробничої ситуації. Тому вважаємо за доцільне розглянути основні положення, характерні для перелічених випадків.

Перед заїздом автомобіля на дільницю потрібно перевірити чи немає в зоні його руху сторонніх предметів або інструменту. Для обмеження непередбаченого руху автомобіля за межі робочої зони встановити переносні опори. Автомобіль, що заїжджає на дільницю, повинен рухатись на першій передачі з швидкістю, що не перевищує 5 км/год. Зачиняти ворота можна лише після того, як буде вимкнено двигун. Встановлений на робочому місці

автомобіль потрібно зафіксувати від самовільного руху, підставивши під задні колеса опори з обох боків. Після піднімання передньої осі потрібно встановити дві опори під балку осі і опустити автомобіль, звільнивши домкрат[14].

4.2. Техніка безпеки під час виконання ремонтних, налагоджувальних і діагностичних робіт

Зняті під час розбирання вузли і деталі потрібно укласти на спеціально відведені місця, розташовані так, щоб залишилось місце для безпечної роботи та проходу.

Верстаки, монтажні столи, підставки та інше обладнання повинно бути стійким. Верстаки, монтажні столи зверху необхідно оббити металевим листом. Якщо вони встановлені поблизу проходів або звернені до інших робочих місць, на їхній тильній стороні потрібно встановити захисну сітку, висотою не менше 600 мм над поверхнею столу [13].

Однією з найважливіших складових процесу ремонту машин є їх очищення та миття. Роботи ці треба виконувати із застосуванням гарячих розчинів лугів, мийних засобів, а також вогнебезпечних гасу та дизпалива. Робітник при виконанні цих робіт повинен користуватися відповідними індивідуальними захисними засобами, він повинен вміло з дотриманням правил техніки безпеки користуватися підйомно–транспортними засобами. Необхідне інтенсивне вентильовання приміщень мийного відділення.

Значну частку операцій розбирання–складальних становлять ручні роботи. Отже, головне завдання служби безпеки праці – контроль за правильністю організації робочих місць і забезпечення їх справними інструментами та засобами механізації трудомістких процесів. Під час розбирально – складальних робіт потрібно часто використовувати молотки, молоти, зубила, вибивачі, кернери і інші інструменти. Тому необхідно постійно стежити за міцністю спряження молотка з ручкою, щоб у молотків, зубил,

кернерів не було тріщин на бокових поверхнях, а хвостовики напилків, шаберів і т.п. були надійно заправлені в дерев'яні ручки з кільцем.

Гайкові ключі повинні мати паралельні губки, їх недопустимо використовувати з зівом, більшим від розміру гайки чи головки болта і з підкладанням прокладок, якщо зів деформований або є тріщини. Забороняється збільшувати довжину ключа іншим ключем або підручним предметом.

Перед користуванням знімачами або спеціальними приладами необхідно перевірити на відсутність тріщин зім'ятості різі, при виявленні дефектів користування інструментом заборонено.

Під час розбирання і складання вузлів з пружинами необхідно застосовувати спеціальні запобіжні пристрої.

Роботи зі шліфмашинкою виконувати в спецодязі, в рукавицях, окулярах і респіраторі.

Запресування і розпресування спряжень потрібно виконувати, використовуючи спеціальні наставки та пристрої, перевірку співвісності проводити тільки спеціальними оправками.

Правила безпеки для верстатників наступні. Під час роботи на токарних верстатах заборонено використовувати спрацьовані або несправні центри, притримувати рукою відрізувану частину деталі, обробляти довгі деталі без люнета, працювати без захисних огорожень, залишати ключ в патроні, зачищати деталі шліфпапером вручну, працювати в рукавицях, прибирати стружку з верстата руками або здувати її стисненим повітрям.

Під час роботи на свердлувальних верстатах забороняється притримувати деталь руками, закріплювати деталь під час роботи верстата, зупиняти шпиндель руками.

На шліфувальних і заточувальних верстатах не допускати ударів по кругу, встановлення круга з тріщиною, стояти навпроти круга під час роботи верстата. Після заміни круга надійно закріпити захисні кожухи і підручник, перевірити роботу на холостому ходу протягом 2...3 хв.

При проведенні зварювальних робіт потрібно слідкувати за надійним заземленням обладнання. Електрокабелі не можуть мати пошкоджень ізоляції. Зварювання проводять не ближче, як 5 метрів від горючих предметів. Особливу небезпеку становить робота з тарою від пального, мастила, її необхідно промити розчином каустичної соди або продути гарячою водяною парою, зварювати тільки при відкритих горловинах. Біля поста електрозварника повинні бути протипожежні засоби, а якщо роботи виконуються в іншому місці, то повинні бути вжиті заходи безпеки, передбачені діючими інструктивними документами.

На робочих місцях повинні бути аптечки, укомплектовані засобами першої допомоги, а персонал повинен вміти користуватися їх наповненням.

#### 4.3. Пожежна безпека

Для розробки протипожежних заходів потрібно провести аналіз можливих джерел загоряння на дільниці. Однією з причин пожежі може бути несправність електричних мереж. Щоб уникнути цього, потрібно привести у відповідність до потужності споживачів електричної енергії діаметру дроту електромереж. Живлення всіх споживачів повинно проводитися через систему захисту, яка включає плавкі запобіжники, автомати з біметалевими пластинами та магнітні пускачі. Всі мережі повинні бути проведені в захисних трубопроводах, а з'єднувальні коробки мають бути герметично закритими. В місцях підведення до споживачів провідники мають бути захищені в армовані рукави.

Основним завданням запобігання пожеж та вибухів є усунення причин, що сприяють утворенню горючого і вибухонебезпечного середовища в виробничому приміщенні. В приміщеннях виробничих підприємств горючі та легкозаймисті речовини можуть з'явитися через підтікання мастил та палива.

Можливими джерелами запалювань можуть бути іскріння в місцях пошкоджень ізоляції електропроводки, розбризкування крапель розплавленого металу при проведенні зварювальних робіт, перегріві проводів струму і т. д.

У виробничих приміщеннях ремонтних підприємств необхідно дотримуватися:

- забезпечення справності електропроводки; - захисту щитками розподільчих і пускових запобіжних пристроїв; - встановлення іскро-захисних щитів біля місць встановлення і роботи зварювальних і наплавлювальних установок і пальників; - збору в спеціальні ємності залишків пального і мастильних матеріалів та інших горючих матеріалів; - зберігання пожеже і вибухонебезпечних речовин і матеріалів в спеціально обладнаних шафах в герметично закритій тарі; - використання спеціальних контейнерів для промасленого ганчір'я; - вимог пожежної безпеки при виконанні газозварювальних робіт та нагріванні деталей відкритим полум'ям та на горні.

На ділянці має бути вся інформація про шляхи виходу під час пожежі, наявність засобів пожежогасіння. Робочі місця мають бути оснащені відповідними інструкціями.

## 5. РОЗРАХУНОК ЕКОНОМІЧНОГО ЕФЕКТУ ВІД ВИКОРИСТАННЯ ПРИСТРОЮ ДЛЯ РОЗБИРАННЯ-СКЛАДАННЯ ГЕНЕРАТОРІВ

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

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

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

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

Розрахунковий економічний ефект розраховуємо за формулою [1]:

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

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

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

При розрахунках приймаємо до уваги строк служби пристрою, а вартісну оцінку за період  $t$  визначають за формулою [1]:

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

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

$t_n$  - початковий рік розрахункового періоду;

$t_k$  - кінцевий рік розрахункового періоду.

$\alpha_t$  - коефіцієнт зведення до розрахункового року.

Вартісна оцінка результатів в  $t$ -му році визначаються з виразу [1]:

$$B_t = C_t \times A_t \times P_t \times \alpha_t, \text{ грн.} \quad (5.4)$$

де  $C_t$  - економія коштів при використанні пристрою для ремонту генератора;

$A_t$  - кількість одиниць використовуваного пристрою в даному році;

$P_t$  - загальна кількість ремонтів .

Коефіцієнт зведення до розрахункового року визначають за формулою [1]:

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

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

$t_p$  - розрахунковий рік;

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

Розрахункові дані для визначення економічного ефекту визначаємо за наступною методикою.

Ми прийняли, що програма ремонтів буде становити  $\Pi_m = 800$  од. і буде використовуватись один пристрій ( $A_t = 1$  шт.).

Вихідні дані для розрахунку

1. Погодинна оплата праці  $Z_{зар.} = 51,38$  грн: (даний тариф для ремонтників III класу).

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

3. Час ремонту генератора з використанням запропонованого пристрою  $t_{мех.} = 0,98$  год.

Економія коштів при використанні пристрою становить [1]:

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

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

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

Затрати коштів при використанні пристрою становить [1]:

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

Підставивши значення отримаємо:

$$Z_{\Pi}' = 51,38 \times 0,98 = 50,35 \text{ грн.}$$

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

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

Підставивши значення отримаємо

$$Z_{\Pi} = 51,38 \times 1,23 = 63,19 \text{ грн.}$$

Підставивши дані значення у формулу (5.6) отримаємо



$$Ц_m = 63,19 - 50,35 = 9,84 \text{ грн.}$$

Підставивши значення  $Ц_m$  у формулу (5.4) отримаємо вартісну оцінку результатів для першого року використання

$$B_{2012} = 9,84 \times 1 \times 800 = 7872 \text{ грн.}$$

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

Вартісну суму затрат визначаємо за формулою [1]:

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

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

Для 2024 року вартісну оцінку витрат визначаємо з виразу

$$Z_{2024} = C_1 + C_2 + C_3, \text{ грн.} \quad (5.8)$$

де  $C_1$  - вартість виготовлення конструкторської та технологічної документації, грн.;  $C_1 = 1800$  грн

$C_2$  - вартість матеріалів і комплектуючих на виготовлення одного комплекту технологічного обладнання, грн.;  $C_2 = 1200$  грн

$C_3$  – вартість виготовлення технологічного обладнання і витрати на його запровадження, грн.,  $C_3 = 11600$  грн

Тоді підставивши значення отримаємо

$$Z_{2024} = 1800 + 1200 + 11600 = 14600 \text{ грн.}$$

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

Строк окупності пристрою визначаємо за формулою:

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

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

$$t_{ПК} = (15235 / 25088) \times 6 = 3,64 \text{ року}$$

Таблиця 5.1 – Результати розрахунків економічної ефективності використання обладнання для розбирання-складання

Показники	Роки використання обладнання						Разом
	2024	2025	2026	2027	2028	2029	
$\Pi_t$ - річна програма ремонту , шт.	800	824	849	874	900	927	5174
$\Pi_t$ -економія коштів на одному ремонті, грн.	9,84	8,94	8,13	7,39	6,72	6,10	
$\alpha_t$ - коефіцієнт приведення до розрахункового року	1	0,9091	0,8264	0,7513	0,683	0,6209	
$B_t$ -вартісна оцінка результатів, грн..	7872	7371	6901	6462	6051	5666	40323
$Z_t$ -вартісна оцінка затрат, грн.	14600	164	135	123	112	101	15235
$E_t$ -економічний ефект, грн..	-6728	7207	6766	6339	5939	5565	25088

З таблиці 5.1 бачимо, що сумарний розрахунковий ефект становитиме понад 25 тис. грн.

## ВИСНОВКИ

1) Відкриття робочого місця з ремонту генераторів вантажних автомобілів є на сьогодні актуальним так як технічний стан електричної системи машини в значній мірі впливає на техніко-економічні показники використання автомобільного парку і безпеку руху. Таке місце можна обладнати в умовах будь якої механічної майстерні в господарствах аграрного виробництва.

2) Подібність конструкції генераторів багатьох марок автомобілів дає можливість обладнати робоче місце ремонту широкої їх номенклатури.

2) Запропонована в дипломному проекті технологія ремонту генераторів дасть змогу організувати робоче місце і залучить до роботи одного робітника з початковою річною програмою ремонту рівною 800 штук.

3) Запропоновані конструкції пристроїв для розбирання і складання дадуть змогу значно скоротити тривалість технологічного циклу ремонту та покращити умови праці.

4) Доцільність виготовлення і запровадження у виробництво розроблених пристроїв підтверджується економічним ефектом в сумі понад 25 тис. грн. і строком їх окупності меншим 3,6 року

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Аветісян В.К., Бантковський В.А., Луценко А.П.. Економіка ремонтного підприємства. Харків: ХНТУСГ, 2005 - 389 с.
2. Андрійчук В.Г. Економіка аграрних підприємств: Підручник. 2-е вид., доп. і перероблене. В.Г. Андрійчук. К.: КНЕУ, 2002. 624с.
3. Деталі машин. Основи теорії та розрахунків : навчальний посібник для студентів машинобудівних спеціальностей усіх форм навчання. А. В. Гайдамака. – Харків : НТУ «ХП», 2020. – 275 с.
4. Деталі машин. Розрахунок та конструювання: підручник. Г. В. Архангельський, М. С. Воробйов, В. С. Гапонов, О. І. Дубинець, О. І. Пилипенко, А. В. Гайдамака, С. Л. Панов, А. С. Столбовий. – Київ : Талком, 2014. – 684 с.
5. Кисликов В. Ф., Лущик В. В. К44 Будова й експлуатація автомобілів: Підручник. — 6-те вид. - К.: Либідь, 2006. — 400 с.
6. Коваленко В. М. К56 Діагностика і технологія ремонту автомобілів : підруч. В. М. Коваленко, В. К. Щуріхін. — Київ : Літера ЛТД, 2017. — 224 с.
7. Основи охорони праці: Підручник. 21ге видання, доповнене та перероблене. К. Н. Ткачук, М. О. Халімовський, В. В. Зацарний, Д. В. Зеркалов, Р. В. Сабарно, О. І. Полукаров, В. С. Коз'яков, Л. О. Мітюк. За ред. К. Н. Ткачука і М. О. Халімовського. — К.: Основа, 2006 — 448 с
8. Павлине В.Т. Основи конструювання та розрахунок деталей машин. К.: Вища школа, 1993 – 556 с
9. Практикум з ремонту машин. Технологія ремонту машин, обладнання та їх складових частин. Том 2/ Сідашенко О.І., Тіхонов О.В., Скобло Т.С., та інші./ За ред. О.І.Сідашенко, О.В. Тіхонова. Навчальний посібник. – Харків: ТОВ «Пром-Арт», 2018 – 491с.

10. Ремонт автомобілів: Навчальний посібник/ Упор. В.Я. Чабанний. - Кіровоград: Кіровоградська районна друкарня, 2007. - 720 с.
11. Сідашенко О.І. Ремонт машин та обладнання: підручник. [Сідашенко О.І. та ін.]; за ред. проф. О.І.Сідашенка, О.А.Науменка. К.: Агроосвіта, 2014. - 665 с.
12. Сідашенко О.І. Ремонт машин та обладнання. Підручник. О.І.Сідашенко, О.А.Науменко, Т.С. Скобло, О.В.Тіхонов та ін. За ред. О.І.Сідашенка, О.А.Науменка. – Х.: «Міськдрук», 2010. – 744с
13. Технологія ремонту машин та обладнання. Курс лекцій. Сідашенко О.І., Тіхонов О.В., Лузан С.О. та інші. Навч. Посібник – Харків: ХНТУСГ, 2017. – 361 с.
14. Черновол М.І. Надійність сільськогосподарської техніки. - Кіровоград: Код, 2010 - 320 с
15. 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.
16. Чухрай В. Є., Кулинич І. Я. Механізація складання різьбових з'єднань/ Вісник Львів. держ. агр. ун-ту: Агроінженерні дослідження (№4). – Львів, 2000. – 207 с.
17. Чухрай В.Є. Блауцяк О.І. Результати порівняльного аналізу різних технологій розбирання і складання шпилькових з'єднань / Теорія і практика розвитку АПК: Матеріали міжнар. Наук.-практ. Форуму (19-20 вересня 2006 р.) Т.”. - Львів: ЛДАУ, 2006. – С.362-367
18. 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

19. 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.

20. Чухрай В.Є. Критерії визначення вагомості окремих видів роботи студентів за кредитно-модульною системою навчання. Матеріали науково-метод. Конф. “Впровадження кредитно-модульної системи організації навчального процесу у ЛДАУ” (6-7 липня 2006 р.) – С. 110-114

21. 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

22. Чухрай В.Є. Оптимізація процесів розбирання і складання об'єктів ремонту. Вісник аграрної науки. – 2006 Спеціальний випуск, серпень. – С. 114-121

23. 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

24. Сажко, В. А. Електрообладнання автомобілів і тракторів : підручник В. А. Сажко. — 2-ге вид. — Київ : Каравела, 2014. — 400 с.

25. Сажко В.А Електрообладнання автомобілів і тракторів: Підручник. - К.: Каравела, 2009.-400 с.