

УДК 62-83
УКПІ
№ держреєстрації 0114U002782
Інв. №

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Сумський державний університет (СумДУ)
40007, м. Суми, вул. Римського-Корсакова, 2
тел.: (0542) 39-23-72, факс: (0542) 33-40-58
e-mail: etech.sumdu@gmail.com

ЗАТВЕРДЖУЮ
Проректор з наукової роботи
д-р фіз.-мат. наук, професор

_____ А.М. Черноус

ЗВІТ
ПРО НАУКОВО-ДОСЛІДНУ РОБОТУ
ЕЛЕКТРОПРИВОД РОБОЧИХ МАШИН
СТАНЦІЙ ТА ПІДСТАНЦІЙ
(остаточний)

Науковий керівник НДР
канд. техн. наук, доцент

П.О. Василега

2020

Рукопис закінчено 28 лютого 2020 р.

Результати роботи розглянуті науковою радою СумДУ, протокол від 23.04.2020 р. №__

СПИСОК АВТОРІВ

Керівник НДР (до 2018 р.):
кандидат техн. наук, доцент

Муріков Д. В.

Керівник НДР (з 2018 р.):
кандидат техн. наук, доцент

28.02.2020

П.О. Василега
(вступ, розділи 2, 3,
висновки)

Кандидат техн. наук, ст. викладач

28.02.2020

С.М. Лебедка
(реферат, розділ 1)

РЕФЕРАТ

Звіт про НДР: 43 с., 14 рис., 7 джерел.

АСИНХРОННИЙ ДВИГУН, ВИПРОБУВАЛЬНИЙ СТЕНД, ГЕНЕРАТОР ПОСТІЙНОГО СТРУМУ, ДВИГУН ПОСТІЙНОГО СТРУМУ, ЕЛЕКТРОПРИВОД, ЕЛЕКТРИЧНА МАШИНА, ЕЛЕКТРИЧНА СХЕМА,

Об'єкт досліджень – складові частини електропривода робочих машин станцій та підстанцій.

Предмет досліджень – конструкція складових частин електропривода, випробувальні стенди та методи випробування.

Метою роботи є вдосконалення конструкції складових частин електропривода та випробувальних стендів, розроблення принципів схем керування роботою електропривода та дослідження методів випробування, розроблення нових способів ремонту електричних машин.

Під час виконання НДР був розроблений спосіб:

- випробування асинхронних двигунів з фазним ротором;
- комплексного випробування двигунів змінного струму;
- випробування електричних машин постійного струму під навантаженням;
- ремонту осердя статора електричних машин змінного струму;
- поновлення осердя короткозамкненого ротора електричних машин змінного струму.

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ, СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ	5
ВСТУП	6
1 ХАРАКТЕРИСТИКА ЕЛЕКТРОПРИВОДУ РОБОЧИХ МАШИН СТАНЦІЙ ТА ПІДСТАНЦІЙ	7
1.1 Вимоги до електроприводу.....	7
1.2 Складові частини електропривода та виконувані ним функції	8
1.3 Види електропривода	10
2 РОЗРОБЛЕННЯ НОВИХ СПОСОБІВ ВИПРОБУВАННЯ ЕЛЕКТРОДИГУНІВ ДЛЯ ЕЛЕКТРОПРИВОДА РОБОЧИХ МЕХАНІЗМІВ СТАНЦІЙ ТА ПІДСТАНЦІЙ	12
2.1 Розроблення способу випробування асинхронних двигунів з фазним ротором	12
2.2 Розроблення способу комплексного випробування двигунів змінного струму	18
2.3 Розроблення способу випробування електричних машин постійного струму під навантаженням	22
3 РОЗРОБЛЕННЯ НОВИХ СПОСОБІВ РЕМОНТУ ЕЛЕКТРОДВИГУНІВ ДЛЯ ЕЛЕКТРОПРИВОДА РОБОЧИХ МЕХАНІЗМІВ СТАНЦІЙ ТА ПІДСТАНЦІЙ	32
3.1 Спосіб ремонту осердя статора електричної машини постійного струму під навантаженням	32
3.2 Спосіб ремонту осердя короткозамкненого ротора електричних машин змінного струму	37
ВИСНОВКИ	42
ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ	43

**ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ,
СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ**

ВО – виконавчий орган

ДЖ – джерело живлення

ЕД – електродвигуновий пристрій

КП – керуючий пристрій

ЕП – електропривод

ПрП – перетворювальний пристрій

ПП – передавальний пристрій

ВСТУП

Актуальність теми. Електропривод (ЕП) є основним видом приводу для робочих машин станцій та підстанцій. Функції електродвигунового пристрою в такому електроприводі можуть виконувати асинхронні двигуни з короткозамкненим ротором, асинхронні двигуни з фазним ротором, синхронні двигуни та двигуни постійного струму з різними способами збудження.

Для забезпечення нормальних умов виробничої діяльності станцій та підстанцій актуальним є питання виконання ремонту електричних машин та випробування цих машин перед введенням їх в експлуатацію після виконання ремонту. Від якості виконання ремонту та результатів випробування в суттєвій мірі залежить надійність роботи електродвигуна в складі ЕП, безпека при його обслуговуванні та продуктивність роботи робочих машин.

Метою роботи є вдосконалення конструкції машин постійного струму, , розроблення нових способів випробування електричних машин, розроблення нових способів ремонту електричних машин постійного та змінного струмів в умовах ремонтного підприємства.

Наукова новизна отриманих результатів. Розроблені принципово нові способи випробування електричних машин дозволяють скоротити час на підготовку до випробувань та зменшити споживання електричної енергії. Розроблені нові способи ремонту електричних машин постійного та змінного струмів в умовах ремонтного підприємства дозволяють значно спростити та здешевити ремонт електричних машин.

1 ХАРАКТЕРИСТИКА ЕЛЕКТРОПРИВОДУ РОБОЧИХ МАШИН СТАНЦІЙ ТА ПІДСТАНЦІЙ

1.1 Вимоги до електроприводу

Одним із головних напрямків підвищення продуктивності праці та якості продукції в промисловості є автоматизація промислових установок та технологічних процесів. Рівень автоматизації значною мірою залежить від використання сучасних зразків електропривода, який забезпечує перетворення електричної енергії в механічну енергію руху робочих органів або навпаки, а також керує їх рухом.

Електропривод є невід'ємною складовою частиною всіх робочих машин, і правильність його вибору великою мірою визначає ефективність і надійність їх роботи. Від електропривода залежать такі основні показники робочих машин як точність, надійність, а також швидкість і діапазон її регулювання, величина навантажень, особливо на час пуску та гальмування, та ін.

Підвищення вимог до електропривода, розширення його функцій приводить до зростання його складності. Сьогодні ціна електропривода дуже часто складає значну частину від загальної ціни робочої машини, а тому правильний вибір тієї чи іншої системи електропривода суттєво впливає на собівартість.

Правильне поєднання механічних характеристик виконавчих органів робочих машин та електропривода є умовою вдалого конструктивного та технологічного рішення при проектуванні робочих машин.

Актуальними є також питання, пов'язані з раціональним використанням електроенергії та енергозбереженням. Лише глибокі знання тих процесів, які відбуваються у всіх складових частинах робочої

машини чи установки, включаючи і електропривод, можуть бути запорукою успішного вирішення цього питання.

1.2 Складові частини електропривода та виконувані ними функції

Електропривод – електромеханічна система, яка складається з перетворювального, електродвигунового, передавального та керуючого пристроїв і призначена для приведення в рух виконавчого органу робочої машини і керування цим рухом. На структурній схемі (рис. 1.1) приведені складові частини електропривода та їх взаємозв'язок [1].

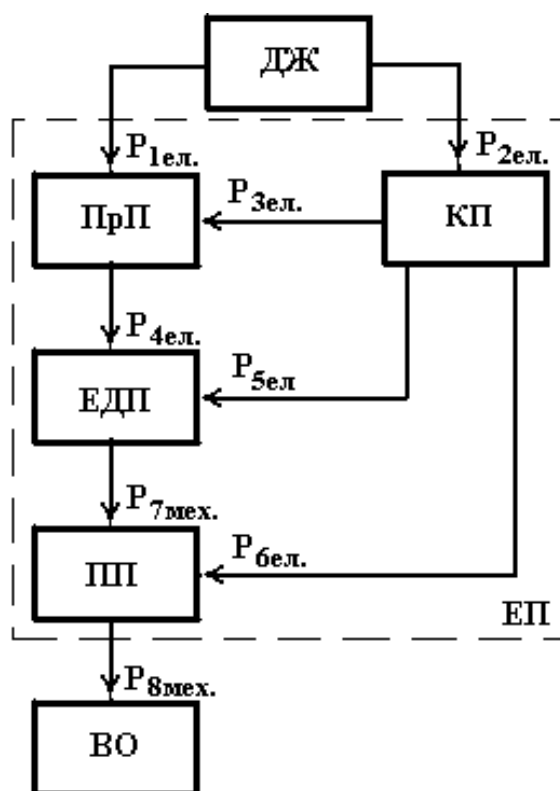


Рисунок 1.1 – Структурна схема електропривода

Живлення електричною енергією здійснюється від джерела живлення (ДЖ) (напр., генератора або мережі постійного чи змінного струму).

Перетворювальний пристрій (ПрП) може: підвищувати і (чи) понижувати напругу (напр., трансформатор, автотрансформатор), перетворювати змінну напругу на постійну (напр., напівпровідниковий

випрямляч) або постійну на змінну (напр., інвертор), змінювати частоту струму (напр., тиристорний перетворювач частоти), змінювати показники якості електричної енергії (напр., стабілізатор).

Перетворювальний пристрій не є обов'язковою складовою частиною електропривода. Він може бути відсутнім, якщо електричні параметри джерела живлення та електродвигунового пристрою узгоджені і їх не потрібно змінювати в процесі роботи електропривода.

Електродвигуновий пристрій (ЕДП) призначений для перетворення електричної енергії в механічну або механічної в електричну. Його функцію можуть виконувати, наприклад, електромагніти та електродвигуни постійного та змінного струмів, яких може бути декілька в складі одного електропривода.

Електродвигуновий пристрій є обов'язковою складовою частиною електропривода.

Передавальний пристрій (ПП) призначений для передачі механічної енергії від електродвигунового пристрою до **виконавчого органа** (ВО) робочої машини, та узгодження виду та швидкостей їх руху. Наприклад, за необхідності зменшення чи збільшення швидкості обертання функцію передавального пристрою можуть виконувати редуктори, пасові та ланцюгові передачі та ін., а за необхідності перетворення обертового руху в поступальний цю функцію виконують передача "гвинт-гайка", кривошипно-шатунний механізм та ін.

Передавальний пристрій не є обов'язковою складовою частиною електропривода. Він може бути відсутнім, якщо швидкість і вид руху рухомої частини електродвигунового та передавального пристроїв узгоджені.

Керуючий пристрій (КП) – це електротехнічний пристрій, призначений для керування одним, частиною або всіма вищезгаданими

пристроями. Мета такого керування може бути різною. Наприклад, змінюючи сигнал керування $P_{зел.}$ можна змінювати напругу або частоту на виході перетворювального пристрою і тим самим збільшувати чи зменшувати швидкість обертання електродвигуна, або ж, навпаки, підтримувати швидкість постійною при зміні навантаження. З допомогою сигналу $P_{5ел.}$ можна змінювати, наприклад, кількість пар полюсів електродвигуна і тим самим ступенево змінювати швидкість його обертання. З допомогою сигналу $P_{6ел.}$ змінюється, наприклад, передаточне відношення передавального пристрою.

Керуючий пристрій є обов'язковою складовою частиною електропривода і може бути простим і виконувати лише функцію “ввімкнути-вимкнути” або дуже складним, виконуючи функцію автоматичного керування роботою електропривода у всіх режимах роботи, а також функції захисту, сигналізації та ін.

Механічна енергія від передавального пристрою передається **виконавчому органу (ВО) робочої машини.**

Робоча машина – це машина, яка здійснює зміну форми, властивостей, стану чи положення предмету праці (напр., насоси, вентилятори, компресори, конвеєри, верстати та ін.)

Виконавчий орган робочої машини – це елемент робочої машини, який переміщується і виконує робочу операцію (напр., поршень чи робоче колесо насоса, стрічка чи ланцюг конвеєра, супорт верстата та ін.).

1.3 Види електропривода

Груповий електропривод – електропривод, що забезпечує рух виконавчих органів кількох робочих машин чи кількох виконавчих органів однієї робочої машини.

Індивідуальний електропривод – електропривод, що забезпечує рух лише одного виконавчого органу робочої машини.

Електропривод постійного струму – електропривод з електродвигуновим пристроєм постійного струму.

Електропривод змінного струму - електропривод з електродвигуновим пристроєм змінного струму.

Реверсивний електропривод – електропривод, що забезпечує рух електродвигунового пристрою в протилежних напрямках.

Нереверсивний електропривод - електропривод, що забезпечує рух електродвигунового пристрою лише в одному напрямку.

2 РОЗРОБЛЕННЯ НОВИХ СПОСОБІВ ВИПРОБУВАННЯ ЕЛЕКТРОДВИГУНІВ ДЛЯ ЕЛЕКТРОПРИВОДА РОБОЧИХ МЕХАНІЗМІВ СТАНЦІЙ ТА ПІДСТАНЦІЙ

2.1 Розроблення способу випробування асинхронних двигунів з фазним ротором

Усі двигуни після кожного ремонту повинні проходити випробування надійності при роботі під навантаженням. Такі випробування потребують використання спеціального обладнання та пов'язані зі значними фінансовими затратами, але якість та достовірність таких випробувань не завжди задовольняє споживача.

Поширеним є спосіб випробування асинхронних двигунів після проведення ремонту шляхом використання режиму холостого ходу. При цьому випробуванні на обмотки статора незагальмованого двигуна (без навантаження на валу) подають напругу від регульовального джерела живлення, вимірюють потужність холостого ходу P_0 і струм холостого ходу I_0 , змінюючи напругу стандартної частоти, яка підводиться до обмоток статора, від нуля до номінального значення. При цьому вимірюють частоту обертання валу і по результатах вимірювань роблять висновки про правильність схем з'єднання обмоток статора і надійність роботи двигуна на холостому ході.

Але струм в режимі холостого ходу у серійних асинхронних двигунів при номінальній напрузі на обмотках статора складає лише 25-50% від номінального значення, що не дозволяє робити висновки про температурний режим двигуна, і, як наслідок, про стан ізоляції обмотки статора, виявити її місцеві дефекти, уникнути таким чином виникнення аварійних ситуацій в процесі подальшої експлуатації. Таким чином, цей спосіб, при його використанні для випробувань асинхронних двигунів, не дозволяє робити висновки про надійність електродвигуна після ремонту.

Відомий також спосіб випробування, згідно якого на обмотку статора асинхронного двигуна, який випробовують в режимі холостого ходу, від регульованого джерела живлення подається підвищена напруга такої величини, щоб по обмотках статора протікав струм, величина якого дорівнює номінальному значенню, або дещо перевищує це значення, регулюють цю величину в залежності від класу ізоляції асинхронного двигуна і по результатам аналізу температурного режиму роблять висновок стосовно стану асинхронного двигуна [2].

Такий спосіб випробування є доцільним для асинхронних двигунів з короткозамкненим ротором. Однак, при використанні такого способу випробування для асинхронних двигунів з фазним ротором і подальшої їх експлуатації неможливо уникнути виникнення аварійних ситуацій, тому що такий спосіб не враховує стан ізоляції обмотки фазного ротора, що не дає можливість робити висновки про надійність роботи асинхронних двигунів з фазним ротором після ремонту.

Було поставлено завдання удосконалення існуючого способу випробування асинхронних двигунів з фазним ротором, який дозволяє враховувати тепловий режим як обмотки статора, так і обмотки ротора, вчасно виявляти правильність схем їх з'єднання, сприяє підвищенню експлуатаційної надійності.

Поставлене завдання було досягнуте завдяки тому, що випробування асинхронного двигуна з фазним ротором здійснювалось у дві стадії [3]. На першій стадії на обмотку статора від регульованого джерела живлення подається номінальна напруга, і двигун випробується в режимі класичного холостого ходу. На другій стадії з допомогою регульованого джерела живлення напруга на обмотці статора підвищується, з урахуванням класу ізоляції обмотки статора, до такого значення, щоб струм в обмотках статора дорівнював номінальному значенню ($I_0 = I_{ном}$), або ж був більше номінального значення ($I_0 > I_{ном}$). Під час випробування величину напруги вимірюють з

допомогою вольтметра, а величину струму – з допомогою амперметра. Згідно із корисною моделлю, одночасно із випробуванням обмотки статора здійснюють випробування і обмотки ротора, для чого обмотку ротора підключають до регульованого опору. Під час випробування здійснюють вимірювання сили струму та напруги в колі обмотки ротора з допомогою амперметра та вольтметра. На рис. 2.1 представлена електрична схема підключення асинхронного двигуна з фазним ротором для використання розробленого способу.

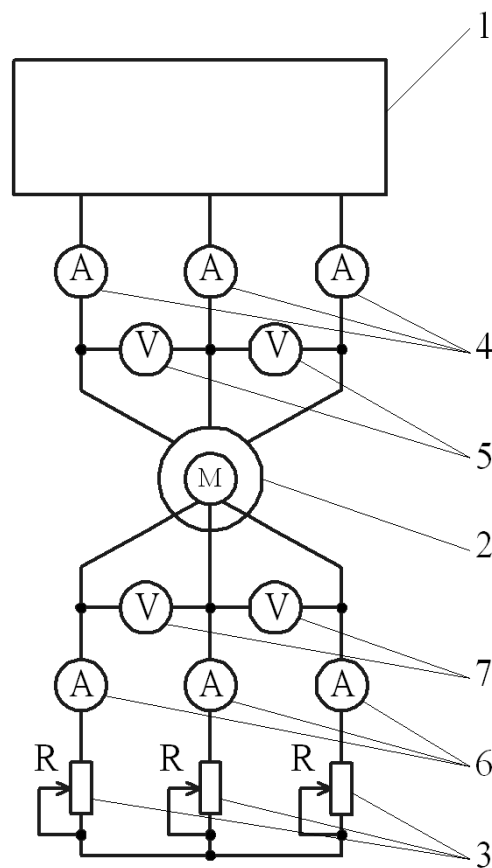


Рисунок 2.1 – Електрична схема підключення асинхронного двигуна з фазним ротором: 1 – регульоване джерело живлення, 2 – асинхронний двигун з фазним ротором, 3 – регульовальні опори, 4 – амперметри, що включені в коло обмотки статора, 5 – вольтметри, 6 – амперметри, що включені в коло обмотки ротора, 7 – вольтметри, що включені в коло обмотки ротора.

На рис. 2.2 представлений графік зміни струму в обмотці статора в залежності від величини напруги на обмотці статора в відсотках до номінального значення, а на рис. 2.3 – графік зміни струму в обмотці ротора в залежності від величини регулювального опору в колі обмотки ротора в відсотках до номінального значення.

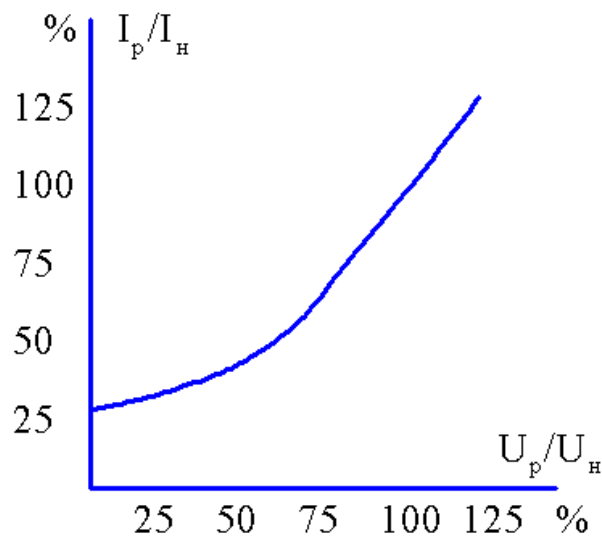


Рисунок 2.2 – Графік зміни струму в обмотці статора в залежності від величини напруги на обмотці статора в відсотках до номінального значення

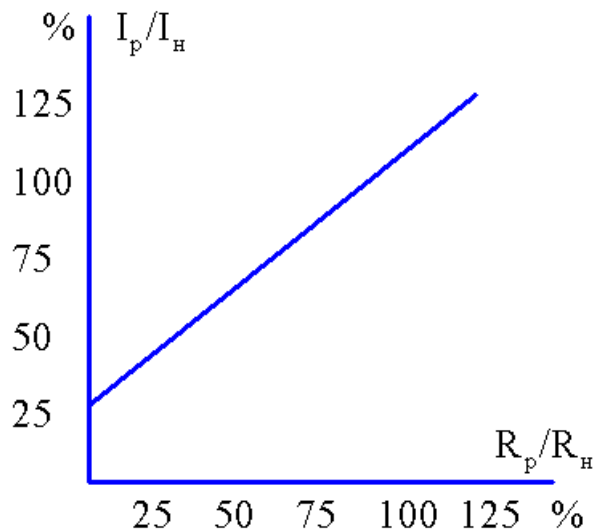


Рисунок 2.3 – Графік зміни струму в обмотці ротора в залежності від величини регулювального опору в колі обмотки ротора в відсотках до номінального значення

Використання способу дозволяє за рахунок створеної електрорушійної сили, під дією якої по обмотці фазного ротора протікає струм, величина якого встановлюється з допомогою регульовального опору, забезпечити певний тепловий режим з урахуванням класу ізоляції як обмотки статора, так і обмотки фазного ротора, оскільки по обмотках протікають струми, що дорівнюють номінальному значенню, або ж більше номінального значення.

Таким чином, при випробуванні асинхронних двигунів з фазним ротором з використанням такого способу вдається вчасно виявити дефекти ізоляції як обмотки статора, так і обмотки ротора після проведення ремонту і робити обґрунтовані висновки про подальшу надійність їх роботи.

Була запропонована і використана послідовність випробування асинхронних двигунів з фазним ротором, яка полягає в наступному

На першій стадії випробування на обмотку статора асинхронного двигуна 2, що випробовують, і ротор якого знаходиться в незагальмованому стані, від регульованого джерела живлення 1 спочатку подають номінальне значення напруги. В цьому випадку по обмотках статора двигуна протікає струм I_0 (струм намагнічення), величина якого може складати: $I_0 = (0,25-0,5) I_{\text{ном}}$. Робота в такому режимі (режимі холостого ходу) дозволяє впевнитись в правильності схеми з'єднання обмоток статора і обмоток фазного ротора, а також експериментальним шляхом з допомогою амперметрів 4 визначити величину струму намагнічування.

Таким чином перша стадія випробувань якості виконання ремонту обмоток статора і ротора асинхронного двигуна з фазним ротором відбувається в режимі класичного холостого ходу.

На другій стадії випробувань, в залежності від класу ізоляції обмотки статора асинхронного двигуна з фазним ротором, напругу, що подається на обмотки статора двигуна 2, з допомогою регульованого джерела живлення 1 підвищують до такого значення, щоб струм в обмотках статора дорівнював його номінальному значенню ($I_0 = I_{\text{ном}}$), або ж був більше номінального

значення ($I_0 > I_{\text{ном}}$). При цьому величину напруги на обмотках статора вимірюють з допомогою вольтметрів 5, а силу струму – амперметрів 4.

Одночасно відбувається випробування фазної обмотки ротора асинхронного двигуна 2 наступним чином. Обертове магнітне поле, яке створює обмотка статора, перетинає обмотку фазного ротора та індукуює в ній електрорушійну силу (ЕРС), під дією якої по обмотці фазного ротора протікає струм. Силу струму в обмотці ротора, в залежності від класу її ізоляції, регулюють з допомогою регульовального опору 3 (реостату). При цьому величину напруги на обмотках ротора вимірюють з допомогою вольтметрів 7, а силу струму – амперметрів 6.

На другій стадії випробувань відбувається також і дослідження температурного режиму ізоляції обмоток статора і ротора асинхронного двигуна з фазним ротором. Оскільки двигун працює при швидкості, що близька до номінальної, умови його охолодження відповідають нормальним, тому по результату перевірки його температурного режиму (можливе використання температурних датчиків) і аналізу отриманих даних роблять висновки про його надійність після капітального або іншого виду ремонту.

Таким чином, використовуючи такий спосіб випробування асинхронних двигунів з фазним ротором після виконання різного виду ремонту можна обґрунтовано робити висновки про те, чи правильно з'єднані обмотки статора та ротора після капітального ремонту, регулювати температурний режим в відповідності до класу ізоляції обмоток статора та ротора, своєчасно виявляти дефекти ізоляції, аналізувати роботу двигуна стосовно надійності. Окрім того, простота проведення випробувань дозволяє вважати спосіб нетрудомістким.

2.2 Розроблення способу комплексного випробування двигунів змінного струму

Після випробування асинхронних двигунів згідно способу, що описаний в п. 2.1, і проведення аналізу їх теплового режиму роблять висновки стосовно стану його електричної частини (відсутність місцевих дефектів ізоляції, правильність схеми з'єднання обмоток статора, тощо).

Однак, для забезпечення подальшої надійної роботи електричних двигунів змінного струму, зокрема асинхронних, після виконання середнього або капітального ремонту в умовах електроремонтних підприємств необхідно перевірити справність не лише її електричної, а і механічної частини, зокрема підшипників.

Було поставлене завдання стосовно розроблення комплексного випробування електричних двигунів змінного струму, зокрема асинхронних, в умовах електроремонтних підприємств, під час якого забезпечується можливість перевірити справність не лише їх електричної, а і механічної частини, зокрема підшипників.

Поставлена задача була досягнута завдяки того, що в комплексному способі випробування електричних двигунів змінного струму, зокрема асинхронних на першій стадії випробувань на обмотки статора електродвигуна, що працює в режимі холостого ходу, від регульованого джерела живлення спочатку подають номінальне значення напруги промислової частоти, а потім напругу підвищують до такого значення, щоб струм в обмотках статора дорівнював або був більше за його номінальне значення і по результатах отриманих даних роблять висновки стосовно стану електричної частини електродвигуна.

На другій стадії випробувань напругу, що подається на обмотки статора, за допомогою регульованого джерела живлення понижують до номінального значення, а потім змінюють частоту синусоїдального струму, завдяки чого змінюється частота обертання його ротора. На підшипниках асинхронного

двигуна встановлюють датчики вібрації. Величина вібрації підшипників залежить від стану зношення його складових частин і змінюється у залежності від швидкості обертання валу двигуна, на якому вони встановлені. Тому при зміні частоти обертання валу двигуна буде змінюватись і сигнал від датчиків вібрації. Цей сигнал підсилюють у підсилювачі і подають на аналізатор, на який також подають сигнал від тахогенератора. Отриману на другій стадії випробувань інформацію аналізують стосовно величини та характеру вібрації при певних значеннях частоти обертання і роблять висновки стосовно стану механічної частини електродвигуна.

Виконання такого комплексного способі випробування електричних двигунів змінного струму дозволяє перевірити справність не лише їх електричної, а і механічної частини, зокрема підшипників.

На рис. 2.4 представлена електрична схема пристрою для комплексного способу випробування електричних двигунів змінного струму, а на рис. 2.5 – графік зміни частоти обертання ротора двигуна в залежності від частоти синусоїдального струму джерела живлення.

Була запропонована і використана послідовність комплексного випробування електричних двигунів змінного струму, яка полягає в наступному. На першій стадії випробування на обмотки статора двигуна 3, що випробовують, від регульованого джерела живлення 1 спочатку подають номінальне значення напруги промислової частоти. В цьому випадку по обмотках статора двигуна 3 протікає струм I_0 (струм намагнічення), величина якого може становити: $I_0 = (0,25-0,5) I_{ном}$. Робота в такому режимі (режимі холостого ходу) дозволяє впевнитись у правильності схеми з'єднання обмоток статора, а також експериментальним шляхом з допомогою амперметра, що входить до складу комплексу вимірювальних приладів 2, визначити реальну силу струму намагнічування і порівняти її з паспортними даними. Потім напругу, що подається на обмотки статора двигуна 3, з допомогою регульованого джерела живлення 1 підвищують до такого

значення, щоб струм в обмотках статора дорівнював його номінальному значенню ($I_0 = I_{\text{ном}}$). При цьому, використовуючи вольтметр та амперметр, що входять до складу комплексу вимірювальних приладів 2, вимірюють відповідно силу напругу та струму. Оскільки двигун працює при швидкості, що близька до номінальної, умови його охолодження відповідають нормальним, тому по результатах аналізу отриманих даних першого етапу випробування роблять також обґрунтовані висновки стосовно справності електричної частини двигуна: правильності з'єднання обмоток, відповідність температурного режиму обмоток статора до класу ізоляції, наявність дефектів ізоляції тощо.

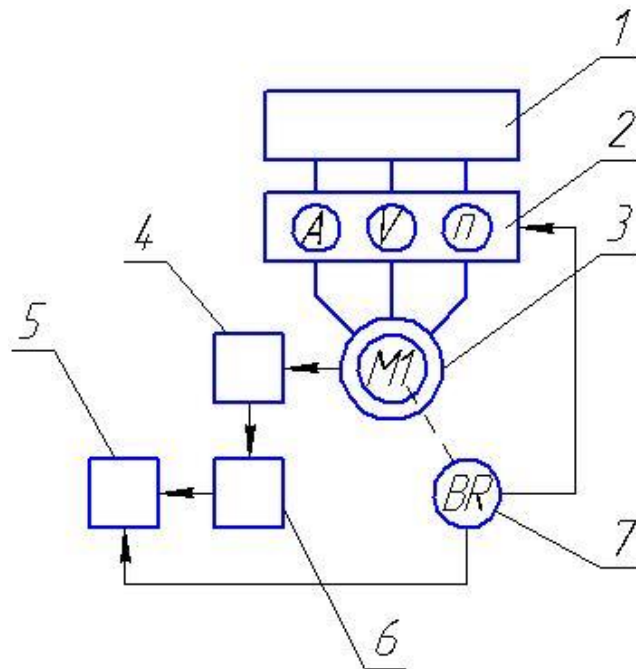


Рисунок 2.4 – Електрична схема пристрою для комплексного способу випробування електричних двигунів змінного струму: 1 – регульоване джерело живлення, 2 – комплект вимірювальних приладів, що складається з амперметра, вольтметра та тахометра, 3 – електродвигун змінного струму, 4 – датчики вібрації, 5 – аналізатор, 6 – підсилювач, 7 – тахогенератор

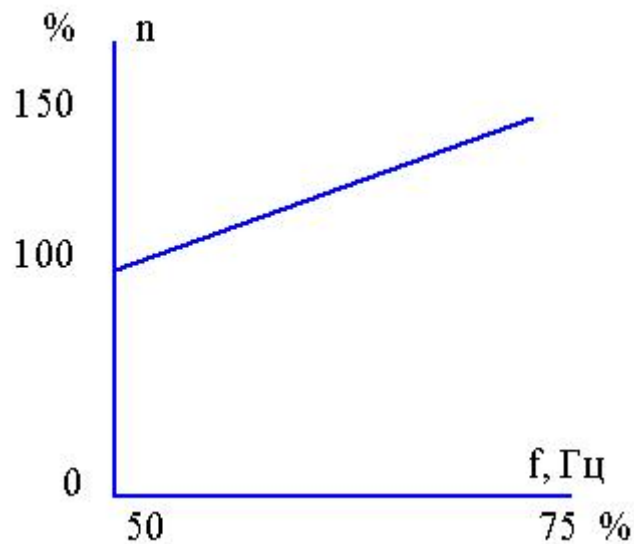


Рисунок 2.5 – Графік зміни частоти обертання ротора двигуна в залежності від частоти синусоїдального струму джерела живлення

На другій стадії випробувань напругу, що подається на обмотки статора двигуна 3, з допомогою регульованого джерела живлення 1 понижують до номінального значення, а змінюють частоту синусоїдального струму. При цьому відбувається зміна частоти обертання ротора двигуна змінного струму згідно графіка (рис. 2.5). Датчики вібрації 4 створюють сигнал, пропорційний вібрації рухомих складових частин електродвигуна 3. Величина і характер зміни вібрації в суттєвій мірі залежить від стану зношення рухомих складових частин двигуна 3 (в першу чергу підшипників) і змінюються у залежності від швидкості їх обертання. Тому при зміні частоти обертання валу двигуна 3 буде змінюватись і сигнал від датчиків вібрації 4. Сигнал від датчиків вібрації 4 підсилюється у підсилювачі 6 і подається на аналізатор 5. На аналізатор 5 подається також сигнал і від тахогенератора 7, що дає можливість отримати і проаналізувати інформацію про величину та характер вібрації при певних значеннях частоти обертання. Також від тахогенератора 7 сигнал подається на тахометр, що входить до складу комплекту вимірювальних приладів 2. Це дає можливість візуально по показах тахометра контролювати частоту обертання ротора двигуна 3 під час проведення випробувань. По результатах аналізу

отриманих даних другої стадії випробування роблять обґрунтовані висновки стосовно справності механічної частини двигуна: стану зношення підшипників, наявності або відсутності тертя складових частин ротора та статора тощо.

Таким чином, використовуючи комплексний спосіб випробування електричних двигунів змінного струму після виконання середнього або капітального ремонту в умовах електроремонтних підприємств можна обґрунтовано робити висновки про стан як електричної, так і механічної її частини і тим самим гарантувати подальшу надійну роботу двигунів після ремонту. Окрім того, простота проведення комплексного випробувань за одне встановлення електродвигуна на випробувальному стенді дозволяє вважати спосіб нетрудомістким.

2.3 Розроблення способу випробування електричних машин постійного струму під навантаженням

Усі електричні машини постійного струму після середнього або капітального ремонту повинні проходити випробування при роботі під навантаженням. Відомий спосіб випробування, згідно якого дві машин постійного струму випробують шляхом взаємного навантаження. При такому способі можливе випробування електричної машини під навантаженням як при роботі в режимі двигуна, так і в режимі генератора. Під час випробування дві електричні машини з'єднують між собою як механічно, так і електрично. При цьому, одна машина працює в режимі генератора і віддає електричну енергію другій, а друга – в режимі двигуна, споживає електричну енергію, що виробляє перша, і перетворює її в механічну шляхом обертання якоря першої машини. Згідно цього способу випробування обидві машини повинні бути або повністю у всіх відношеннях однаковими, або ж мати однаковими наступні параметри: потужність, напругу, швидкість обертання та висоту центру валу машини. Такі вимоги не дозволяють використовувати цей спосіб випробування електричних машин в умовах електроремонтних підприємств,

на яких здійснюється ремонт широкої номенклатури електричних машин, які мають суттєві відмінності як механічних, так і електричних параметрів.

Було поставлене завдання удосконалення існуючого способу випробування електричних машин постійного струму під навантаженням в умовах електроремонтного підприємства, який дозволяє враховувати відмінності механічних та електричних параметрів електричних машин, які випробують, і при цьому використовувати лише одну базову електричну машину постійного струму, яка стаціонарно встановлена на випробувальному стенді.

Поставлене завдання було досягнуте завдяки тому, що вали двох машин постійного струму (базової і тієї, що випробується після проведення ремонту) механічно з'єднують між собою з допомогою двох допоміжних валів, які з'єднані між собою шарніром рівних кутових швидкостей [5]. При цьому, один допоміжний вал з'єднаний з валом базової машини постійного струму, наприклад, з допомогою фланцевої з'єднувальної муфти. Другий допоміжний вал з'єднаний з валом машини постійного струму, яка випробується після виконання ремонту, з допомогою трикулачкового самоцентрівного патрону. Такий спосіб з'єднання двох машин постійного струму дозволяє випробувати електричні машини з різними висотами центрів та діаметрами валів.

Параметри базової електричної машини постійного струму вибираються виходячи з наступного. Її потужність повинна бути не меншою за потужність найбільш потужної електричної машини постійного струму, із тих, що випробовуються, а номінальна частота обертання валу базової машини повинна бути не меншою за номінальну частоту обертання найбільш швидкісної машини, постійного струму, із тих, що випробовуються. При цьому схеми керування роботою як базової машини постійного струму, так і тієї, що випробується, повинні забезпечувати можливість роботи обох машин, як в режимі генератора, так і в режимі двигуна. Тоді при випробуванні генератора постійного струму, після його ремонту, базова машина буде

працювати в режимі двигуна. А при випробуванні двигуна постійного струму, після його ремонту, базова машина буде працювати в режимі генератора.

Використання запропонованого способу дозволяє випробувати з використанням лише однієї базової машини постійного струму широкої номенклатури електричних машин постійного струму: генераторів або двигунів, тих, що мають різні діаметри та висоти центрів валів, різні значення номінальних частот обертання валів.

Таким чином, при випробуванні електричних машин постійного струму з використанням такого способу є можливим суттєво зменшити витрати часу на монтаж/демонтаж обладнання, а також мати лише одну базову машину для випробування широкого спектру електричних машин постійного струму.

На рис. 2.6 зображена схема механічного з'єднання базової машини постійного струму та машини постійного струму, що випробується, на рис. 2.7 – електрична схема підключення базової машини постійного струму та машини постійного струму, що випробується, і працює в режимі генератора, а на рис. 2.8 – електрична схема підключення базової машини постійного струму та машини постійного струму, що випробується, і працює в режимі двигуна.

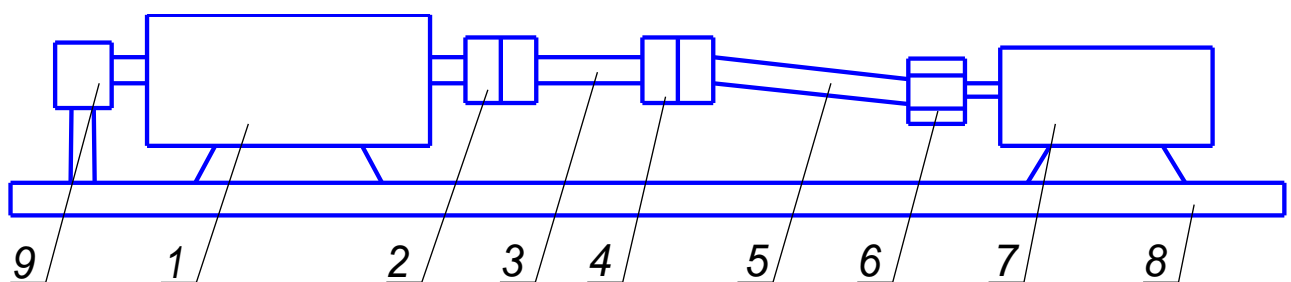


Рисунок 2.6 – Схема механічного з'єднання базової машини постійного струму та машини постійного струму, що випробується

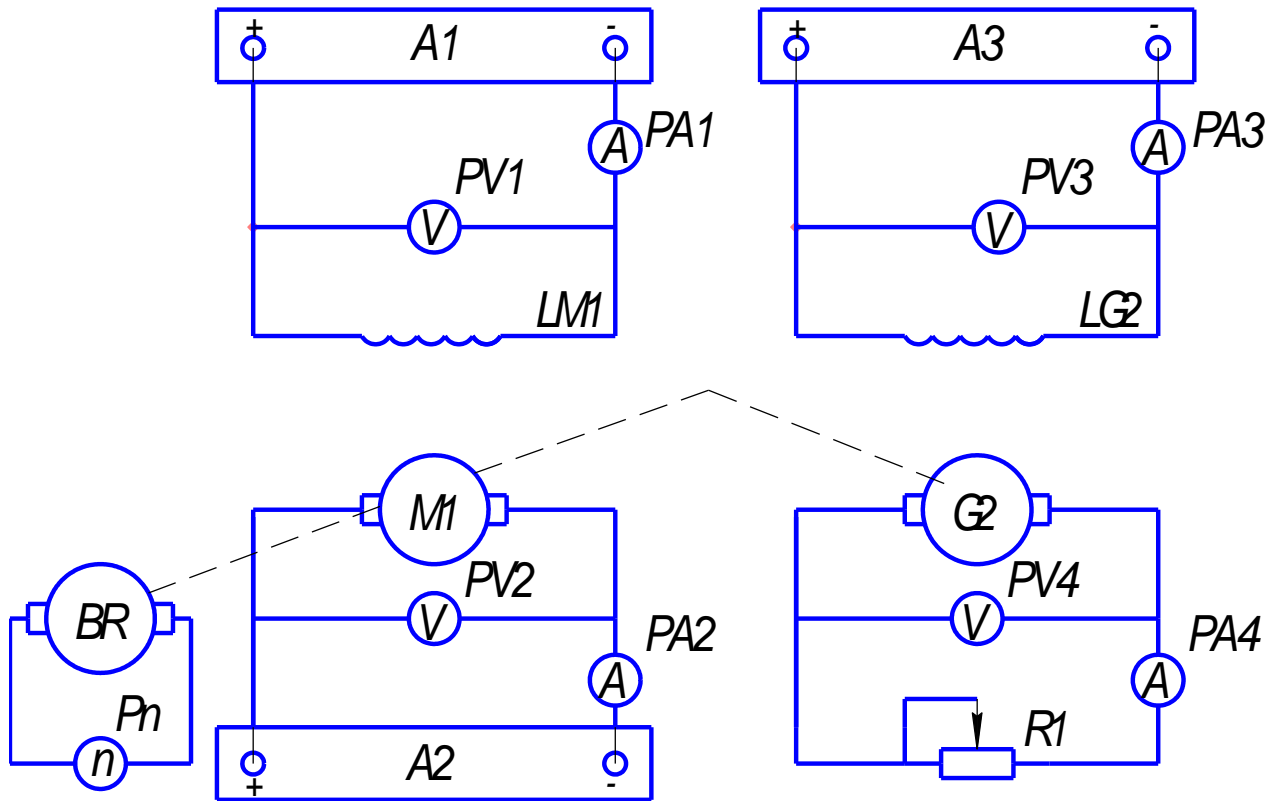


Рисунок 2.7 – Електрична схема підключення базової машини постійного струму та машини постійного струму, що випробується, і працює в режимі генератора

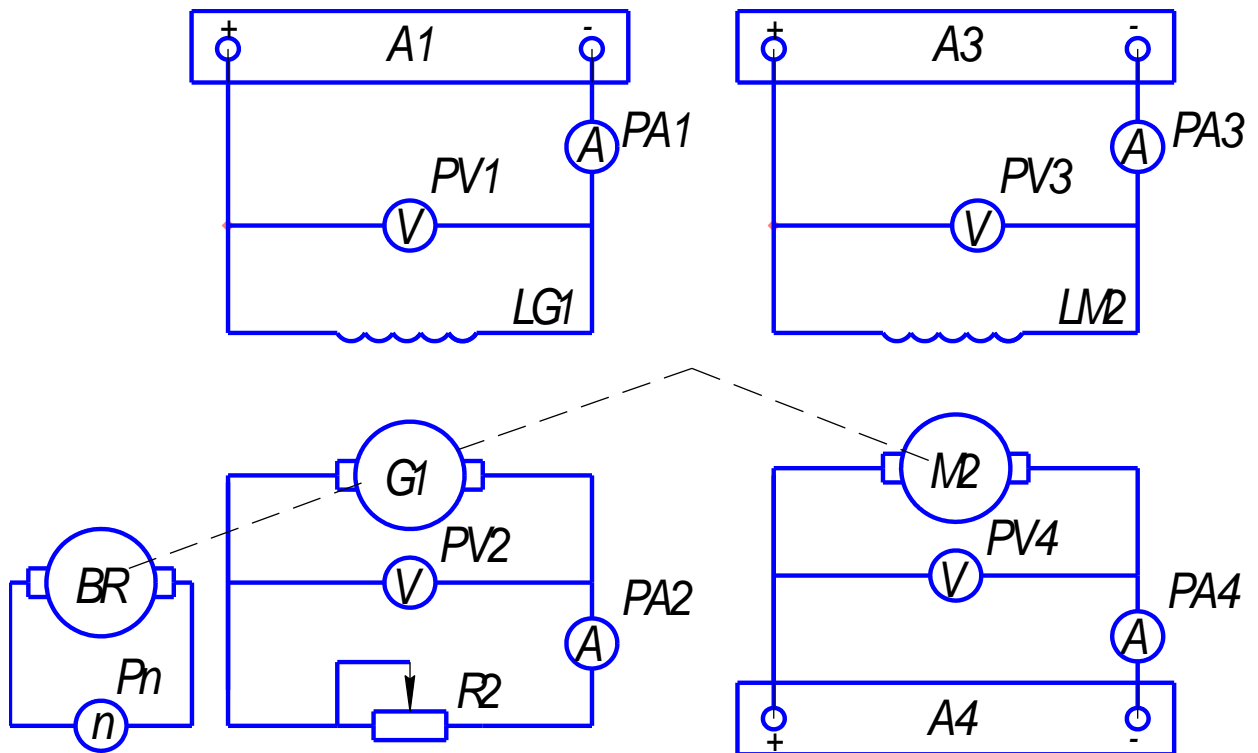


Рисунок 2.8 – Електрична схема підключення базової машини постійного струму та машини постійного струму, що випробується, і працює в режимі двигуна

Схема механічного з'єднання базової машини постійного струму та машини постійного струму, що випробується (рис. 2.6), яка забезпечує використання способу, що заявляється, містить: базову машину постійного струму 1, фланцеву з'єднувальну муфту 2, перший допоміжний вал 3, шарнір рівних кутових швидкостей 4, другий допоміжний вал 5, трикулачковий самоцентрівний патрон 6, машину постійного струму, що випробується 7, випробувальний стенд 8, на якому закріплюються базова машина постійного струму 1 та машина постійного струму, що випробується 7.

Електрична схема підключення базової машини постійного струму та машини постійного струму, що випробується, яка працює в режимі генератора (рис. 2.7) містить: A1 - регульоване джерело постійного струму живлення обмотки збудження LM1 базової машини постійного струму, що працює в

режимі двигуна; А2 - регульоване джерело постійного струму живлення обмотки якоря М1 базової машини постійного струму; А3 - регульоване джерело постійного струму живлення обмотки збудження LG2 машини постійного струму, що випробується і працює в режимі генератора; РА1 – амперметр, що вимірює силу струму в колі обмотки збудження LM1 базової машини постійного струму; РА2 – амперметр, що вимірює силу струму в колі обмотки якоря М1 базової машини постійного струму; РА3 – амперметр, що вимірює силу струму в колі обмотки збудження LG2 машини постійного струму, що випробується; РА4 – амперметр, що вимірює силу струму в колі обмотки якоря G2 машини постійного струму, що випробується; PV1 – вольтметр, що вимірює напругу на обмотці збудження LM1 базової машини постійного струму; PV2 – вольтметр, що вимірює напругу на обмотці якоря М1 базової машини постійного струму; PV3 – вольтметр, що вимірює напругу на обмотці збудження LG2 машини постійного струму, що випробується; PV4 – вольтметр, що вимірює напругу на обмотці якоря G2 машини постійного струму, що випробується; R1 – реостат, що підключений в коло обмотки якоря G2 машини постійного струму, що випробується; BR – тахогенератор; Pn – тахометр.

Електрична схема підключення базової машини постійного струму та машини постійного струму, що випробується, яка працює в режимі двигуна (рис. 2.8) містить: А1 - джерело постійного струму живлення обмотки збудження LG1 базової машини постійного струму, що працює в режимі генератора; А3 - джерело постійного струму живлення обмотки збудження LM2 машини постійного струму, що випробується, і працює в режимі двигуна; А4 - джерело постійного струму живлення обмотки якоря М2 машини постійного струму, що випробується; РА1 – амперметр, що вимірює силу струму в колі обмотки збудження LG1 базової машини постійного струму; РА2 – амперметр, що вимірює силу струму в колі обмотки якоря G1 базової машини постійного струму; РА3 – амперметр, що вимірює силу

струму в колі обмотки збудження LM2 машини постійного струму, що випробується; PA4 – амперметр, що вимірює силу струму в колі обмотки якоря M2 машини постійного струму, що випробується; PV1 – вольтметр, що вимірює напругу на обмотці збудження LG1 базової машини постійного струму; PV2 – вольтметр, що вимірює напругу на обмотці якоря G1 базової машини постійного струму; PV3 – вольтметр, що вимірює напругу на обмотці збудження LM2 машини постійного струму, що випробується; PV4 – вольтметр, що вимірює напругу на обмотці якоря M2 машини постійного струму, що випробується; R2 – реостат, що підключений в коло обмотки якоря G1 базової машини постійного струму; BR – тахогенератор; Pn – тахометр.

Була запропонована і використана послідовність випробування електричних машин постійного струму під навантаженням наступним чином.

Базову машину постійного струму 1 закріплюють на випробувальному стенді 8 стаціонарно. На одному із кінців валу базової машини постійного струму 1 стаціонарно закріплюють тахогенератор 9. До другого кінця валу базової машини постійного струму 1 з допомогою фланцевої з'єднувальної муфти 2 стаціонарно приєднують перший допоміжний вал 3. Перший допоміжний вал 3 і другий допоміжний вал 5 стаціонарно з'єднані між собою з допомогою шарніру рівних кутових швидкостей 4. На випробувальному стенді 8 розміщують машину постійного струму, що випробується 7. До валу машина постійного струму, що випробується 7, з допомогою трикулачкового самоцентрівного патрону 6 приєднують другий допоміжний вал 5. Після цього машину постійного струму, що випробується 7, закріплюється на випробувальному стенді 8. Таке з'єднання валів базової машини постійного струму 1 та машина постійного струму, що випробується 7, дозволяє передавати обертовий рух від однієї машини до іншої навіть за умови різних значень висот центрів їх валів.

У випадку коли, машина постійного струму, що випробується 7, працює в режимі генератора, спосіб випробування під навантаження здійснюють наступним чином (рис. 2.7). Від регульованого джерела постійного струму А1 здійснюється живлення обмотки збудження LM1. З допомогою вольтметра PV1 і амперметра PA1 здійснюється контроль за значеннями, відповідно, напруги та струму в колі обмотки збудження LM1. Від регульованого джерела постійного струму А2 подається напруга в коло обмотки якоря базової машини постійного струму 1. З допомогою вольтметра PV2 і амперметра PA2 здійснюється контроль за значеннями, відповідно, напруги та струму в колі обмотки якоря базової машини постійного струму 1. Зміною напруги на обмотці якоря базової машини постійного струму 1, а при необхідності, і зміною сили струму в обмотці збудження LM1 досягають такого значення частоти обертання валів двох машин, яке б дорівнювало номінальному значенню частоти обертання валу машина постійного струму, що випробується 7. Контроль за частотою обертання валів двох машин здійснюється за допомогою тахометра Pn, що підключений до тахогенератора BR, Після цього встановлюється максимально можливе значення опору реостат R1, що підключений в коло обмотки якоря G2 машини постійного струму, що випробується. На обмотку збудження LG2 машини постійного струму, що випробується 7, від регульованого джерела живлення А3 подається напруга. З допомогою вольтметра PV3 і амперметра PA3 встановлюються номінальні значення, відповідно, напруги і струму на обмотці збудження LG2. З допомогою реостата R1, що підключений в коло обмотки якоря G2 машини постійного струму, що випробується, досягають номінального значення сили струму в колі обмотки якоря G2, яке контролюється амперметром PA2. При цьому забезпечується одночасно і номінальна частота обертання валів двох машин шляхом зміни напруги на обмотці якоря базової машини постійного струму 1, а при необхідності і зміною сили струму в обмотці збудження LM1.

Відбувається випробування під навантаженням машини постійного струму, що випробується 7,

У випадку, коли машина постійного струму, що випробується 7, працює в режимі двигуна спосіб, випробування під навантаження здійснюється наступним чином (рис. 2.8). На обмотку збудження LM2 машини постійного струму, що випробується 7, від регульованого джерела живлення A3 подається напруга. З допомогою вольтметра PV3 і амперметра PA3 встановлюються номінальні значення, відповідно, напруги і струму на обмотці збудження LM2. Від регульованого джерела постійного струму A4 подається напруга в коло обмотки якоря машини постійного струму 7, що випробується, і здійснюється пуск. З допомогою вольтметра PV2 встановлюється номінальне значення напруги на обмотці якоря.

Після цього встановлюється максимально можливе значення опору реостат R2, що підключений в коло обмотки якоря G1 базової машини постійного струму 1. На обмотку збудження LG1 базової машини постійного струму 1 від регульованого джерела живлення A1 подається напруга. З допомогою вольтметра PV1 і амперметра PA1 встановлюються номінальні значення, відповідно, напруги і струму на обмотці збудження LG1. З допомогою реостата R2, що підключений в коло обмотки якоря G1 базової машини постійного струму 1 змінюють навантаження на валу машини постійного струму 7, що випробується, і досягають номінального навантаження – номінального значення сили струму в обмотці якоря M2, що вимірюється з допомогою амперметра PA4. З допомогою тахометра Pn встановлюють необхідну частоту обертання валів двох машин.

Таким чином, використовуючи такий спосіб можна випробувати в умовах ремонтного підприємства з використанням лише однієї базової машини постійного струму різні машини постійного струму, що мають суттєві відмінності як механічних, так і електричних параметрів, таких як: потужність, напруга, швидкість обертання та висота центру валу. Причому

такий спосіб дозволяє випробувати машини постійного струму як в режимі двигуна, так і в режимі генератора. Крім того, цей спосіб дає можливість суттєво зменшити витрати часу на монтаж/демонтаж обладнання перед та після проведення випробувань.

3 РОЗРОБЛЕННЯ НОВИХ СПОСОБІВ РЕМОНТУ ЕЛЕКТРОДВИГУНІВ ДЛЯ ЕЛЕКТРОПРИВОДА РОБОЧИХ МЕХАНІЗМІВ СТАНЦІЙ ТА ПІДСТАНЦІЙ

3.1 Спосіб ремонту осердя статора електричних машин змінного струму

Відомо, що номінальний зазор між статором і ротором електричних машин змінного струму становить 0,2-0,5 мм. В нових машинах він є рівномірним по всій довжині кола розточення осердя статора. Під час експлуатації електричної машини в результаті дії певних факторів (зношення підшипників, деформація валу тощо) зазор змінюється і за певних умов можливе механічне контактування осердь статора і ротора. Оскільки осердя виготовляються не суцільними, а шихтованими (із окремих пластин товщиною від 0,1-0,5 мм, електрично ізольованих між собою) то навіть незначне контактування статора і ротора призводить до створення задирок, які з'єднують між собою окремі пластини, що призводить до збільшення магнітних втрат і зниження ККД машини. Для поновлення нормальної працездатності електричної машини необхідно виконати ремонт з метою поновлення осердя статора шляхом усунення задирок.

На практиці одним із способів поновлення осердя статора машини змінного струму є такий, згідно якого з допомогою спеціального ножа і молотка "затерті" листи осердя статора роз'єднують. Ножем проводять між кожними сусідніми пластинами, при цьому наносять удари молотком по його бокових поверхнях. Після зняття всіх задирок листи осердя по чергово розсовують викруткою або ножем і щілини, що створюються, заповнюються лаком БР-99 і в них на глибину 10-15 мм закладаються пластини із слюди товщиною 0,05-0,07 мм. Ремонт пошкодженої ділянки осердя статора завершується покриттям її лаком БТ-99.

Відомий також спосіб, згідно якого місцеві замикання на поверхні розточення статора, зумовлені появою задирок, які усуваються травленням кислотою. Спочатку температуру пошкоджених частин осердя статора доводять до 70-95 °С шляхом індукційного нагрівання. Обмотку і ті вентиляційні канали, які знаходяться поблизу місця ремонту пакетів активної сталі, захищають від кислоти і стружки азбестовою замазкою та гумовими килимками. Пошкоджені ділянки осердя зачищають. Стружку та пил видаляють з допомогою пилососу. Потім знову місця пошкодження нагрівають до 75-105 °С, протравлюють зачищені ділянки тампоном, що змочений в концентрованій азотній кислоті, слідкуючи за тим, щоб кислота не розтікалась за межі ділянки, яка обробляється. Якщо площа пошкодженої ділянки велика, то її обробляють частинами. Після обробки тривалістю 1-2 хв. ділянку витирають серветками, що змочені теплою дистильованою водою. Обробку повторюють 5-6 разів. Весь час здійснюють контроль за температурою. Якщо вона спадає нижче 55 °С, то травлення зупиняють, повторюють нагрівання і лише після цього процес продовжують. Після закінчення процесу травлення залишки кислоти нейтралізують 4-5 - кратною обробкою протравлених місць ватними тампонами, що змочені 10%-ним розчином кальцинованої соди. Потім оброблені ділянки промивають теплою дистильованою водою, протирають насухо серветками та промивають спиртом.

Головними недоліками такого способу є велика кількість операцій, складність виконання окремих із них та можливість пошкодження працездатних елементів статора (в першу чергу обмотки статора) концентрованою азотною кислотою.

Було поставлене завдання усунути місцеві замикання пластин сталі на поверхні розточення осердя статора, зумовлені появою задирок, шляхом електрохімічної обробки пошкодженої ділянки, не погіршуючи при цьому електроізоляційні властивості статора і підвищити ефективність ремонту.

Поставлене завдання було досягнутим завдяки тому, що у способі поновлення осердя статора машин змінного струму задирки видаляють шляхом електрохімічної обробки пошкодженої ділянки з використанням електрод-катода з електроізоляційними прокладками, який розміщують в розточення статора. Пошкоджену ділянку осердя повністю покривають електролітом, яким заповнюють умовну ванну, створену частиною осердя статора та двома пластинами. Як електроліт використовують розчини нейтральних мінеральних солей, наприклад, NaCl або NaNO_3 . Через електрод-катод, електроліт та осердя (анод) пропускають постійний електричний струм і видаляють задирки електрохімічним розчиненням їх в електроліті, промивають поновлену ділянку водою та просушують.

Виконання розробленого способу поновлення осердя статора машин змінного струму не потребує використання механічних зусиль або хімічно активних речовин, що дозволяє уникнути пошкодження працездатних ділянок статора (осердя та обмотки статора), а також не погіршує їх електроізоляційних властивостей і підвищує ефективність ремонту.

На рис. 3.1 зображено розріз пошкодженої ділянки статора з задирками, на рис. 3.2 – вид спереду (в розрізі) пристрою для проведення електрохімічної обробки пошкодженої ділянки осердя статора, а на рис. 3.3 – вид зверху пристрою для проведення електрохімічної обробки пошкодженої ділянки осердя статора.

В результаті механічного контактування осердь статора і ротора з'являються задирки 3 (рис. 3.1), які перекривають ізоляцію 2 і зумовлюють замикання сусідніх пластин 1 електротехнічної сталі. Задирки 3, які зумовлюють замикання сусідніх пластин сталі на поверхні розточення статора, дещо виступають над основною поверхнею розточення статора і мають загострені кінці.

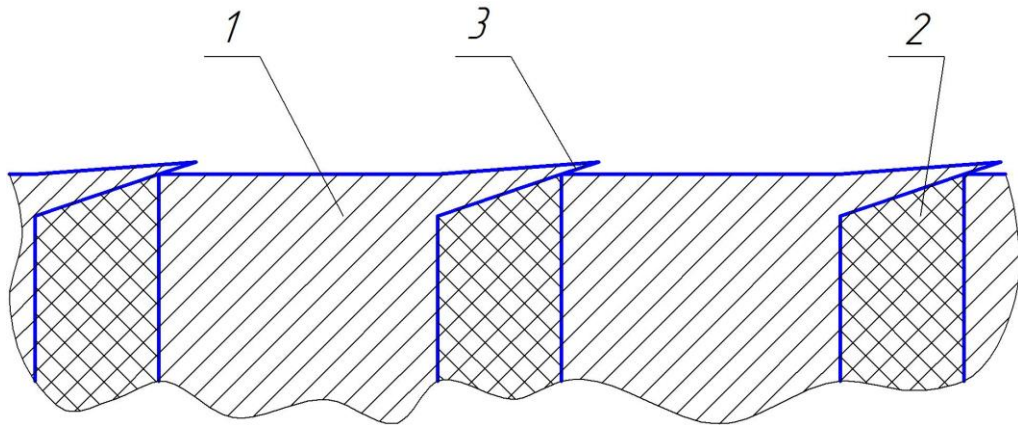


Рисунок 3.1 – Розріз пошкодженої ділянки статора з задирками

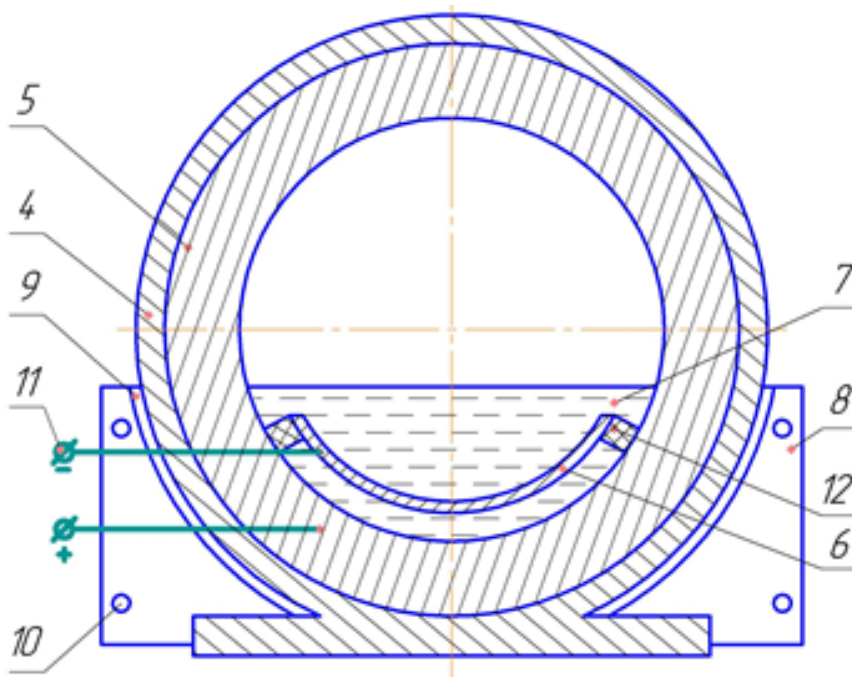


Рисунок 3.2 – Вид спереду (в розрізі) пристрою для проведення електрохімічної обробки пошкодженої ділянки осердя статора

Для того, щоб усунути місцеві замикання на поверхні розточення статора, зумовлені появою задирок і поновити осердя статора електричної машини змінного струму, використовується пристрій для проведення електрохімічної обробки пошкодженої ділянки статора з задирками (рис. 3.2, 3.3), який дозволяє реалізувати цей процес.

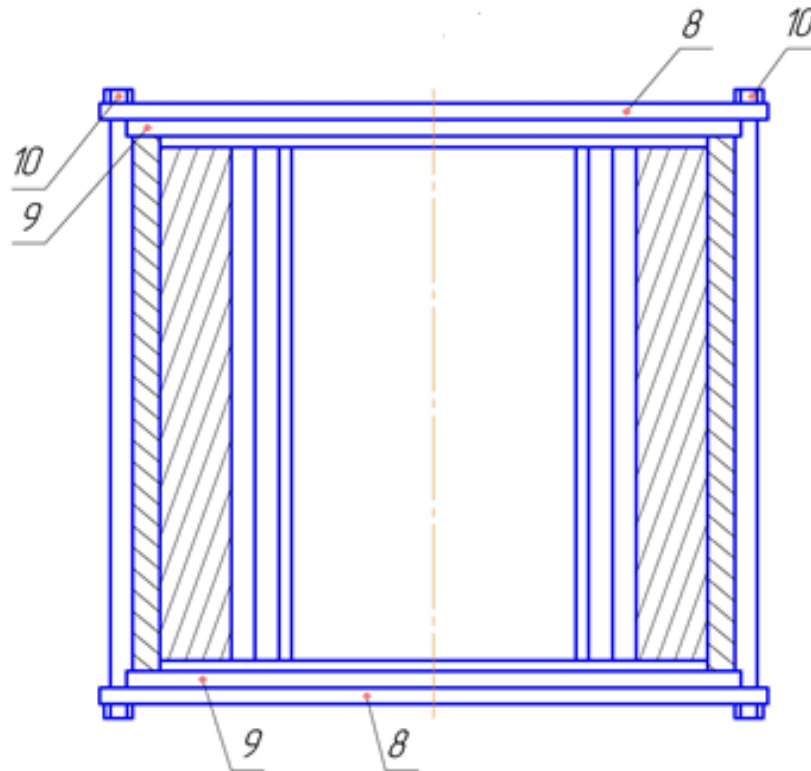


Рисунок 3.3 – Вид зверху пристрою для проведення електрохімічної обробки пошкодженої ділянки осердя статора

Пристрій має наступні складові частини: 4 - корпус статора електричної машини, 5 - осердя статора, 6 - електрод-катод, 7 - електроліт, 8 - пластини, 9 - герметичні прокладки, 10 - гвинти, 11- джерело постійного струму, 12 - електроізоляційні прокладки.

Особливості виготовлення окремих частин пристрою полягають в наступному. Електрод-катод 6 виготовляється із листового струмопровідного матеріалу і має таку форму, що після встановлення в середину розточення статора зазор між електродом-катодом 6 і поверхнею розточення статора буде рівномірним. Ізоляційні прокладки 12 унеможливають контактування електроду-катода 6 і осердя 5, яке в процесі електрохімічної обробки виконує функцію аноду.

Спосіб поновлення осердя статора електричних машин змінного струму здійснюється наступним чином. З торців корпусу 4 статора встановлюють дві

пластини 8, які виготовляються із електроізоляційного матеріалу (наприклад, текстоліт). Між кожною із пластин 8 і осердям 5 статора встановлюють герметичні прокладки 9 (наприклад, із гуми). Пластини 8 стягуються гвинтами 10. В розточення статора вставляють електрод-катод 6, на зовнішній поверхні якого розміщені електроізоляційні прокладки 12, які унеможливають контактування електроду-катода 6 і осердя 5. Пластини 8 разом з частиною осердя 5, до якої вони притиснені, створюють умовну ванну, в яку заливається електроліт 7. В якості електроліту використовуються водні розчини нейтральних мінеральних солей NaCl або NaNO_3 . Розміри пластин 8 вибираються так, щоб електролітом 7 повністю покривалась пошкоджена ділянка осердя 5 статора. Осердя 5 статора та електрод-катод 6 підключають до джерела постійного струму 11. При проходженні постійного електричного струму через електрод-катод 6, електроліт 7, і осердя (анод) 5 відбувається розчинення поверхні осердя (анода) в електроліті. Причому, в першу чергу і більш інтенсивно будуть розчинятися задирки 3, які виступають над основною поверхнею розточки осердя 5 статора і мають загострені кінці. Після електрохімічного розчинення задирок 3 електроліт 7 видаляють, оброблену поверхню осердя 5 статора промивають проточною водою, а потім просушують.

Таким чином, використовуючи такий спосіб поновлення осердя статора електричних машин змінного струму можна значно спростити та здешевити ремонт електричних машин, оскільки цей спосіб, в порівнянні з прототипом, є нетрудоміським, не потребує використання хімічноактивних речовин, а тому не погіршує електроізоляційних властивостей як осердя, так і обмотки статора.

3.2 Спосіб ремонту осердя короткозамкненого ротора електричних машин змінного струму

Під час експлуатації асинхронних машин з короткозамкненим ротором в результаті дії певних факторів (зношення підшипників, деформація валу

тощо) зазор між статором і ротором змінюється і за певних умов можливе механічне контактування осердь статора і ротора. Оскільки осердя короткозамкненого ротора виготовляються не суцільними, а шихтованими (із окремих пластин товщиною від 0,1-0,5 мм, електрично ізольованих між собою) то навіть незначне контактування статора і ротора призводить до створення задирок, які з'єднують між собою окремі пластини, що призводить до збільшення магнітних втрат і зниження ККД машини. Для поновлення нормальної працездатності електричної машини необхідно виконати ремонт з метою поновлення осердя короткозамкненого ротора шляхом усунення задирок.

Було поставлене завдання усунути місцеві замикання пластин сталі на поверхні осердя короткозамкненого ротора, зумовлених появою задирок, шляхом електрохімічної обробки пошкодженої ділянки, не погіршуючи при цьому електроізоляційні властивості ротора і підвищити ефективність ремонту.

Поставлене завдання вдалось досягти завдяки тому, що у способі поновлення короткозамкненого ротора машин змінного струму задирки видаляють шляхом електрохімічної обробки пошкодженої поверхні з використанням електрод-катода. Під час поновлення ротор повільно обертається навколо своєї вісі і при цьому забезпечується рівномірний технологічний зазор між поверхнями ротора і електрод-катода.

Весь електрод-катод і частину поверхні ротора занурюють у електроліт, яким заповнюють ванну. Як електроліт використовують розчини нейтральних мінеральних солей, наприклад, NaCl або NaNO_3 .

Вал ротора закріплюють в підшипниках, які електрично ізольовані від ванни, і в яких він має можливість повільно обертатися навколо своєї вісі з допомогою електропривода.

Через електрод-катод, електроліт та осердя ротора (анод) пропускають постійний електричний струм і видаляють задирки електрохімічним

розчиненням їх в електроліті, промивають поновлену ділянку водою та просушують.

Виконання способу поновлення осердя короткозамкненого ротора машин змінного струму не потребує використання механічних зусиль або хімічно активних речовин, що дозволяє уникнути пошкодження працездатних ділянок ротора (осердя та обмотки), а також не погіршує їх електроізоляційних властивостей і підвищує ефективність ремонту.

На рис. 3.4 зображений вид збоку (в розрізі) пристрою для проведення електрохімічної обробки пошкодженої поверхні осердя короткозамкненого ротора, а на рис. 3.5 – вид спереду (в розрізі) пристрою для проведення електрохімічної обробки пошкодженої поверхні осердя короткозамкненого ротора.

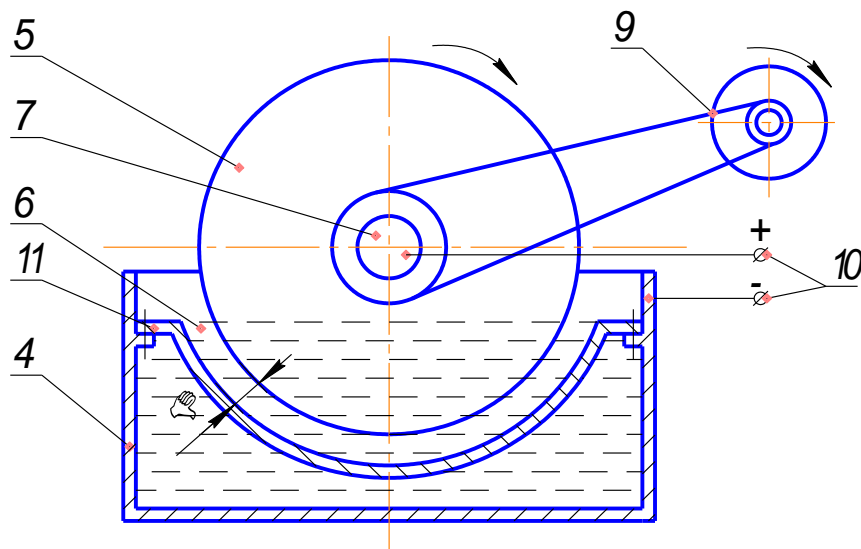


Рисунок 3.4 – Вид збоку (в розрізі) пристрою для проведення електрохімічної обробки пошкодженої поверхні осердя короткозамкненого ротора

В результаті механічного контактування осердь статора і ротора з'являються задирки 3 (рис.3.1), які перекривають ізоляцію 2 і зумовлюють замикання сусідніх пластин 1 електротехнічної сталі короткозамкненого ротора. Задирки 3, які зумовлюють замикання сусідніх пластин сталі на

поверхні короткозамкненого ротора, дещо виступають над основною поверхнею ротора і мають загострені кінці.

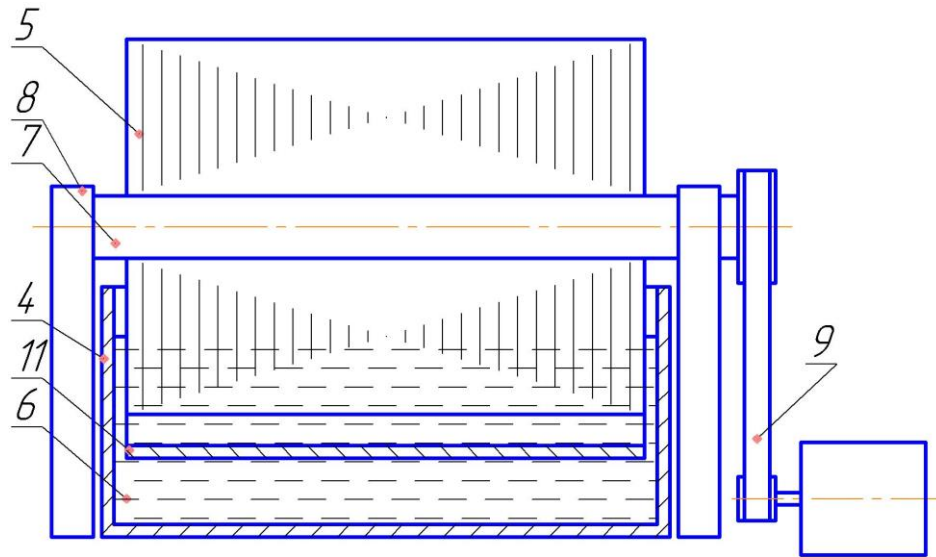


Рисунок 3.5 – Вид спереду (в розрізі) пристрою для проведення електрохімічної обробки пошкодженої поверхні осердя короткозамкненого ротора

Для того, щоб усунути місцеві замикання на поверхні осердя короткозамкненого ротора електричної машини змінного струму, зумовлені появою задирок, і поновити осердя, використовується пристрій для проведення електрохімічної обробки пошкодженої ділянки з задирками (рис. 3.4, 3.5), який дозволяє реалізувати цей процес. Пристрій має наступні складові частини: 4 - ванну, 5 - осердя ротора, 6 - електроліт, 7 - вал ротора, 8 - підшипники, 9 - електропривод, 10 - джерело постійного струму, 11- електрод-катод.

Особливості виготовлення окремих частин пристрою полягають в наступному. Електрод-катод 11 виготовлений із листового струмопровідного матеріалу і закріплюється в середині ванни 4. Електрод-катод 11 має таку форму, що після встановлення ротора на ванну технологічний зазор Δ між поверхнями осердя ротора 5 і електрод-катодом 11, буде рівномірним. Це забезпечує рівномірне видалення задирок по всій поверхні осердя ротора 5.

Вал 7 ротора закріплюється в підшипниках 8, які є електрично ізолюваними від ванни 4.

Спосіб поновлення осердя короткозамкненого ротора електричних машин змінного струму здійснюється наступним чином. Після встановлення ротора з підшипниками 8 на ванну 4, між поверхнями осердя ротора 5 і електрода-катода 11 буде мати місце рівномірний технологічний зазор Δ , заповнений електролітом 6, що заливається в ванну 4. В якості електроліту 6 використовуються водні розчини нейтральних мінеральних солей NaCl або NaNO_3 . Електрод-катод 11 з'єднується з від'ємним ("-"), а осердя ротора (анод) 5 - з додатнім ("+") полюсом джерела постійного струму 10. Повільний обертовий рух ротору 5 надається з допомогою електропривода 9. При проходженні постійного електричного струму через електрод-катод 11, електроліт 6 і ротор (анод) 5 відбувається розчинення поверхні ротора (анода) 5 в електроліті. Причому, в першу чергу і більш інтенсивно будуть розчинятися задирки 3, які виступають над зовнішньою поверхнею осердя ротора 5 і мають загострені кінці. Після електрохімічного розчинення задирок 3 ротор виймають з ванни 4, поверхню осердя ротора 5 промивають проточною водою, а потім просушують.

Таким чином, використовуючи такий спосіб поновлення осердя короткозамкненого ротора електричних машин змінного струму можна значно спростити та здешевити ремонт електричних машин, оскільки цей спосіб, в порівнянні з прототипом, є нетрудоміським, не потребує використання хімічно активних речовин, а тому не погіршує електроізоляційних властивостей як осердя, так і обмотки ротора.

ВИСНОВКИ

1. Були сформульовані основні вимоги до електроприводу робочих машин станцій та підстанцій.
2. Був розроблений новий спосіб асинхронні двигуни з фазним ротором.
3. Був розроблений новий спосіб комплексного випробування двигунів змінного струму.
4. Був розроблений спосіб випробування електричних машин постійного струму під навантаженням.
5. Був розроблений спосіб ремонту осердя статора електричних машин змінного струму.
6. Був розроблений спосіб поновлення осердя короткозамкненого ротора електричних машин змінного струму.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Василега П. О., Муріков Д. В. Електропривод робочих машин: Навч.посібник/ За ред. П. О.Василеги. – Суми: ВТД «Університетська книга», 2006. – 228 с.

2. Деклараційний патент на корисну модель. Україна (11) 11264 (19) (UA) (51) 7 G01R31|34 Спосіб випробування асинхронних двигунів. Автори: Муріков Д. В., Василега П. О. Сумський державний університет. 15.12.2005. Бюл. № 12 3 стор.

3. Деклараційний патент на корисну модель. Україна № 62136. Спосіб випробування асинхронних двигунів з фазним ротором. МПК G01R31|34(2006.01). Автори: Муріков Д. В., Василега П. О. Сумський державний університет. 10.08.2011. Бюл. № 15, 4 стор.

4. Патент на корисну модель. Україна № 120551. МПК-G01R 31|34 (2006.01). Спосіб комплексного випробування двигунів змінного струму. Винахідники: Василега П.О., Муріков Д.В. Сумський державний університет. 10.11.2017. Бюл. № 21, 4 стор.

5. Деклараційний патент на корисну модель. Україна № 85895. МПК-2013.01 G01R 31|00. Спосіб випробування електричних машин постійного струму під навантаженням. Винахідники: Муріков Д.В., Василега П.О. Сумський державний університет. 10.12.2013. Бюл. № 23, 6 стор.

6. Деклараційний патент на корисну модель. Україна № 82974. МПК-2013.01 H02K 1|00. Спосіб поновлення осердя статора електричних машин змінного струму. Винахідники: Муріков Д.В., Василега П.О. Сумський державний університет. 27.08.2013. Бюл. № 16, 4 стор.

7. Деклараційний патент на корисну модель. Україна № 97554. МПК-2015.01 H02K 1|00. Спосіб поновлення осердя короткозамкненого ротора електричних машин змінного струму. Винахідники: Муріков Д.В., Василега П.О. Сумський державний університет. 25.03.2015. Бюл. №6, 4 стор.