



УКРАЇНА

(19) UA (11) 62698 (13) U  
(51) МПК  
G01R 31/34 (2006.01)

ДЕРЖАВНА СЛУЖБА  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІ  
УКРАЇНИ

## ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

видається під  
відповідальність  
власника  
патенту

### (54) СПОСІБ ВИПРОБУВАННЯ СИНХРОННИХ ГЕНЕРАТОРІВ

1

2

(21) u201101648

(22) 14.02.2011

(24) 12.09.2011

(46) 12.09.2011, Бюл.№ 17, 2011 р.

(72) МУРІКОВ ДМИТРО ВОЛОДИМИРОВИЧ

(73) СУМСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

(57) Спосіб випробування синхронних генераторів шляхом одночасного випробування обмоток статора та обмотки збудження синхронного генератора, для чого на статор синхронного генератора, що має трифазну обмотку і, на якорі якого окрім обмотки збудження є короткозамкнена демпферна обмотка, подають номінальне значення напруги від регульованого джерела живлення, здійснюючи таким чином випробування синхронного генератора в режимі класичного холостого ходу, потім підвищують напругу за допомогою регульованого джерела живлення в залежності від класу регуляції обмоток статора до такого значення, щоб струм

в обмотках статора дорівнював або ж був більше номінального значення величини струму, регулюють його величину та величину напруги в колі обмоток статора, одночасно відключають, з'єднану з другим входом джерела живлення, обмотку збудження синхронного генератора від джерела живлення і замикають її на регульований опір, електрично з'єднаний з обмоткою живлення, і також регулюють величини струму та напруги уже в колі обмотки збудження синхронного генератора, який **відрізняється** тим, що запуск синхронного генератора, а саме обертання якоря синхронного генератора здійснюють використовуючи електромагнітний момент створений обертовим магнітним полем обмоток статора синхронного генератора і струмом демпферної обмотки, і одночасно із випробуванням обмоток статора і обмотки збудження синхронного генератора аналізують справність і температурний режим демпферної обмотки.

Корисна модель належить до галузі електротехніки, а саме – до систем випробування електричних машин змінного струму, зокрема синхронних, після середнього чи капітального їх ремонту в умовах електроремонтних підприємств.

Усі генератори після кожного ремонту повинні проходити випробування на надійність 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 задовольняють споживача. По своїй конструкції синхронні двигуни близькі до конструкції асинхронних двигунів тому, що статор синхронного генератора має трифазну обмотку і на якорі, окрім обмотки збудження, яка живиться постійним струмом, є короткозамкнена демпферна обмотка, яку можна використовувати як пускову і робочу при роботі генератора в асинхронному режимі.

Таким чином, робота синхронного генератора при запуску і роботі в асинхронному режимі аналогічна роботі синхронного двигуна, тому для випробування синхронних генераторів найбільш підходять способи, що використовують для випробування синхронних двигунів.

Відомий спосіб випробування синхронних генераторів після проведення ремонту шляхом використання режиму холостого ходу (див. Вольдек А. И. Электрические машины. Л.: Энергия, 1979. - С. 656-658). Випробування генераторів здійснюють шляхом обертання якоря генератора від приводного пристрою, при цьому обмотка збудження живиться постійним струмом від автономного джерела, тобто потрібно використання спеціального обладнання для обертання якоря генератора, що пов'язане зі значними фінансовими затратами.

Відомий також спосіб випробування синхронних двигунів, при якому випробування двигунів здійснюють в дві ситуації, спочатку на обмотки статора подають номінальне значення напруги від регульованого джерела живлення, тобто випробування ведуть в режимі класичного холостого ходу.

При цьому пускова короткозамкнена обмотка, яка аналогічна демпферній в синхронному генераторі, виконується роль обмотки ротора в асинхронному режимі роботи синхронного двигуна. Потім на другій стадії в залежності від класу ізоляції обмотки статора, підвищують напругу до такого значення, щоб струм в обмотках статора дорівню-

(19) UA (11) 62698 (13) U

вав номінальному значенню, або був більше його, регулюють його величину, а також величину напруги за допомогою регульованого джерела живлення і досліджують за допомогою амперметра та вольтметра, які включені в колі обмотки статора і одночасно випробують обмотку збудження, з'єднану з другим входом регульовального джерела живлення, для чого обмотку збудження відключають від джерела живлення і замикають на регульовальний опір, який електрично з'єднаний з обмоткою живлення, також вимірюють величину струму і напруги в обмотці збудження за допомогою амперметра і вольтметра, які включені в колі цієї обмотки. (Див. патент України № 53130 М. кл. G01R 31/34, 27.09.2010 р.).

Після використання даного способу для випробування синхронних генераторів в подальшій їх експлуатації також неможливо уникнути аварійної ситуації, тому що не враховується справність демпферної обмотки і таким чином неможливо робити висновки про надійність роботи генератора після ремонту.

Даний спосіб є найбільш близьким до корисної моделі, яка заявляється з технічної суті і результату, який досягається, завдяки чому і прийнятий як прототип.

В основу корисної моделі поставлена задача удосконалення існуючого способу випробування двигунів в асинхронному режимі, який дозволить враховувати якість як обмоток статора і обмоток збудження і, окрім цього, справність і температурний режим демпферної обмотки, що сприятиме підвищенню експлуатаційної надійності та обслуговування генераторів в подальшому.

Поставлена задача вирішується тим, що вал якоря генератора обертається не приводним пристроєм (наприклад, двигуном), а електромагнітним моментом, який створюється обертовим магнітним полем обмотки статора генератора і струмом демпферної обмотки.

Випробування генераторів, як і синхронних двигунів здійснюють у дві стадії, спочатку подають номінальне значення напруги від регульовального джерела живлення на статор синхронного генератора, здійснюючи таким чином випробування синхронного генератора в режимі класичного холостого ходу, потім підвищують напругу за допомогою регульовального джерела живлення в залежності від класу ізоляції обмоток статора до такого значення, щоб струм в обмотках статора дорівнював або ж був більше номінального значення величин струму, регулюють його величину та величину напруги в колі обмоток статора, одночасно відключають з'єднану з другим входом джерела живлення обмотку збудження синхронного генератора від джерела живлення і замикають її на регульовальний опір, електрично з'єднаний з обмоткою живлення, і також регулюють величину струму та напруги уже в колі обмотки збудження синхронного генератора.

Напруга, що подана на обмотку статора генератора, створює обертове магнітне поле, яке перетинає демпферну обмотку, створюючи в ній електрорушійну силу (ЕРС), під дією якої по демпферній обмотці потече струм, що дозволить од-

ночасно з випробуванням обмотки статора та обмотки збудження здійснювати випробування демпферної обмотки, аналізуючи її температурний режим за допомогою температурних датчиків і її технічну справність (відсутність тріщин в стержнях демпферної обмотки, якість закріплення їх в короткозамкнених кільцях).

Таким чином, при випробуванні синхронних генераторів з використанням такої технології можливо вчасно виявити дефекти не тільки в обмотках статора і збудження, але і демпферній обмотці після капітального ремонту. А це, в свою чергу, дозволяє робити висновки про надійність синхронних генераторів.

Графічна частина заявки пояснює суть корисної моделі, де на фіг. 1 показана електрична схема пристрою для використання даного способу випробування на фіг. 2 графік зміни струму в обмотках статора генератора в залежності від величини напруги в % від номінальної. На фіг. 3 графік зміни струму на обмотках збудження в залежності від величини регульовального опору в % від номінального.

Пристрій для реалізації способу випробування синхронних генераторів містить (фіг. 1) регульовальне джерело 1 живлення, випробувальний синхронний генератор 2, який має трифазну обмотку і на якорі якого, крім обмотки 3 збудження, є демпферна обмотка 4. Обмотка статора синхронного генератора 2 електрично зв'язана з джерелом 1 живлення, другий вхід якого з'єднаний з обмоткою 3 збудження, яка в свою чергу електрично з'єднана з регульовальним опором 5.

Окрім цього, в коло обмотки статора та обмотки 3 збудження синхронного генератора 2 для дослідження величини струму і напруги включені амперметри 6, 7 та вольтметри 8, 9 відповідно.

Спосіб випробування синхронних генераторів здійснюють наступним чином. На обмотку статора синхронного генератора 2, що випробовується, і яка не має пристрою для обертання якоря, від джерела 1 живлення подають номінальне значення напруги. В цьому випадку по обмотках статора синхронного генератора 2 протікає струм  $I_0$  (струм намагнічування), величина якого може складати  $I_0 = (0,25-0,5) I_{ном}$ . Цей струм створює обертове магнітне поле, яке перетинає демпферну обмотку 4, створює в ній ЕРС, під дією якої по обмотці 4 потече струм. Обертове магнітне поле взаємодіє зі струмом демпферної обмотки 4 створюючи обертовий електромагнітний момент, під дією якого якорь синхронного генератора 2 починає обертатися.

Робота в такому режимі (режим холостого ходу синхронного двигуна) дозволяє перевірити наявність схеми з'єднання обмоток статора синхронного генератора 2 і експериментально визначити величину струму намагнічування.

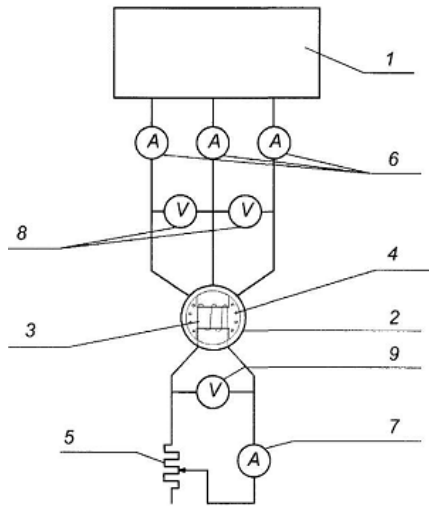
Таким чином, перша стадія випробувань якості обмотки статора синхронного генератора 2 відбувається в режимі класичного холостого ходу. Потім в залежності від класу ізоляції обмотки статора синхронного генератора 2 за допомогою регульовального джерела 1 живлення підвищують напругу до такого значення, щоб струм в обмотках статора

синхронного генератора 2 дорівнював номінальному значенню ( $I_0 = I_H$ ) (фіг. 2). Величину напруги вимірюють за допомогою вольтметра 8, а величину струму - за допомогою амперметра 6.

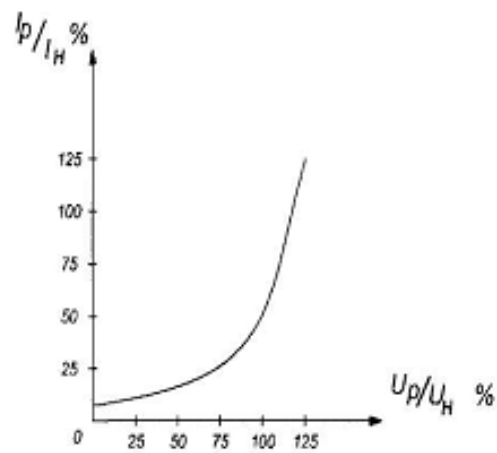
Одночасно відбувається випробування обмотки 3 збудження й демпферної обмотки 4 синхронного генератора 2 наступним чином. Обертове магнітне поле перетинає обмотку 3 збудження і демпферну обмотку 4 і створює ЕРС, під дією якої по обмотках 3, 4 збудження і демпферної відповідно протікає струм. Величину струму в обмотці 3 (фіг. 3) збудження регулюють за допомогою регульовального опору 5 (реостату) і вимірюють за допомогою амперметра 7, а напругу – за допомогою вольтметра 9 (фіг. 3), одночасно відбувається і дослідження справності і температурного режиму демпферної обмотки 4. Оскільки ярмі синхронного генератора 2 обертається при швидкості, що бли-

зько до номінальної, умови охолодження синхронного генератора 2 відповідають нормальним умовам, тому по результату перевірки його температурного режиму (можливе використання температурних датчиків) і аналізу отриманих даних роблять висновки про його надійність після капітального або іншого ремонту.

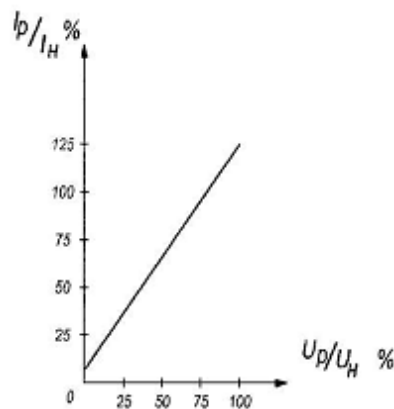
Таким чином, використовуючи цей спосіб випробування синхронних генераторів після виконання різного виду ремонту, можливо робити висновки стосовно відсутності несправностей в демпферній обмотці, регулювати температурний режим у відповідності до класу ізоляції обмоток статора і обмоток збудження, своєчасно усувати дефекти демпферної обмотки, а також дефекти ізоляції, аналізувати роботу генератора стосовно його надійності. Окрім цього, простота проведення операцій дозволяє вважати спосіб нетрудомістким.



Фиг. 1



Фиг. 2



Фиг. 3