

УДК 621.313.821

КОНТРОЛЬ СТАНУ ІЗОЛЯЦІЇ ОБМОТОК ВІТРОГЕНЕРАТОРІВ

В.В. Чумак¹, О.В. Вишневський²

*Національний технічний університет України «Київський
політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»,
проспект Перемоги 37, м.Київ, Україна,
тел:(044) 204-95-18, e-mail: ntuukafem@ukr.net*

В роботі представлено аналіз частотних характеристик вітрогенераторів зі всипними обмотками з урахуванням процесів послідовної руйнації ізоляційної конструкції впливом тепло-вологих циклів. Показано, що частотні характеристики можуть бути узагальненим параметром стану ізоляції в умовах періодичного відстеження якості ізоляції при регламентних ревізіях. Доведено, що частотні характеристики, які зняті в режимах холостого ходу та короткого замикання мають діагностичні ознаки рівня руйнації ізоляції при зволоженні, які полягають в зміщенні екстремумів характеристик в область більш низьких частот, а також зменшення площі під кривою між мінімальними і максимальними екстремумами характеристики.

Ключові слова: високочастотні процеси, високочастотний, вхідний опір, вітрогенератори зі всипними обмотками, ємність.

INSULATION CONDITION OF WIND GENERATOR WINDING INSULATION

The article presents an analysis of the frequency characteristics of wind turbines with bulk windings, taking into account the processes of successive destruction of the

insulating structure by the influence of warm-wetcycles. It is shown that the frequency characteristics can be a generalized parameter of the insulation state in the conditions of periodic monitoring of the insulation quality during routine audits. It is proved that the frequency characteristics, which are taken in the idle and short circuit modes, have diagnostic signs of the level of insulation destruction during humidification, which consist in shifting the performance extremes to the lower frequency range and reducing the area under the curve between minimum and maximum performance extremes.

Keywords: *high-frequency processes, high-frequency, input resistance, wind generators with bulk windings, capacity.*

ORCID: ¹0000-0001-8401-7931, ²0000-0001-7814-9030.

Робота вітрогенераторів зі зволоженою зістареною ізоляцією призводить до її швидкого руйнування і є небезпечною через більшу вірогідність аварійної відмови, тому проблема оцінки стану зволоження зістареної ізоляції є актуальною та потребує створення нових способів визначення ступеню можливості її подальшої експлуатації. Значний вплив на стан ізоляційної конструкції має зволоження ізоляції при змінах кліматичних умов. Для нової ізоляції ця проблема стоїть не так гостро, порівняно зі зволоженням зістареної ізоляції.

Розвиток дефекту ізоляції відбувається під впливом зволоження, термічних руйнувань, механічних пошкоджень, електричного поля робочої напруги і перенапруги, забруднень і т. п.

Методи діагностики вітрогенераторів широко досліджувались раніше [1-4]. Найбільш розповсюдженими є методи неруйнівного контролю технічного стану ізоляції. Запропоновані методи діагностики не дають змоги неруйнуючого контролю ізоляції і часто вимагають занадто багато вимірювань або розбирання електричної машини. Метод аналізу запропонований в даній роботі спирається на

аналіз частотних характеристик вітрогенераторів. При знятті частотних характеристик на клеми двигуна подається низька напруга 5-10 В, яка є безпечною для ізоляції.

Для забезпечення пришвидшеного впливу на ізоляцію були прийняті наступні умови тепловологого впливу – 100% вологість при температурі 100° С (в середовищі насиченої пари протягом 8 годин с наступним охолодженням до 20° і вільною конденсацією вологи на поверхні відкритої машини протягом 16 годин).

Як показали досліди вибраний термін випробування приводить конструкцію в граничний стан. Подальше збільшення часу тепловологого впливу не позначається параметрах системи, т. я. вона приходиться в граничний стан.

В подальшому машина переводиться в режим сушіння (інтенсивної теплової взаємодії і старіння). Для ізоляції класу F вибраний режим сушки при температурі 165° протягом 2 годин. Нагрів обмотки проводився постійним випрямленим струмом.

Частотні характеристики знімалися для різних схем підключення двигуна, перша – холостий хід, друга – коротке замикання.

Після першого циклу зволоження, зроблено наступні висновки – значення опору при резонансному екстремумі значно зменшилось, що свідчить про зменшення опору ізоляції, а значення частоти резонансного піку свідчить про збільшення ємності ізоляції.

Показано, що частотні характеристики можуть бути узагальненим параметром стану ізоляції в умовах періодичного відстеження якості ізоляції при регламентних ревізіях.

Для першого циклу тепловологого старіння отримані наступні результати – резонансна частота, яка відповідає верхньому екстремуму змістилась в область більш низьких частот, що відповідає збільшенню ємності обмотки. Максимальне значення опору $Z(f)$ зменшилось в порівнянні з новою ізоляційною конструкцією, що відповідає

зменшенню опору ізоляції відносно корпусу. Найбільш суттєві зміни відбулися після першого циклу зволоження ізоляції, а наступні цикли вже не так суттєво впливають на зміщення частоти екстремумів та зменшення вхідного опору обмоток двигуна.

Оцінка ступеню деструкції ізоляції слід проводити контролюючи параметри частоти резонансного піку, пікового значення опору $Z(f)$ та визначенню площі між верхнім та нижнім екстремумом графіку $Z(f)$.

Література:

1. В. В. Чумак, Є. А. Монахов, О. В. Вишневський, А. С. Стулішенко- «Частотні характеристики електричних машин зі вспинними обмотками при тепловологому старінні 2019 р. ст. 87-90

2. В. Тарасюк – Контроль та випробування ізоляції обмоток тягових двигунів електропоїздів під час ремонту // Праці наукової бібліотеки імені Вернадського 2012 р.

3. В.А. Чернышев, Е.В. Зенова, В.А. Чернов и др– Обобщенный индекс поляризации как параметр контроля состояния изоляционных промежутков силовых трансформаторов /. // Материалы IV международной конференции «Силовые трансформаторы и системы диагностики». – 2009. – 653 с.

4. Jose Luis Oslinger, Luis Carlos Castro, "Correlation between capacitance and dissipation factor used for assessment of stator insulation", *Intern'l Journal of Electrical Engg.*, vol. -6, no. 3, 2012.

5. Бакурадзе Л. Н. и др. Определение режимов ускоренных испытаний на сохраняемость электроизоляционных конструкций электрических машин малой мощности. Электрические машины, вып. II, 1978.