

где значения среднеквадратической погрешности округляются до одной значащей цифры, а средние значение показателей – до разряда, соответствующего разряду погрешности.

Вывод. Надежность систем электроснабжения СН является предметом особой заботы как проектировщиков, так и эксплуатационного персонала ТЭС, поэтому основные положения логико-вероятностного расчета с помощью дерева отказов в соединении с методами топологического анализа схем электрических соединений могут быть использованы для получения качественной оценки надежности систем электроснабжения собственных нужд станции. Эта оценка может быть использована для выбора оптимального варианта схемы питания еще на стадии проектирования или внедрения мер для повышения надежности ТЭС рабочим персоналом уже на стадии эксплуатации электростанции.

Перечень ссылок

1. Ю.Б. Гук, В.М. Кобжув, А.К. Черновец. Устройство, проектирование и эксплуатация схем электроснабжения собственных нужд АЭС. М: Энергоатомиздат, 1991.
2. Э.М. Аббасова, Ю.М. Голоднов, В.А. Зильберман, А.Г. Мурзаков; Под ред. Ю.М. Голоднова. Собственные нужды тепловых электростанций. М.: Энергоатомиздат, 1991.

ПІДХОДИ ДО ДОСЛІДЖЕННЯ НАДІЙНОСТІ РОБОТИ ВІТРОЕЛЕКТРОСТАНЦІЇ

Матесенко Ю.П., к.т.н., доцент, Годун Д.О., магістрант
НТУУ «КПІ», кафедра електричних станцій

Вступ. Питання енергетичної безпеки гостро постає перед нашою державою. Один із шляхів до підвищення енергетичної безпеки є встановлення нових станцій, які використовують альтернативні джерела енергії.

Оцінка надійності вітроенергетичних установок (ВЕУ) необхідна для більш точного визначення вироблення електроенергії на вітроелектростанціях (ВЕС). Досвід експлуатації, показує, що ВЕУ виробляє менше розрахункової кількості електроенергії по причини відмови її основних вузлів. Відмова вузлів вітроустановки, як правило, відбувається під час її експлуатації. Для визначення збитку від ненадійності обладнання необхідно знати статистичні дані по відмовах і часу відновлення елементів і власне самої ВЕУ

Мета роботи. Навести найбільш доцільні підходи по дослідженню надійності ВЕС шляхом аналізу надійності схеми електричних з'єднань та енергообладнання. Також розглянути основні проблеми підключення вітроелектростанції до мережі та вплив на якість електропостачання споживачів.

Для вирішення цих проблем потрібно перш за все виділити три головних напрямки дослідження, а саме:

1. Аналіз надійності ВЕУ вітроелектростанції.
2. Оцінка надійності структурної схеми вітроелектростанції.
3. Дослідження надійності електропостачання ВЕС в мережу.

Матеріали і результати досліджень. Розрахункову схему для оцінки надійності ВЕУ можна представити у вигляді послідовно з'єднаних елементів, які мають одиничні показники надійності, такі як інтенсивність відмов λ_i та час відновлення τ_i : лопаті, редуктор, генератор, привід генератора, поворотний прилад, контролер, механічні гальма, кріплення лопатей, сенсори, силова електроніка, допоміжне обладнання. Простішою технічною системою по теорії надійності є послідовне з'єднання елементів, відмова якої настає тоді, коли відмовить будь-який елемент цієї системи. Показники надійності послідовного з'єднання елементів розраховуються за формулами:

Інтенсивність відмов однієї вітроустановки буде визначатись за формулою:

$$\lambda_{BEV} = \sum_{i=1}^{11} \lambda_i$$

Середній час відновлення ВЕУ з врахуванням інтенсивності відмов кожного елемента:

$$\tau_{BEV} = \frac{1}{\lambda_{BEV}} \sum_{i=1}^n \lambda_i \tau_i$$

Для побудови моделі надійності парку ВЕУ з урахуванням погодних умов використовується метод простору станів (марковські процеси – майбутній стан процесу залежить лише від поточного стану, але не залежить від минулого за умови, коли поточний стан процесу відомий).

Для вирішення завдань надійності систем з числом можливих станів більше двох складають матрицю станів, розкриваючи яку отримують систему диференціальних рівнянь, що описують зв'язок між вірогідністю перебування системи в кожному з можливих станів. Рішенням цієї системи є графік залежності розподілу ймовірностей від часу.

Необхідно також розглянути питання приєднання ВЕС до енергосистеми, яке на сьогоднішній день являється одним з головних, так як при сумісній роботі з мережею основними проблемами залишаються надійність постачання електроенергії та нестабільність виробленої потужності.

Методи отримання змінної напруги постійної частоти при змінній частоті обертання валу вітрогенератора в загальному випадку зводяться до диференціальних і недиференціальних груп.

Диференціальні методи реалізуються в системах ВЕУ з синхронними генераторами за допомогою механічних пристроїв, що забезпечують отримання постійної частоти обертання генераторів (редуктори зі змінним передавальним

відношенням, пристрої з гідравлічною передачею потужності), а також за допомогою електричних пристроїв, що компенсують зміну частоти обертання за допомогою живлення обмотки збудження напругою з частотою, рівній різниці частоти обертання ротора генератора і частоти напруги енергосистеми, на яку працює генератор.

Недиференціальні методи можуть бути реалізовані через статичні пристрої зміни частоти за схемою перетворення: змінна напруга – постійна напруга – змінна напруга. Складність практичної реалізації таких схем полягає в необхідності мати в системі ланку (в силовому колі або в системі управління вітродвигуном), що забезпечує узгодження частоти і рівня напруги ВЕУ з цими ж параметрами в точці підключення до енергосистеми.

Існує декілька схем підключення ВЕУ до системи електропостачання(СЕП), основні відмінності яких складаються в конструкції і типу генераторів, а також наявності і типу перетворювальних пристроїв. На рис.1 показано схеми прямого підключення до енергосистеми ВЕУ з синхронним генератором (рис.1, а) та асинхронним (рис.1, б) генератором з короткозамкненим ротором, підключеними до вітродвигуна через мультиплікатор (редуктор) n .

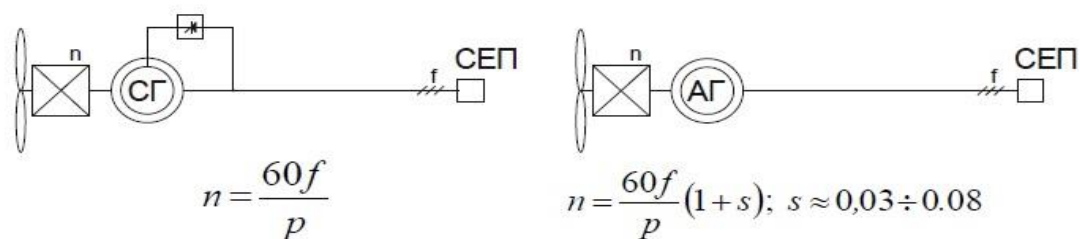


Рисунок 1 – Підключення до мережі ВЕУ з синхронним(а) і асинхронним(б) генератором

Для реалізації таких схем паралельної роботи ВЕУ з мережею енергосистеми необхідною умовою є постійне підтримання синхронної швидкості обертання ротора синхронного генератора і надсинхронної швидкості – для асинхронного генератора.

У разі паралельної роботи декількох ВЕУ з синхронними генераторами, частота обертання валів генераторів може підтримуватися стабільним шляхом наступних можливих варіантів підключення:

- кожен генератор має власний пристрій синхронізації;
- пристрої автоматичної синхронізації синхронізують генератори між собою у групах, а потім відбувається синхронізація груп з мережею;
- пристрої автоматичної синхронізації синхронізують генератори між собою в групі, потім синхронізуються групи, а з мережею синхронізація відбувається на головній підвищувальній підстанції.

Очевидно, що перший варіант найбільш повно відповідає експлуатаційним вимогам і дозволяє встановлювати мінімальну кількість синхронізуючих

пристроїв. У цьому випадку будь-який з генераторів може підключатися до мережі незалежно від інших.

Застосування асинхронних генераторів дозволяє виключити з головної схеми ВЕС синхронізуючі пристрої. Однак у цьому випадку власнику ВЕС доводиться розплачуватися з мережевою компанією за реактивну потужність, споживану установками з мережі.

Висновки: Представлено найбільш доцільні підходи до дослідження надійності вітроагрегатів та ВЕС у цілому. Наведені основні елементи для розрахунку інтенсивності відмов та середнього часу відновлення вітроагрегату ВЕС. Вказаний підхід до побудови моделі надійності цілого вітропарку. В завершенні цієї роботи були розглянуті основні проблеми інтеграції ВЕС з мережею, а також вплив встановленого обладнання на якість постачання електроенергії.

Перелік посилань

1. Г. Півняк. Основи вітроенергетики / Г. Півняк, Ф. Шкрабець, Н. Нойбергер, Д. Циценков. – Дніпропетровськ: НГУ, 2015.
2. Debra Justus. International energy technology collaboration and climate change mitigation Case Study 5: Wind Power Integration into Electricity Systems / Debra Justus., 2005. – (Organisation for Economic Cooperation and Development).
3. В.П. Калявин. Надежность и диагностика элементов электроустановок / В.П. Калявин, Л.М. Рыбаков
4. С. М. Аполлонский. Надежность и эффективность электрических аппаратов / С. М. Аполлонский, Ю. В. Куклев. – Санкт-Петербург, Москва, Краснодар: Издательство «Лань», 2011.