

ДОСЛІДЖЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ АСИНХРОННОГО ГЕНЕРАТОРА В АВТОНОМНИХ СИСТЕМАХ З ВІДНОВЛЮВАНИМИ ДЖЕРЕЛАМИ ЕНЕРГІЇ

Безкровний А.О., Костенко Е.В., студенти

КПІ ім. Ігоря Сікорського, кафедра відновлюваних джерел енергії

Вступ: асинхронний генератор є популярним вибором для автономних систем електропостачання завдяки своїй простоті конструкції, надійності, низькій вартості та здатності працювати зі змінною швидкістю обертання. Вони часто використовуються в системах малої потужності з відновлюваними джерелами енергії (ВДЕ), таких як вітроенергетика або малі гідроелектростанції. Однак енергоефективність асинхронних генераторів багато в чому залежить від параметрів навантаження і режиму роботи, що вимагає ретельного дослідження і аналізу [1].

Мета роботи: Метою даного дослідження є оцінка енергетичної ефективності асинхронних генераторів при автономній роботі. Це включає в себе вивчення впливу навантажень, параметрів навколишнього середовища і регулюючих елементів на роботу генератора, а також розробку рекомендацій щодо підвищення ефективності генератора.

Матеріали і результати досліджень: Для визначення енергетичної ефективності асинхронного генератора був використаний метод розрахунку ККД з наступними параметрами [2]:

- Механічні втрати, які залежать від конструкції генератора і частоти обертання ротора.
- Електричні втрати в обмотках статора і ротора пропорційні квадрату струму і електричного опору.
- Втрати магнітного поля, викликані перетіканням магнітного потоку в Залізнному осерді генератора.

Загальна втрата потужності може бути розрахована за наступною формулою:

$$P_{\text{втрат}} = P_{\text{м}} + P_{\text{е}} + P_{\text{маг}}$$

Коефіцієнт корисної дії η асинхронного генератора визначається як

$$\eta = \frac{P_{\text{корисн}}}{P_{\text{вх}}}$$

де $P_{\text{корисн}}$ — корисна потужність на виході генератора, а $P_{\text{вх}}$ — потужність, що подається на генератор.

В експериментальній частині дослідження було змодельовано роботу генератора з різними параметрами навантаження та частотою обертання.

Наприклад, при номінальній частоті обертання і навантаженні 80% від максимальної потужності асинхронний генератор досягав ККД 86%. Коли навантаження зменшилося до 50%, ККД знизився до 78%, що свідчить про те, що ефективність сильно залежить від рівня навантаження.

1. Вплив навантаження на ККД. Дослідження показали, що ККД асинхронних генераторів знижується зі зменшенням навантаження. Максимальний ККД був досягнутий при навантаженнях, близьких до номінального.

2. Режим частоти обертання. Зниження частоти обертання також призводить до зниження ККД, але в певних діапазонах зниження частоти забезпечує стабільну роботу при прийнятному рівні ККД.

3. Використання конденсаторних батарей. Підключення конденсаторів в паралельні ланцюги збільшило ККД на 5-7% за рахунок компенсації реактивної потужності.

Висновки. Це дослідження показало, що енергоефективність асинхронних генераторів в автономних системах з ВДЕ сильно залежить від рівня навантаження та частоти обертання ротора. Для досягнення максимальної ефективності рекомендується забезпечувати навантаження, близьке до номінального, та компенсувати реактивну потужність за допомогою конденсаторної батареї. Подальші дослідження включають розробку адаптивної системи керування для оптимізації режиму роботи генератора відповідно до змінних параметрів навантаження.

Перелік посилань

1. Вплив електричного навантаження генератора постійного струму на механічний опір обертанню його валу [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://bit.ly/3ADfmpA>
2. Xu, L., & Cartwright, P. "Direct Active and Reactive Power Control of DFIG for Wind Energy Generation." *IEEE Transactions on Energy Conversion*, 21(3), 2006, pp. 750-758.