

ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ ПОСТІЙНИХ МАГНІТІВ ДЛЯ ГЕНЕРАТОРІВ
ВІТРОЕНЕРГЕТИЧНИХ УСТАНОВОКСлущкий Д. М. студент, e-mail: denys.sluskyi@ieec.khpi.edu.uaШевченко В. В. д. т. н., проф., e-mail: zurbagan8454@gmail.com

Національний Технічний Університет «Харківський Політехнічний Інститут»

Актуальність дослідження. Актуальність даного дослідження полягає в тому, що розвиток відновлюваних джерел енергії є одним із найперспективніших напрямків сучасної електроенергетики. В умовах глобальної енергетичної та екологічної кризи, в умовах необхідності зменшення залежності від викопного палива, вітроенергетика стає важливим джерелом енергії. Вибір генераторів для вітроенергетичних установок (ВЕУ), зокрема для тих, що мають невелику потужність, в системі збудження використовують постійні магніти, що мають достатньо високу енергоефективності та надійності. В промисловості та в електроенергетиці використовують магніти різних типів, які мають свої переваги та недоліки, тому їх порівняльний аналіз для визначення оптимального варіанту є необхідним.

Мета дослідження. Метою цього дослідження є проведення порівняльного аналізу постійних магнітів, які використовуються у генераторах ВЕУ невеликої потужності, до 15-20 кВт, з метою визначення найбільш ефективного типу магніту. Основна увага приділяється аналізу таких параметрів, як щільність магнітного потоку, стійкість до температур та корозії, вартість та тривалість збереження магнітних показників. Це дозволить зробити висновки щодо найкращого вибору для забезпечення тривалої та стабільної роботи вітроенергетичних систем.

Основні матеріали дослідження. Натепер найбільш досліджуємим напрямком серед всіх галузей електроенергетики є розвиток енергетики від відновлюваних джерел енергії (ВДЕ). Для України перспективними напрямками є вітро- та сонячна електроенергетика, для яких важливими перевагами є можливість максимального наближення джерела електроенергії до споживачів, їх розосередження, що підтвердила війна і постійні атаки агресора по енергетичним системам [1, с. 97].

Вибір оптимального типу генератора для ВЕУ, з найкращими енергетичними показниками та високою надійністю є однією з важливіших задач. Існують різні методи такого вибору, вибору, в першу чергу, в залежності від потужності. Наприклад, для цього використовують вибір по критерію Вальда (r_{ij}), який ще називають метод вибору по міні-максимальному критерію (по ММ-критерію), [1, с. 112].

В результаті проведеного нами статистичного аналізу визначилось, що тепер для генераторів вказаного діапазону потужності найчастіше використовують генератори з магнітоелектричним збудженням, а їх ефективність залежить від типу постійних магнітів, що використовуються в конструкції генератора. Це неодимові, самарієві та феритові магніти, [2]. Кожен з них має свої унікальні характеристики, тому порівнюємо їх по показникам, що є головними для електричних машин, табл. 1.

По результатом порівняння параметрів різних типів магнітів, табл. 1, можна зробити висновки:

- неодимові магніти найпотужніші по магнітним характеристикам, що дозволяє використовувати їх для генераторів та двигунів з високими вимогами до продуктивності. Вони мають високу щільність магнітного потоку, але вразливі до високих температур і корозії [3], тому їх треба захищати спеціальними покриттями;

- самарієві магніти мають відмінну термостійкість; вони стійкі до корозії тому що більшість цих магнітів містять мало заліза; зберігають свій магнетизм навіть при дуже низьких температурах, що робить їх ідеальними для використання в різних температурних умовах та в агресивних середовищах, [3]. Однак мають дуже високу вартість, дуже крихкі, і, головне, підтримують магнітні характеристики не дуже довго;

Таблиця 1 – Головні характеристики сучасних постійних магнітів

Параметри	Неодимові (NdFeB)	Самарієві (SmCo)	Феритові
Щільність магнітного потоку, Вб/м ²	Висока	Середня	Низька
Стійкість до температур (максимальне значення), °С	До 80°С	До 300°С	До 250°С
Стійкість до корозії	Низька, потрібне захисне покриття	Висока, додатковий захист не потрібен	Висока, захист не потрібен
Вартість (Ціна \$ за 1 кг)	Висока (90)	Дуже висока (200)	Низька (1-2)
Магнітна індукція, Вδ, Тл	0,8-1,3	0,75-1,15	0,3-0,4
Коерцитивна сила магніту, H _c , кА/м	400-1100	500-1300	120-220
Щільність матеріалу, г/см	7,55	8,0	5,0
Підтримка значення коерцитивної сили та магнітної індукції на протязі строку, роки	10-15	1-2	2-3
Магнітна енергія W _{max} , кДж/м ³	200-400	100-300	22-28
Головне застосування	Двигуни і генератори промисловості та електроенергетики	Генератори та двигуни, що короткочасно працюють в важких умовах	Невідповідальні пристрої, де головним показником є вартість

- феритові магніти є найдоступнішими за ціною, але їх магнітні характеристики, магнітна потужність і строк підтримки коерцитивної сили значно нижчі, ніж у інших типів магнітів. Вони добре, але не довго, працюють у вологих і корозійних середовищах, що завжди слід враховувати.

Висновок. За результатами дослідження вважаємо, що неодимові магніти (NdFeB) є найбільш підходящим варіантом для використання у генераторах ВЕУ з магнітоелектричним збудженням. Вони мають найкращі магнітні характеристики, високу коерцитивну силу та тривалий термін служби, що робить їх ефективними для ВЕУ потужністю до 20-25 кВт. Стабільність роботи та економічна вигода протягом експлуатації роблять їх оптимальним вибором для сучасних вітроенергетичних систем.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Шевченко, В. В. Стала та відновлювана електроенергетика: навч. посібник для студентів спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» / В.В. Шевченко // Харків: НТУ «ХПІ, 2024. – 443 с. [Електрон. ресурс]. – Режим доступу: <http://surl.li/popnqb>
2. Гудь, В. М. Методи та прилади контролю якості постійних магнітів. / В. М. Гудь // Вісник КрНУ ім. Михайла Остроградського. – 2015. – № 5(94). – С. 32 – 37. [Електрон. ресурс]. – Режим доступу: https://visnikkrnu.kdu.edu.ua/statti/2015_5_32-5-2015.pdf
3. Slusarek, B. Magnetic properties of permanent magnets for magnetic sensors working in wide range of temperature / B. Slusarek, K. Zakrewski // Przegląd elektrotechniczny. (Electrical Review) – 2012. – № 7b. – Pp. 123 – 126. URL: <http://pe.org.pl/articles/2012/7b/32.pdf>.