

О. О. Кузнєцов¹
Ю. А. Процанін²

ВЕНТИЛЬНИЙ РЕАКТИВНИЙ ДВИГУН ДЛЯ БЕЗРЕДУКТОРНОГО ЕЛЕКТРОПРИВОДУ МЕХАНІЗМУ НАВЕДЕННЯ АНТЕНИ РЛС

¹Національна академія сухопутних військ
імені гетьмана Петра Сагайдачного
²В/ч пп В3500

Анотація

Обґрунтовано використання моментних вентильних реактивних двигунів для прямого (безредукторного) електроприводу механізму наведення антени РЛС. Запропоновану ідею перевірено на прикладі механізму наведення за дирекційним кутом антени РЛС автоматизованого радіолокаційного комплексу АРК-1М

Ключові слова: механізм наведення антени, безредукторний електропривод, вентильний реактивний двигун

Abstract

The idea of using a switched reluctance motor for direct drive in radar antenna guidance system has been proofed. The proposed idea has been proofed on the basis of grid azimuth guidance system of automated radar radiolocating complex ARK-1M

Keywords: antenna guidance mechanism, direct drive, switched reluctance motor

Наявність люфтів та пружних деформацій у редукторі, який є частиною механізму наведення (МН) антен РЛС, приводить до втрати частини підведеної потужності, величина якої залежить від кількості складових елементів редуктора. Разом з тим, чи не найважливішим наслідком використання редуктора є зниження точності позиціонування – однієї з основних характеристик будь-якої системи наведення.

З цих міркувань перспективним у МН антен РЛС є застосування систем прямого або безредукторного електроприводу (БЕП), у яких двигун безпосередньо з'єднаний із робочим органом. Таке рішення відповідає загальним тенденціям розвитку подібних систем: він дозволяє забезпечити підвищення к. к. д. та точності переміщення антени, а відсутність тертя у складових елементах приводить до забезпечення точності протягом всього строку служби та спрощення технічного обслуговування. Разом з тим, використання БЕП вимагає застосування електричних двигунів спеціальної

конструкції – моментних двигунів, які здатні розвивати високі значення моменту при низьких швидкостях обертання.

Прикладами розробок радіолокаційних та оптичних систем, систем наведення гармат на основі БЕП для військового застосування є продукція компаній Aerotech, Indra, Thales, Doosan.

Серед багатьох типів моментних двигунів, наприклад, наведених у [1], найперспективнішим представляється використання вентильних реактивних двигунів (ВРД). Їх використання для побудови БЕП МН антени РЛС дає можливість забезпечити просту та надійну конструкцію, що вимагає лише мінімального технічного обслуговування і, в силу того, що кожна фаза двигуна фактично представляє собою окремий модуль, забезпечує високу стійкість до відмови окремих елементів [2]. Такий підхід є перспективним та відповідає сучасним підходам для побудови систем наведення антен.

Для перевірки можливості застосування ВРД в якості низькошвидкісного високомоментного двигуна для БЕП механізму наведення антени РЛС об'єктом обрано МН РЛС за дирекційним кутом автоматизованого радіолокаційного комплексу АРК-1М. Основою електроприводу МН є трифазний асинхронний двигун ДАТ1000-8 з основними технічними характеристиками: $P_n = 1$ кВт, $I_n = 4,7$ А, $U_n = 220$ В, $f_n = 400$ Гц, $n_n = 7650$ об/хв, кількість пар полюсів $p = 3$.

Основні показники спроектованого ВРД зведено до табл. 1.

Таблиця 1 – Основні показники моментного ВРД для БЕП МН антени РЛС

Номінальна потужність, кВт	1
Напруга живлення, В	220
Кількість фаз	6
Кількість зубців статора/ротора	36/30
Частота обертання, об/хв	10
ККД	79%
Густина струму в котушці, А/мм ²	3
Зовнішній діаметр статора, мм	650
Внутрішній діаметр ротора, мм	403
Довжина осердя, мм	155
Повітряний проміжок, мм	1

Серед відомих методик проектування ВРД різного порядку складності і точності у роботі вибрано підхід, який передбачає спрощений розрахунок

перехідного процесу на циклі комутації однієї фази [3]. Така методика може забезпечити достатню точність, щоб оцінити можливість розміщення моментного ВРД необхідної потужності у конструктивно визначеному об'ємі, який займають двигун і редуктор у існуючій системі. Разом з тим, такий підхід не настільки трудомісткий, як енергетичні або польові підходи, які здатні забезпечити найвищу точність результатів.

Вихідні дані для розрахунку вибрано на основі ТТХ виробу 1РЛ239, взятих із відкритих джерел [4]: $P_n = 1$ кВт, $U_d = 220$ В, $n_n = 10$ об/хв, зовнішній діаметр статора $D_a = 650$ мм, мінімальний внутрішній діаметр ротора $D_{Rimin} = 250$ мм. Низка параметрів у процесі розрахунку попередньо вибирається довільно та коригується у процесі розрахунку, зокрема, це кількість фаз $m = 6$ та кількість пар полюсів $p_1 = 3$. Детальний опис процесу розрахунку такого ВРД із обґрунтуванням прийнятих рішень наведено у [5].

Зображення спроектованого магнітопроводу ВРД з вказанням основних його розмірів наведено на рис. 1.

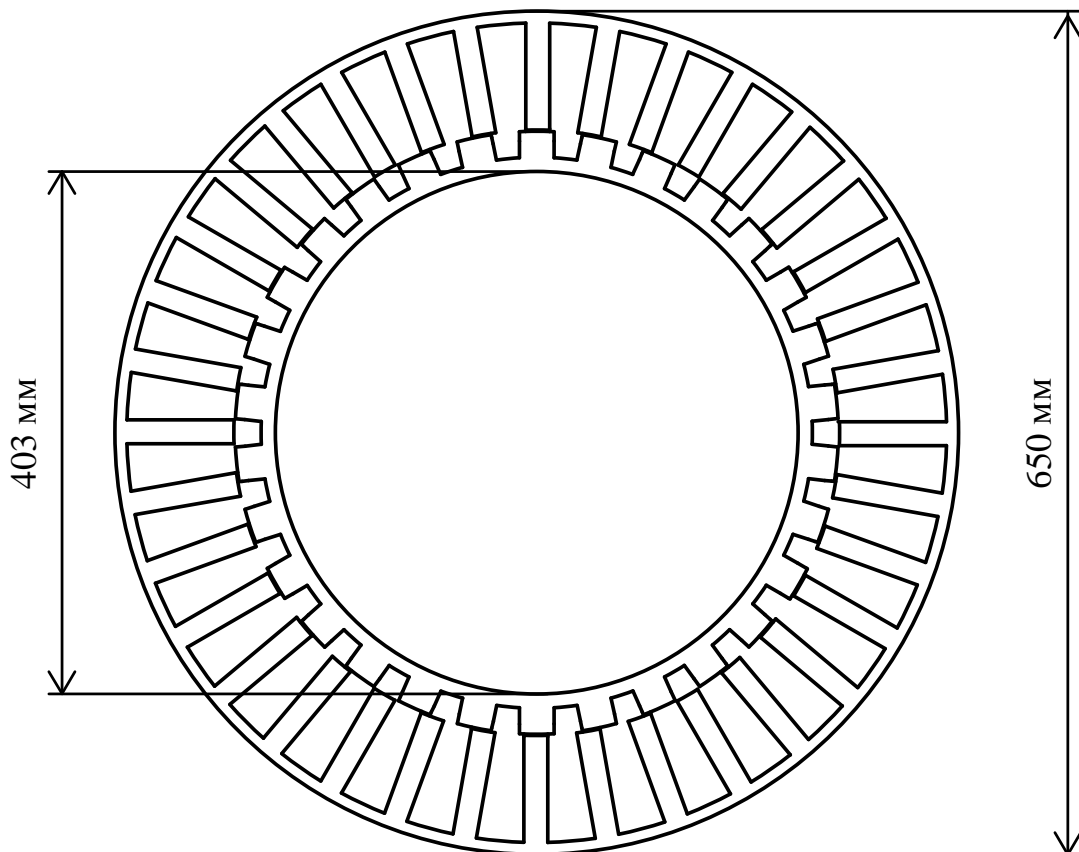


Рисунок 1 – Магнітопровід моментного ВРД для БЕП МН антени РЛС

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Афанасьев А. Ю. Моментный электропривод / А. Ю. Афанасьев. – Казань: Изд-во Казан. гос. техн. ун-та, 1997. – 250 с.
2. Miller T. J. E. Brushless Permanent-Magnet and Switched Reluctance Motor Drives / T. J. E. Miller. – Clarendon Press Oxford, 1989. – 207 pp.
3. Проектирование вентильных индукторных двигателей. / В. Г. Фисенко, А. Н. Попов. – М.: Издательство МЭИ, 2005. – 56 с.
4. Изделие 1РЛ239. Техническое описание, ч. I. – 156 с.
5. Кузнецов О. О. Безредукторный электропривод механизма наведения за дирекційним кутом антени РЛС на основі вентильних реактивних двигунів / О.О. Кузнецов // Військово-технічний збірник. – Випуск № 2(15). – Львів: НАСВ, 2016. – с. 19 – 27.

Кузнецов Олексій Олександрович, кандидат технічних наук, доцент кафедри електромеханіки та електроніки, Національна академія сухопутних військ імені гетьмана Петра Сагайдачного, м. Львів, e-mail: oleksiy.kuznyetsov@ukr.net

Процанін Юрій Андрійович, старший лейтенант, командир батареї радіолокаційної розвідки в/ч пп В3500.

Oleksiy Kuznyetsov, Ph. D., associate professor in Department of Electromechanics and Electronics, Hetman Petro Sahaidachnyi National Army Academy, Lviv, e-mail: oleksiy.kuznyetsov@ukr.net

Yuriy Protsanin, senior lieutenant, radar reconnaissance battery commander, military base В3500