

## СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ПАРАМЕТРОВ ВЕНТИЛЬНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ ПРИ ПРИМЕНЕНИИ ИХ В БЫТОВЫХ ДЕРЕВООБРАБАТЫВАЮЩИХ СТАНКАХ

Нитиевский С.А., магистрант кафедры ЭАПУиТК  
Научный руководитель – Гульков Г. И., к.т.н., доцент

В настоящее время электроприводы на основе вентильных двигателей получают все большее распространение в бытовом и промышленном оборудовании. Одним из перспективных вариантов применения вентильных двигателей можно назвать их использование в бытовых станках, в частности, в деревообрабатывающих [1].

Для применения в бытовом оборудовании наибольший интерес представляет система «бесконтактный двигатель постоянного тока» (БДПТ). Это обусловлено тем, что при управлении БДПТ используются законы скалярного управления, что позволяет уменьшить стоимость электропривода. Для возбуждения вентильных двигателей в настоящее время в основном используются магниты на основе неодимовых и ферритовых сплавов.

Магниты на основе ферритовых сплавов ( $Fe_2O_3$ ) позволяют обеспечить в зазоре БДПТ значения магнитной индукции порядка 0,3-0,4 Тл, что в два раза меньше, чем у используемых асинхронных двигателей. Однако ферритовые магниты обладают невысокой стоимостью, что обуславливает их применение в целях удешевления двигателей.

Магниты на основе неодимовых сплавов (NdFeB) позволяют обеспечить магнитную индукцию в 1 Тл и более, что является весьма хорошим показателем, однако данные магниты отличает сравнительно высокая цена.

Произведем расчет параметров БДПТ для электропривода главного движения токарного станка по дереву. Расчет производится на основе асинхронного двигателя по методике, изложенной в [2]. Для требуемой номинальной мощности двигателя  $P_{ном}=1,5$  кВт по справочнику [3] выбираем прототипные двигатели. При использовании ферритовых магнитов в качестве прототипного двигателя выбираем двигатель 4A80A2, при использовании неодимовых – двигатель 4A71A2.

Исходными данными для расчета являются: остаточная намагниченность магнита  $B_r$ , коэрцитивная сила магнита  $H_c$ , магнитная индукция в зазоре  $B$ , внутренний  $D_i$  и внешний  $D_a$  диаметры статора, длина сердечника статора  $l_p$ , воздушный зазор  $\delta$ , число пазов статора  $Z_1$ , коэффициент распределения обмотки  $k_p$ , число эффективных проводников в пазу  $N$ , число пар полюсов  $p_p$ , номинальная угловая скорость двигателя  $\omega_{ном}$ , а также диаметр неизолированного обмоточного провода  $d$ .

Результаты расчета параметров электродвигателей приведены в таблице 1.

Таблица 1. Результаты расчета параметров электродвигателей

Параметр	Ферритовые магниты	Неодимовые магниты
Толщина магнита, мм	10,3	8,1
ЭДС фазы двигателя, В	91	109
Ток фазы двигателя, А	8,24	6,87
Число витков фазы	176	88
Сопротивление фазы, Ом	2,92	1,01
Индуктивность фазы, мГн	15,2	3,5
Коэффициент связи по моменту	0,6	0,69
Коэффициент связи по ЭДС	0,62	0,744
Расчетная скорость двигателя, рад/с	293,5	293,6
Расчетная скорость холостого хода, рад/с	398,5	332,5

Упрощенный вид спроектированного БДПТ в разрезе представлен на рисунке 1.

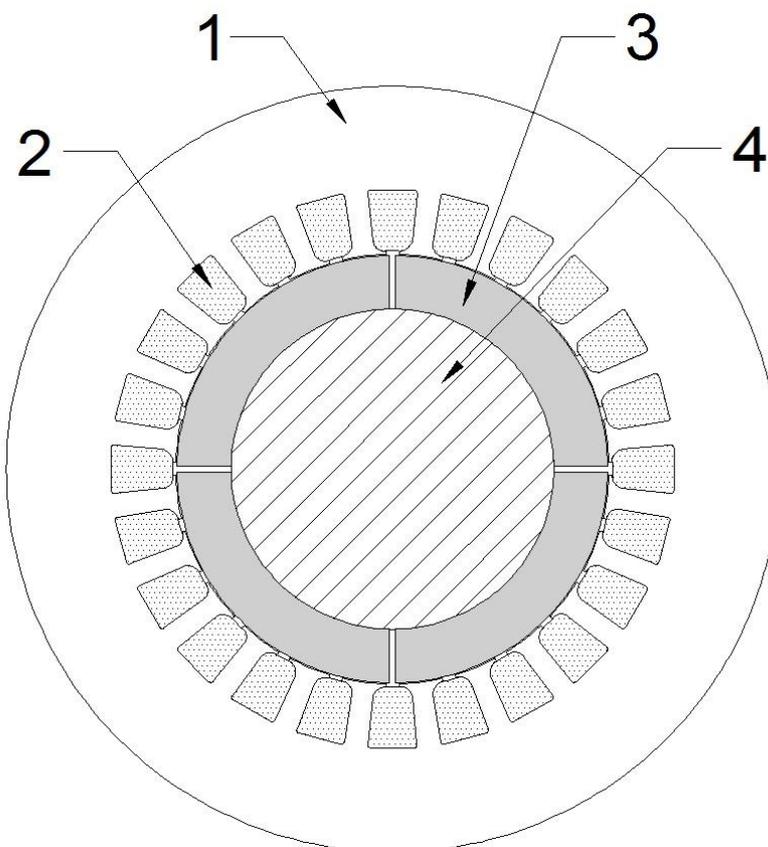


Рисунок 1 – Упрощенный вид БДПТ в разрезе

На рисунке 1 приняты следующие обозначения: 1 – сердечник статора, 2 – обмотки статора, 3 – постоянные магниты, 4 – вал.

Как видно из результатов расчета, приведенных в таблице 1, имеется существенная разница в параметрах двигателя при использовании различных типов магнитов. Так, использование ферритовых магнитов предполагает большую толщину магнитного сегмента (10,3 мм против 8,1 мм у неодимового магнита). Это обусловлено как раз тем фактом, что ферритовый магнит имеет меньшие значения остаточной намагниченности и коэрцитивной силы. Более низкое значение магнитной индукции в зазоре при сопоставимых значениях ЭДС фазы обуславливает большую разницу в числе витков фазы (176 против 88). Также следует отметить, что БДПТ с ферритовыми магнитами имеет гораздо более мягкую характеристику из-за большого активного сопротивления фазы. Так, модуль жесткости характеристики ферритового двигателя  $\beta_{\text{ф}}=0,047$ , в то время как для двигателя с неодимовыми магнитами  $\beta_{\text{н}}=0,122$ , т.е. модули жесткости различаются более чем в 2,5 раза.

Таким образом, при применении БДПТ в бытовых станках выбор типа магнитов должен осуществляться в основном исходя из требований к габаритам. Использование неодимовых магнитов позволяет получить выигрыш в габаритах, поскольку в качестве прототипного двигателя можно использовать двигатель меньшей мощности, и следовательно меньшего габарита. Также такие двигатели имеют лучшие энергетические показатели, однако сравнительно дороги. В случае же, когда требования к габаритам установки позволяют использовать двигатели большего габарита, предпочтение можно отдать двигателю с ферритовыми магнитами в виду его меньшей стоимости.

## Литература

1. Нитиевский С.А. Применение вентильных двигателей в бытовых деревообрабатывающих станках // Инновационные технологии, автоматизация и мехатроника в машино- и приборостроении: материалы VII международной научно-практической конференции /ред.кол.: Маляревич А.М. (гл.ред) [и др.] Минск: Бизнесофсет, 2019 – 136 с.
2. Фираго Б.И., Гульков А.Г., Павлячик Л. Реализация бесконтактного двигателя постоянного тока с ферритовыми магнитами на основе конструкции асинхронного двигателя. Энергетика. Известия высших учебных заведений и энергетических объединений СНГ. 2001;(1):39-51
3. Асинхронные двигатели серии 4А: Справочник/ А.Э. Кравчик, М.М. Далаф, В. И. Афонин, Е. А. Соболенская. — М.: Энергоиздат, 1982. —504 с, ил.