

## ПРОЕКТИРОВАНИЕ ДВУХСКОРОСТНЫХ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЕЙ С ОДНОЙ ОБМОТКОЙ И

*Розметов Хамза Эрназарович*  
Старший преподаватель ТДТУ  
Алмалыкского филиала  
[Хамза100263@gmail.com](mailto:Хамза100263@gmail.com)

### АННОТАЦИЯ

Проектирование двухскоростных электродвигателей с одной обмоткой представляет собой сложный процесс, предполагающий одновременное проектирование двух односкоростных двигателей, параметры которых взаимосвязаны и не могут быть изменены в одностороннем порядке.

**Ключевые слова:** двухскоростные электродвигатели, параметры, переменное число полюсов, магнитопровод, пазы статора, принципиальные схемы, дополнительная ветвь.

Изучение и анализ существующих методов проектирования электрических машин и зарубежного опыта показали, что в настоящее время не существует единого метода проектирования двухскоростных двигателей с полюсопереключаемой обмоткой (ППО). Известно, что двухскоростные двигатели с ППО, созданные по схеме Даландера и методу КАМ, производятся электротехническими заводами и фирмами всего мира и широко используются на практике

Чтобы приступить к проектированию двухскоростных двигателей с ППО, необходимо спроектировать этот электродвигатель на основе магнитопровода в качестве пускового элемента.

Двухскоростные двигатели могут быть выполнены тремя способами:

- а) проектирование двухскоростных двигателей с ППО на основе существующего магнитопровода двухскоростного электродвигателя;
- б) проектирование двухскоростных двигателей с ППО на базе существующего магнитопровода односкоростного электродвигателя;
- г) комплексное проектирование двухскоростных двигателей с ППО за счет изменения формы паз статора и ротора.

Это позволяет в полной мере продемонстрировать преимущества использования ППО в сложной конструкции двухскоростных двигателей за счет изменения формы паз статора и ротора. Однако в большинстве случаев из-за сложностей производства и внедрения новых типов магнитопроводов (не входящих в типовые серии) для промышленного производства поставленная

задача ограничивается лишь расчетами, причем с использованием ППО в существующих магнитопроводах, энергоэффективно использовать ее в максимальной степени по своим показателям.

В первом случае получается магнитопровод с большой площадью пазов статора, поскольку обмотка этих двигателей состоит из двух отдельных обмоток, не соединенных между собой, а значение полезной мощности сравнительно невелико из-за того, что активная часть двигателя используется не полностью.

За счет использования одного ППО вместо двух отдельных обмоток конструкция двухскоростного двигателя с ППО позволяет повысить полезную мощность, энергоэффективность, упростить технологию производства и обслуживания. В этом случае после намотки обмотки статора необходимо в неиспользуемом участке паза поставить заглушку увеличенного размера.

Решение задачи проектирования двухскоростных двигателей на базе многоскоростных двигателей со стандартным магнитопроводом осуществляется в несколько этапов :

1. Выбор рациональной схемы цепи с ППО.
2. Определение количества витков на обмотке.
3. Расчет площади сечения проводника (провода) в обмотке.
4. Проверка расчета магнитопровода.

Чтобы получить переменное число полюсов с соотношением полюсов 1/2, необходимо использовать базовые схемы « $\Delta/Y$  с дополнительной ветвью» и « $Y/Y$  с дополнительной ветвью». Схема, основанная на этих базовых схемах, имеет по три выхода на каждую сторону полюса, всего шесть выходов, и требует двух контактов разъединителя, то есть одного двухполюсного контактора, для отключения от одного полюса к другому.

Одним из основных условий выбора схемы катушки любого соотношения является значение отношения магнитной индукции в воздушном зазоре одной полюсной стороны к магнитной индукции другой полюсной стороны.

Еще одним важным показателем обмотки является уровень использования габаритов электродвигателя. Использование габаритов электродвигателя при переключении с одной скорости на другую можно оценить с помощью следующего выражения

Рассчитываются число последовательно соединенных обмоток в фазе  $W_f$  и намоточный коэффициент  $k_{обм}$ , которые вместе образуют эффективное количество обмоток в фазе

$$W_{ef.f} = W_f \cdot k_{chul} \quad (1)$$

Коэффициент использования активной части электродвигателя можно определить по следующей упрощенной формуле:

$$k_{\text{joy}} = \frac{P}{\frac{\pi D_{\text{внеш}}^2}{4} l_{\delta}}, \quad (2)$$

здесь  $P$  – полезная мощность на валу электродвигателя;  
 $D_{\text{внеш}}$  – внешний диаметр статора;  $l_{\delta}$  — длина статора.

Для базовой схемы переключения « $\Delta/Y_Y$ » (треугольник-двойная звезда) и « $Y/Y_Y$ » (звезда-двойная звезда) соотношение числа обмоток, включенных последовательно в фазу ( $W_{f2}/W_{f1}$ ), составляет равен двум. Кроме того, это позволяет достичь трехкратного увеличения соотношения  $W_{f2}/W_{f1}$  за счет разницы между коэффициентами модулированных ламп. Для получения больших значений  $W_{f2}/W_{f1}$  это достигается применением базовой схемы «Дополнительная ветвь  $\Delta/Y_Y$ » и «Дополнительная ветвь  $Y/Y_Y$ ». Такие схемы имеют девять выходов, но для отключения достаточно одного дополнительного двухполюсного контактора.

Количество обмоток, соединенных последовательно в фазе переменного числа полюсов, рассчитывается по следующей формуле:

$$W_{f.QSOCh} = \frac{k_e \cdot U_f}{4,44 \cdot f \cdot k_{\text{chul.QSOCh}} \cdot \Phi}. \quad (3)$$

Магнитный поток  $\Phi$ , создаваемый в магнитопроводе одной из отдельных катушек (обычно малополюсной), постоянен.

Количество витков в пазу

$$u_p = \frac{W_{f.QSOCh} \cdot 2 \cdot a \cdot m}{Z_1} \quad (4)$$

здесь,  $a$  — число параллельных ветвей;

$m$  - количество фаз обмотки;

$Z_1$  - количество пазов статора.

$u_p$  после его определения его значение округляется до ближайшего целого числа, пересчитывается  $W_{\text{фппо}}$  и определяется количество последовательно включенных по фазе обмоток для другой стороны полюса, но это лишь первоначальное определение количества обмоток в катушка. Для выбора окончательного значения количества витков в катушке необходимо определить поверхность сечения провода в катушке и произвести расчет для проверки магнитопровода.

Для расчета площади поперечного сечения изолированного провода известны число витков в пазе, площадь сечения изолированного паза, коэффициент заполнения паза и количество параллельных ветвей по формуле.:

$$q = \frac{F \cdot k_{\text{то1}}}{2 \cdot a \cdot u_p}, \quad (5)$$

здесь  $q$  — поверхность поперечного сечения изолированного провода;  
 $F$  - поверхность поперечного сечения изолируемого паза;  
 $k_{то\prime}$  - коэффициент заполнения паза;  
 $a$  - количество параллельных ветвей;  
 $u_p$  - количество витков в пазе.

Расчет испытания магнитопровода начинается со сравнения магнитных потоков, создаваемых ППО в сторону обоих полюсов, или со сравнения количества эффективных витков в пазе.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ.

По технологической технологии, разработанная полупереключаемая обмотка представляет собой бычную двухслойную обмотку, состоящую из равномерно распределенных по зам равновиткового одинакового шага, что позволяет обеспечить промышленную применимость обмотки, так как двухсростный е двигатель с такой обмоткой могут быть применены на многочисленных двухвальных смесителях, центробейных насосах и вентиляторах, конвейеры и т.д.

### Список литературы

1. Bobojanov M. Induction machine with pole-changing winding for Turbomechanisms /Archives of Electrical Engineering. Vol.72(2), pp.415- 428 (2023). DOI 10.24425/AEE.2023.
2. Bobojanov M., Rismukhamedov D., F.Tuychiev Kh.Shamsutdinov, Kh.Magdiev. Pole-changing motor for lift installation/E3S Web of Conferences 216, 01164 (2020) <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202021601164>.
3. Bobojanov M., Rismukhamedov D., Tuychiev F., Shamsutdinov Kh. Development of new pole-changing winding for lifting and transport mechanisms/E3S Web of Conferences 365, 04024 (2023) CONMECHYDRO–2022. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202336504024>
4. Nuralibek Rashidov, Khamza Rozmetov , Sabit Rismukhamedov , Moldagali Peysenov
5. E3S Web of Conf. Volume 384, 01043, 2023 Rudenko International Conference “Methodological Problems in Reliability Study of Large Energy Systems” (RSES 2022) 26 April 2023 <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202338401043> SCOPUS
6. Рисмухамедов ДА.,Туйчиев ФН.,Шамсутдинов Х,Махмутханов СК, метов ХЭ.Актуальные вопросы электроэнергетики Узбекистана. «Ўзбекистон иқтисодиёти тармоқларини рақамлаштириш шароитида электр тармоқлари корхоналарини инновацион ривожлантириш» республика илмий техника анжумани (халқаро мутахасислар иштирокида) Ташкент Узбекистан. 8 сентябрь. 2021г.
7. Бобожанов МК, ЮсубалиевА.,Рисмухамедов ДА, Розметов ХЭ.

Разработка двухскоростных двигателей с полюспереключаемыми обмотками для электропривода двухвальных смесителей T A D Q I Q O T L A R jahon ilmiy – metodik jurnali 33-son. 2- to'plam. mart – 2024. <http://tadqiqotlar.uz/>

9. Д.А.Рисмухамедов, Розметов Х.Э.,З.Тургунбоев, К.Саломов.Пути повышение эффективности электропривода двухвальных смесителей.“MINERAL XOMASHYOLARNI QAZIB OLISH, QAYTA ISHLASHNING ISTIQBOLLARI YOSHLAR NIGOHIDA” MAVZUSIDAGI (“OLMALIQ KMK” AJ ning 75 YILLIGIGA BAG‘ISHLANGAN ) RESPUBLIKA ILMİY-TEHNIK ANJUMANITDTU OF 15-may 2024-y.

10. Бобожанов МК, Рисмухамедов ДА.,Туйчиев ФН.,РозметовХЭ.РАЗРАБОТКА ПОЛЮСОПЕРЕКЛЮЧАЕМОЙ ОБМОТКИ ДЛЯ АСИНХРОННОГО ДВИГАТЕЛЯ “Modern education and development” international interdisciplinary research journal 11.06.2024