

## УЛУЧШЕНИЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ СВОЙСТВ ПОЛЮСОПЕРЕКЛЮЧАЕМЫХ ОБМОТОК

*Рисмухамедов Д.А., Розметов Х.Э., Хусанов Ш.Х.*

**Аннотация:** В статье представлена актуальность разработки двухскоростных полюсопереключаемых асинхронных электродвигателей в целях энерго- и ресурсосбережения, а также для облегчения процесса пуска мощных электродвигателей. Представлены преимущества практического применения в двухскоростных двигателях одной полюсопереключаемой обмотки вместо двух отдельных. Также представлен процесс построения полюсопереключаемой обмотки на основе метода «Дискретно-заданных пространственных функций»

**Ключевые слова:** Энерго- и ресурсосберегающие электропривода, облегчения процесса пуска, эксплуатационные характеристики, регулируемые электропривода, двухскоростной двигатель, полюсопереключаемая обмотка, полюсность, катушка, статор, паз, обмоточный коэффициент, картины магнитодвижущих сил (МДС).

В настоящее время особое внимание уделяется созданию новых энерго- и ресурсосберегающих электроприводов, позволяющих увеличить срок службы активных частей механизмов путём и упрощения технологического процесса путём обеспечения точной остановки высокоинерционных измельчающих и подъёмно-транспортных механизмов.

Ведутся научные исследования по улучшению эксплуатационных характеристик существующих электроприводов путём усовершенствования этих механизмов применением регулируемых электроприводов. В этом направлении одной из приоритетных задач является разработка регулируемых электроприводов на основе, отвечающих требованиям электропривода измельчающих и подъёмно-транспортных механизмов.

Большое количество (ДД), используемых сейчас на электроприводах этих механизмов, имеют две отдельные обмотки на статоре, что ухудшает их массогабаритные показатели и энергетические параметры.

Применение в ДД одной (ППО), имеющей две группы выводов для каждой полюсности, позволяет увеличить полезную мощность двигателя, т.е. более эффективно использовать активную часть машины, сэкономить обмоточную медь и изоляционные материалы, повысить энергетические показатели, а также

даёт возможность приблизить ДД по массогабаритным показателям к обычным серийным однокоростным асинхронным двигателям.

Исходя из этого актуальными задачами являются разработка новых схем ППО с улучшенными электромагнитными свойствами и простой технологии изготовления, применяемых в многоскоростных двигателях.

На основе метода «Дискретно заданных пространственных функций» (ДЗПФ) были разработаны множество схем ППО на широкий диапазон соотношения полюсов и фаз, приближенные по своим свойствам к обмоткам односкоростных двигателей серийного исполнения.

Рассмотрим процесс построения ППО на основе метода «Дискретно-заданных пространственных функций (ДЗПФ)».

В данном случае рассматриваются токораспределения  $m-2m$ -зонных обмоток.

В качестве исходной обмотки возьмём  $m$ -зонную обмотку с  $p_2=4$  и с числом пазов на полюс и фазу  $q_2=4$ , а в качестве типовой – нормальную  $2m$ -зонную обмотку с  $p_1=2$  и  $q_1=4$ . Запишем ДЗПФ нижнего слоя каждой обмотки друг под другом, тогда соответствие рядов будет иметь вид (табл.1):

Таблица 1- ДЗПФ нижнего слоя обмоток

[illegible]

Полученная схема ППО является схемой Даландера. Для улучшения электромагнитных свойств, согласования индукций в воздушном зазоре, симметрировании и т.п. целесообразно применение дополнительных ветвей.

Число катушек выведенных в дополнительные ветви может составлять 17-50% от общего числа. В дополнительные ветви выносятся те катушки, которые мало эффективны при создании суммарной ЭДС фазы. Катушки дополнительных ветвей распределяются с условием взаимокompенсации, т.к. при подключении источника питания со стороны полюсности, где отсутствуют дополнительные ветви, в них наводятся ЭДС, которые способствуют появлению уравнивающих токов. В дополнительные ветви могут быть вынесены катушки представленные в табл.1 подчёркнутые снизу.

Запишем ДЗПФ обмотки со стороны обеих полюсностей с учётом выведенных катушек в дополнительные ветви (см. табл. 2 и 3)

Таблица 2- ДЗПФ ППО со стороны меньшей полюсности

Пазы статора																														Р															
											0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3	4	5	6	7	8						
с					а	а	а									б	б	б												с	с	с													
					с	с	с									а	а	а												б	б	б													

Таблица 3- ДЗПФ ППО со стороны большей полюсности

Пазы статора																																p																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									

На рис 1 показана электрическая схема предлагаемой трехфазной полюсопереключаемой обмотки с соотношением полюсов 8/4. Катушки обмотки сгруппированы в схему треугольник с дополнительными ветвями-двойная звезда, причем в часть  $A_{1.1}$  последовательно-согласно включены катушки с порядковыми номерами 4, 16, в часть  $A_{1.2}$  последовательно-согласно включены катушки с порядковыми номерами 14, 20, в часть  $B_{1.1}$  последовательно-согласно включены катушки с порядковыми номерами 12, 24, в часть  $B_{1.2}$  последовательно-согласно включены катушки с порядковыми номерами 36, 48, в часть  $C_{1.1}$  последовательно-согласно включены катушки с порядковыми номерами 8, 20, в часть  $C_{1.2}$  последовательно-согласно включены катушки с порядковыми номерами 32, 44, в часть  $A_2$  последовательно-согласно включены катушки с порядковыми номерами 13, 14, 15, 37, 38, 39, в часть  $A_3$  последовательно-согласно включены катушки с порядковыми номерами 1, 2, 3,

25, 26, 27, в часть  $B_2$  последовательно-согласно включены катушки с порядковыми номерами 21, 22, 23, 45, 46, 47, в часть  $B_3$  последовательно-согласно включены катушки с порядковыми номерами 9, 10, 11, 33, 34, 35, в часть  $C_2$  последовательно-согласно включены катушки с порядковыми номерами 5, 6, 7, 29, 30, 31, в часть  $C_3$  последовательно-согласно включены катушки с порядковыми номерами 17, 18, 19, 41, 42, 43.

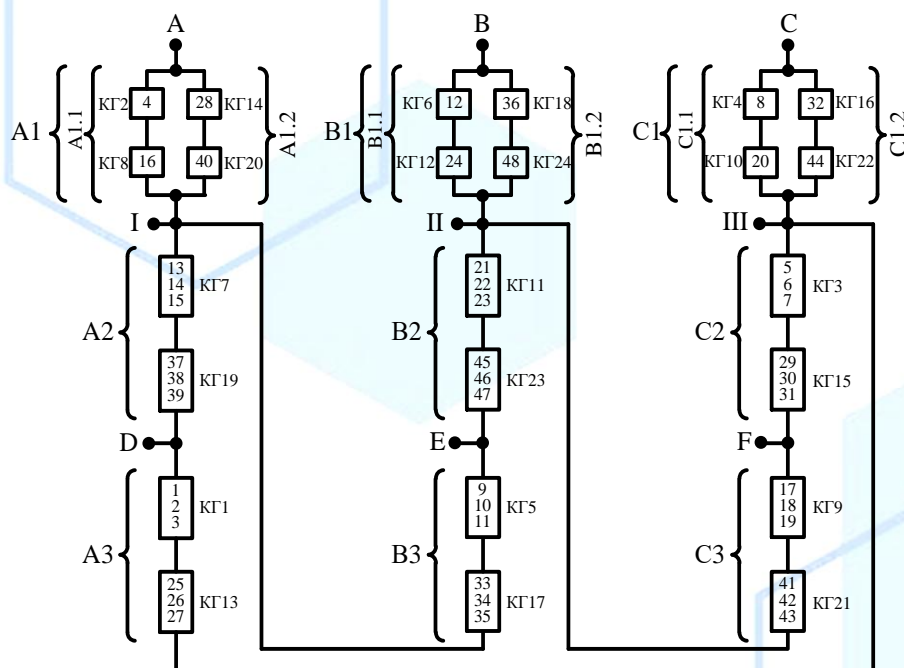


Рис 1. Электрическая схема предлагаемой трехфазной полюсопереключаемой обмотки с соотношением полюсов 8/4

Предлагаемая полюсопереключаемая обмотка, в отличие от схемы Даландера имеет зеркально равные картины МДС, способствующие уменьшению присутствия высших гармонических и равномерно-распределённые по окружности диаграммы Гёргеса, что приводит к улучшению виброакустических характеристик и уменьшению коэффициентов дифференциального рассеяния, причем со стороны со стороны  $2p_1=8$  он равен 0,3%, кроме того достигнуто полное согласование магнитных индукций в воздушном зазоре  $B_1/B_2=1,02$ , что позволяет уменьшить добавочные потери, которое стало возможным за счет нового принципа построения полюсопереключаемой обмотки.

Обмоточные коэффициенты полюсопереключаемой обмотки с  $2p_1$  и  $2p_2$  полюсной стороны соответственно равны  $k_{o61}=0,876$  и  $k_{o62}=0,691$ .



Все сказанное позволяет обеспечить промышленную применимость предлагаемой обмотки, так как двухскоростные двигатели с такой обмоткой могут найти применение на многочисленных подъемно-транспортных установках и в механизмах с тяжелым пуском, где регулировка скорости вращения необходимо по технологическому процессу или для ступенчатого пуска.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Bobojanov, Makhsud, et al. "Pole-changing motor for lift installation." E3S Web of Conferences. Vol. 216. EDP Sciences, 2020.
2. Тошов, Жавохир Буриевич, et al. "ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ДИНАМИЧЕСКИХ РЕЖИМОВ РАБОТЫ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ МОТОРОВ ХОДОВОЙ ЧАСТИ ШАХТНЫХ САМОХОДНЫХ ВАГОНОВ." Universum: технические науки 3-6 (96) (2022): 37-42.
3. Rismuxamedov, Dauletbek, and Husniddin Shamsutdinov. "Разработка полюсопереключаемых обмоток на близкое соотношение полюсов." PROBLEMS OF ENERGY AND SOURCES SAVING 3.3 (2024): 67-75.
4. Бобожанов, Махсуд Каландарович, Рахматилло Чориевич Каримов, and Даулетбек Аманович Рисмухамедов. "Исследование высшего гармонического состава при работе стабилизатора напряжения." Universum: технические науки 10-5 (91) (2021): 20-25.
5. Рисмухамедов, Д. А. (2006). Экспериментальные исследования нового двухскоростного двигателя. Вестник ТашГТУ, 2, 52-55.
6. Алимов, Х., & Рисмухамедов, Д. А. (2007). Методические указания к практическим занятиям. Показатели качества электрической энергии подаваемые к электроприемникам.
7. Алимов, Х. А., and Д. А. Рисмухамедов. "Показатели качества электрической энергии подаваемые к электроприемникам." (2010).
8. Бобожанов, М. К., Рисмухамедов, Д. А., & Туйчиев, Ф. Н. (2016). Построение и анализ полюсопереключаемой обмотки на соотношение полюсов 5/6 методом ДЗПФ. Журнал Проблемы энерго-и ресурсосбережения, (3-4), 138-143.
9. Рисмухамедов, Д. А., Мавлонов, Ж. М., Туйчиев, Ф. Н., & Мархабаев, Б. А. (2018). Трехфазная полюсопереключаемая обмотка с соотношением пар полюсов 5/6. Бюл, (11).

10. Рисмухамедов, Д. А., and Ф. Н. Туйчиев. "Проектирование и моделирование асинхронного электродвигателя 4А80А4УЗ с помощью программы Ansys Maxwell." Вестник ТашГТУ 4 (2018): 52-55.
11. Bobojanov, M. K., Rismukhamedov, D. A., & Tuychiev, F. N. (2019). Development of a polechanging winding for a 5/6 pole ratio at 108 stator slot using the DSSF method with additional branches. Bulletin of TSTU, 1(106), 57-63.
12. Karimov, K. G., Bobojanov, M. K., & Rismuhamedov, D. A. (2004). The methodology of construction and analysis of the electromagnetic properties of a pole switchable wind-ing. Bulletin of TSTU, 3, 71-78.
13. Бобожанов, М. К., et al. "ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ДВУХСКОРОСТНОГО ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЯ 4А132М6УЗ." Экономика и социум 11 (78) (2020): 509-513.
14. Amanovich, Rismuxamedov Dauletbek, and Ganiyev Sarvar Tursuboy o'g'li. "HAVONI KONDENSATSIYALASHDA ENERGIYA TEJAMKORLIKKA ERISHISHNING UMUMIY MASALALAR." Journal of new century innovations 37.1 (2023): 150-155.
15. Bobojanov, M. K., et al. "Construction and analysis of the pole-changing windings for the pole pairs ratio 5/6 by method discretely specified spatial function." International Journal of Advanced Science and Technology 29.11s (2020): 1410-1415.
16. Rismuhamedov, D., F. Tuychiev, and S. Rismuxamedov. "Pole-changing windings for turbomechanism engines." IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. Vol. 883. No. 1. IOP Publishing, 2020.
17. Rismukhamedov, Daulet, et al. "Development and research of pole-changing winding for a close pole ratio." E3S Web of Conferences. Vol. 264. EDP Sciences, 2021.