

### ЛИТЕРАТУРА

1. Цветков Ф.Ф. Тепломассообмен. – М.: МЭИ, 2006. – 550 с.
2. Леонтьева А.И., Брянкин К.В. Общая химическая технологии. Часть 1. ТГТУ, 2004. – 108 с.
3. Бекман Г., Гилли П. Тепловое аккумулирование энергии. – М.: Мир, 1987. – 272 с.
4. Алексеев В.А., Малозёмов В.В. Проектирование тепловых аккумуляторов. – М.: МАИ, 2008. – 86 с.
5. Мозговой А.Г., Шпильрайн Э.Э., Дибиров М.А., Бочков М.М., Левина Л.Н., Кенисарин М.М. Теплофизические свойства теплоаккумулирующих материалов. Кристаллогидраты: Обзоры по теплофизическим свойствам веществ. – М.: ИВТАН, 1990, №2 – 105 с.
6. Гулиа Н.В. Накопители энергии. – М.: Наука, 1980. – 152 с.

### МОДЕЛИРОВАНИЕ ОДНОФАЗНОГО АСИНХРОННОГО ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЯ С ПОВЫШЕННЫМ ПУСКОВЫМ МОМЕНТОМ

Бурцев Л. Ю., Серов А. Б., Асатурян Д. Э.

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск

**Введение.** Стабильная и безопасная работа однофазных асинхронных электродвигателей во многом определяется значением кратности пускового момента, к величине которого предъявляется повышенное внимание при работе с рядом нагрузок. Повышение пускового момента однофазного асинхронного электродвигателя является актуальной задачей для предприятий, занимающихся проектированием и производством данных двигателей. В настоящей работе объектом исследований стал однофазный асинхронный двигатель с рабочей и пусковой обмотками, используемый в шлифовальных машинах настольного исполнения (электроточило «Томск-УХЛ 4», потребляемая мощность  $P = 460 \text{ В} \cdot \text{А}$ , напряжение питания  $U = 220 \text{ В}$ , номинальная частота вращения  $n = 2700 \text{ мин}^{-1}$ ).

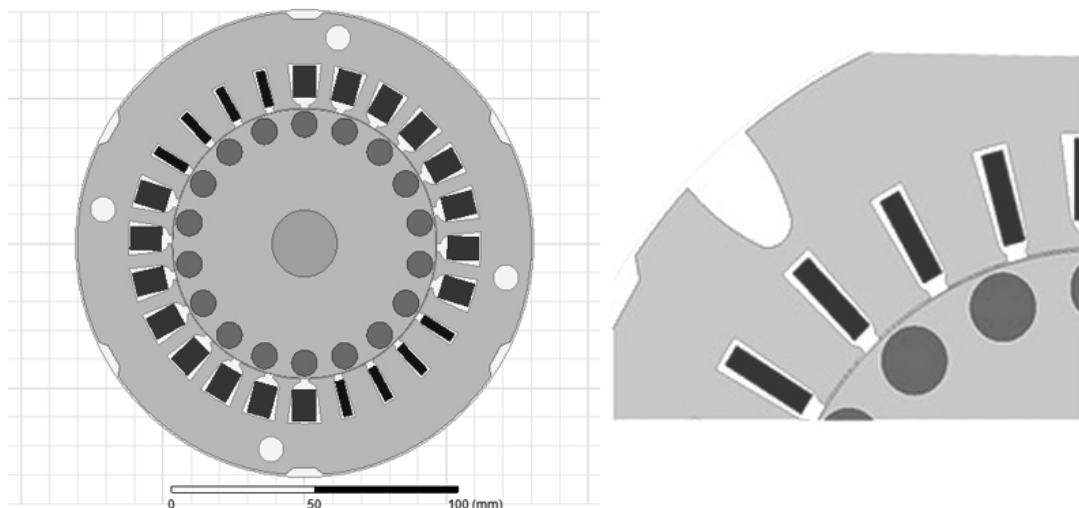
Исследования однофазного асинхронного электродвигателя с модифицированной конструкцией статора проводились путем моделирования в программной среде ANSYS Software. Расчёт момента вращения в программе ANSYS Maxwell 2D осуществлялся путем дифференцирования величины энергии магнитного поля в воздушном зазоре машины по углу поворота ротора. Модель в среде Maxwell является динамической и представлена системой интегро-дифференциальных уравнений, которые, в свою очередь показывают изменение состояния электромеханического объекта во времени при наличии управляющих воздействий.

Задача повышения пускового момента однофазного асинхронного электродвигателя насчитывает различные технические решения. Одно из таких решений предложено коллективом авторов Томского политехнического университета [1]. Основная суть предложенного решения заключается в расположении в зонах магнитных осей пусковой обмотки немагнитных сквозных зазоров, что позволяет снизить индуктивность ротора до двух раз по сравнению с обычной конструкцией статора. В результате снижения индуктивности обмотки ротора удастся достичь снижения величины индуктивного сопротивления фазы ротора, и, соответственно, повышения пускового момента.

Целью проведенных исследований являлся анализ механических характеристик нескольких вариантов исполнения однофазного асинхронного электродвигателя при равных условиях испытаний:

1 вариант. Электродвигатель с традиционной конструкцией статора серийного производства (прототип).

2 вариант. Электродвигатель модернизированной конструкции, изготовленный в соответствии с предложенным техническим решением и отличающийся от прототипа наличием немагнитного зазора в статоре электродвигателя в области пазов пусковой обмотки (рис.1).

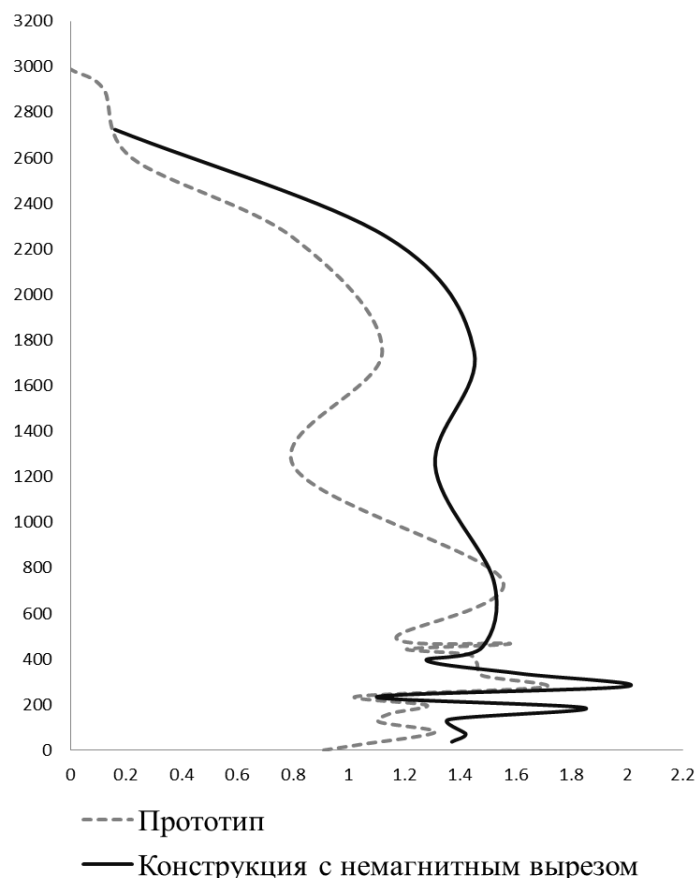


**Рис. 1.** Модели прототипа асинхронного однофазного электродвигателя УХЛ-4 (слева) и модификации с модернизированной конструкцией статора (справа), представленные в программной среде Ansys Maxwell 2D

Результаты моделирования предложенных конструкций представлены в таблице 1. Стоит отметить, что механическая характеристика прототипа (рис.2) с учетом момента инерции вращающихся масс (ротор и шлифовальные круги) в значительной степени совпадает с экспериментальными данными, полученными в результате натурных испытаний прототипа на динамометрическом стенде, что свидетельствует об адекватности рассматриваемой модели электродвигателя. Последнее в свою очередь позволяет осуществлять сравнительный анализ математических моделей модификаций и прототипа.

**Таблица 1.** Результаты моделирования прототипа и конструкции с модифицированным статором

Конструкция электродвигателя	Номинальная скорость вращения	Время разгона	Средний пусковой момент	Увеличение момента	Уменьшение времени пуска
Прототип	2700 об/мин	1.83 с	0.86 Н·м	+0%	-0%
Конструкция с немагнитным вырезом	2700 об/мин	1.25 с	1.26 Н·м	+46.5%	-31.6%



**Рис. 2.** Механическая характеристика для прототипа и для конструкции с немагнитным вырезом

Заключение. Основные результаты сводятся к следующему: было выполнено исследование влияния сквозного немагнитного зазора в области пазов пускового обмотки статора однофазного двухполюсного асинхронного электродвигателя. Проведено моделирование работы двигателя прототипа и модифицированной конструкции. Моделирование магнитного состояния двигателя выполнялось через конечно – элементный комплекс ANSYS Maxwell 2D . Через анализ результатов моделирования было установлено увеличение пускового момента однофазного двигателя с модернизированной конструкцией на 46.5% по сравнению с прототипом, а также уменьшение времени пуска на 31.6%.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Пат. 2 5101 20 РФ, МПК Н 02К 17/08. Однофазный электродвигатель / С.И. Качин, О.С. Качин (РФ). - №2 012 139 937/07; заявл. 18.09.12; опубл. 20.03.14. Бюл. № 8. – 8с.
2. ANSYS, Inc.: современные методы моделирования электромагнитного поля [электронный ресурс]. Режим доступа: [http://www.cae-expert.ru/sites/default/files/sovremennye\\_metody\\_modelirovaniya\\_elektromagnitnogo\\_pola.pdf](http://www.cae-expert.ru/sites/default/files/sovremennye_metody_modelirovaniya_elektromagnitnogo_pola.pdf)
3. Специальные электрические машины: источники и преобразователи энергии: учебное пособие для вузов / А.И. Бертинов, Д.А. Бут, С.Р. Мизюрин и др.; под ред. А.И. Бертинова. М.: Энергоиздат, 1982. - 552 с.