

ПРОГРАММНО-ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫХ МНОГОФАЗНЫХ АСИНХРОННЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ

Глухов Д.М., Воронков И.С.

Научный руководитель: Глухов Д.М., к.т.н.

ООО «Промышленное и гражданское строительство». Россия, г.Воронеж.

E-mail: mitbor@rambler.ru

В современных условиях автоматизацию большинства технологических процессов невозможно осуществить без использования регулируемого электропривода (РЭП). Сегодня всё большее применение в системах РЭП находят асинхронные двигатели (АД). В отдельных случаях от приводного двигателя требуется повышенная эксплуатационная надёжность, которую может обеспечить многофазный асинхронный двигатель (МАД) [1]. Используемый инженерами обширный перечень программного обеспечения для проектирования электрических машин переменного тока позволяет создавать АД, характеристики которых на практике могут существенно отличаться от ожидаемых из-за невозможности учесть в расчётах всю полноту и сложность взаимодействий электрических и магнитных процессов, математически описываемых системой уравнений электромеханического преобразователя.

Цель работы: разработка структурной схемы программно-вычислительного комплекса для проектирования многофазных асинхронных двигателей повышенной энергоэффективности.

Одной из проблем, возникающих при проектировании АД на основе аналитических расчётов, является тот факт, что выражения для определения параметров электрической машины не могут отражать реальной картины распределения магнитного поля по сечению магнитопровода электрической машины. Отсюда возникают неточности в расчётах рабочих характеристик двигателей. Решением может являться моделирование магнитных полей в магнитопроводе АД при помощи удобной и эффективной программы конечно-элементного анализа и расчёта полей ELCUT версии 5.9 от ООО «ТОР» из Санкт-Петербурга [2], позволяющей учитывать не только нелинейность среды, но также и задавать несинусоидальные источники поля (Рис.1). Последний аспект очень важен именно для моделирования МАД из-за принятой формы питающего напряжения – прямоугольные импульсы [3].

Многофазные АД являются частотно-регулируемыми электрическими машинами, что требует изменений к подходам при их проектировании [4]. Применение многофазного преобразователя частоты с управляющими сигналами прямоугольной формы при числе

фаз обмотки статора МАД $m \geq 9$ позволяет достичь достаточной плавности вращения вала двигателя.

При создании электрической машины помимо электромагнитных расчётов проводят также анализ теплового состояния при номинальной нагрузке. ELCUT 5.9 решает подобные задачи с одновременной связью токовых воздействий при моделировании магнитных полей с источниками тепловыделения при решении задач теплопередачи.

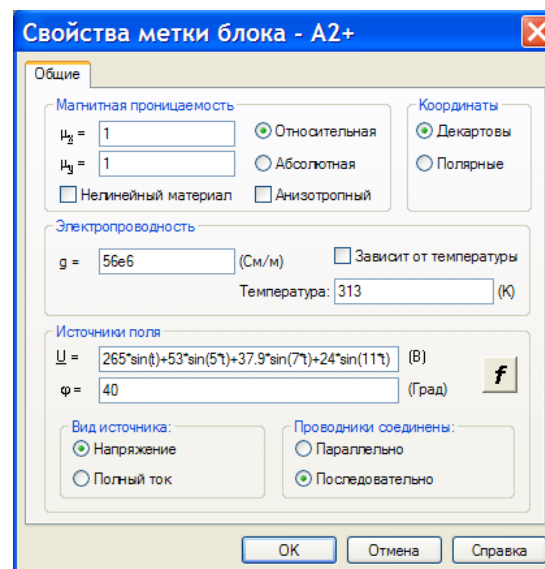


Рис.1. Диалоговое окно задания свойств одной из фаз МАД в пакете ELCUT 5.9

В основу создания комплекса (Рис.2) для проектирования МАД была заложена идея объединения расчётных данных, получаемых при использовании различного программного обеспечения. В нашем случае, для начального и конечного расчётов использовался пакет MathCAD. Моделирование магнитного поля для получения индуктивных параметров МАД с одновременным анализом теплового поля машины выполнялось в среде ELCUT 5.9. В итоге, задавая требуемые параметры и используя получаемые результаты в процессе решения полевых задач при дальнейших расчётах, на выходе мы получаем все необходимые данные МАД с заданными параметрами и характеристиками.

Исходя из постановки задачи – максимальная унификация МАД с

выпускаемыми АД общепромышленного назначения – было принято решение при проектировании варьировать обмоточные данные, напряжение питания и число пазов ротора. Число фаз МАД, мощностью $P_{2n}=4,0$ кВт, приняли равным $m=9$. Разные значения напряжения питания объясняются неидеальным преобразованием тока инверторами преобразователя частоты – были приняты два варианта: $U_{1n}=220$ В и $U_{1n}=208$ В. Плотность тока в обмотке статора принималась не выше $J_1=5,5$ А*мм² [4].



Рис.2 Структурная схема программно-вычислительного комплекса проектирования и расчёта m -фазного асинхронного двигателя

Расчёты показателей качества МАД при питании его от источника с прямоугольной формой управляющего сигнала, произведённые на основании предложенной структурной схемы (Табл. 1), наглядно показывают, что интегральный показатель ($\eta \cdot \cos \varphi$) достигает более высоких значений, по сравнению, с базовым трёхфазным АД.

Таблица 1. Результаты расчётов

U _{1n} = 208 В					Базовый АД - $\eta \cdot \cos \varphi = 0,706$
Z ₂	s _n , %	η	cos φ	$\eta \cdot \cos \varphi$	
24	4,39	0,861	0,847	0,729	
26	4,34	0,862	0,854	0,736	
28	4,31	0,864	0,859	0,742	
U _{1n} = 220 В					
Z ₂	s _n , %	η	cos φ	$\eta \cdot \cos \varphi$	
24	3,98	0,863	0,841	0,726	
26	4,13	0,862	0,845	0,728	
28	3,89	0,866	0,852	0,738	

Более высокие значения энергетических показателей МАД при напряжении $U_{1n}=208$ В объясняются разницей в обмоточных данных и, соответственно, пониженной плотностью тока в обмотке статора – $J_1=5,259$ А*мм². При напряжении $U_{1n}=220$ В плотность тока в обмотке статора составляет $J_1=5,605$ А*мм².

Варьирование числом и геометрическими параметрами пазов сердечника ротора сегодня ограничены технологическими возможностями предприятий, выпускающих асинхронные двигатели, но именно здесь мы видим наличие существенного потенциала многофазных АД в их совершенствовании для РЭП.

Выводы по работе:

1. Для получения наиболее достоверных данных о параметрах и характеристиках электрических машин при их проектировании необходимо использовать инструменты решения полевых задач.
2. Расчёты, выполненные с использованием предложенной структурной схемы программно-вычислительного комплекса, позволяют обрабатывать такой массив данных, из которого выбирается наиболее оптимальный вариант многофазного асинхронного двигателя.
3. Дальнейшее повышение энергетических характеристик многофазных асинхронных двигателей для регулируемого электропривода, проектируемых на базе общепромышленных асинхронных двигателей возможно при изменении геометрии зубчатой зоны ротора.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ведяшкин М.В., Глухов Д.М., Муравлёва О.О. Математическое моделирование надёжности многофазного асинхронного электропривода // Известия вузов. Электромеханика. – 2008. – № 6. – С. 22–25.
2. <http://elcut.ru> – сервер поддержки программы ELCUT.
3. Глухов Д.М., Ефанов А.М. Многофазные асинхронные двигатели для жилищно-коммунального хозяйства. Современные техника и технологии: Труды XVI Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых – Томск. – 12-16 апреля 2010. – Томск: ТПУ. – 2010 – Т. 1. – с. 405 – 407.
4. Беспалов В.Я. Перспективы создания отечественных электродвигателей нового поколения для частотно-регулируемого электропривода. Электрооборудование: эксплуатация и ремонт. 3/2006.