

Министерство образования и науки Российской Федерации
Государственное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
Уфимский государственный авиационный технический университет

Всероссийская конференция
с элементами научной школы для молодежи

**НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЕ
ПРОБЛЕМЫ В ОБЛАСТИ
ЭНЕРГЕТИКИ И ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ**

2–3 ноября 2010 г.

МАТЕРИАЛЫ КОНФЕРЕНЦИИ

Уфа 2010

Ю. В. КИМ, А. В. КИСЕЛЕВ, А. Б. ЦУКУБЛИН

Научн. руковод. – канд. техн. наук, доцент О. Л. РАПОПОРТ

ГОУ ВПО Национальный исследовательский Томский политехнический университет

Оптимизация параметров турбогенератора для питания забойной телеметрической системы

Имеющийся опыт разработки и эксплуатации забойных телеметрических систем со связью по электромагнитному каналу позволяет сформулировать требования к первичному источнику питания подобных систем. Эти требования следующие:

1. выходная мощность не менее 200 Вт;
2. наружный диаметр не более 60 мм;
3. частота вращения ротора не более 3000 об/мин.

Данным требованиям соответствует трехфазный магнитоэлектрический турбогенератор с ротором на постоянных высококоэрцитивных магнитах и беспазовым статором, работающий на нагрузку через мостовой выпрямитель.

Условия эксплуатации данных забойных телеметрических систем достаточно сложные. Часто нагрузка на генератор носит нестационарный характер, например, формирование выходного тока после выпрямителя при помощи широтно-импульсного модулятора (ШИМ). Работа генератора на такую нагрузку сопровождается сложными переходными процессами, приводящими к перегрузке генератора и изменению формы выходного тока.

Серьезной проблемой стал частый выход из строя конденсатора в системе питания. Эта проблема может быть объяснена возникновением резонансных явлений в контуре «индуктивность генератора – конденсатор фильтра». Решением проблемы может стать снижение индуктивного сопротивления обмотки якоря.

Для беспазовых электрических машин выражение индуктивного сопротивления рассеяния обмотки якоря имеет следующий вид:

$$x_{\sigma} = 4\pi \cdot \mu_0 \cdot f \cdot \omega^2 \cdot \sum \lambda / (p \cdot q) \quad (1)$$

Из выражения (1) следует, что уменьшение количества витков даст существенное снижение индуктивного сопротивления.

При этом оптимизация параметров генератора не должна снизить его выходные показатели.

Известно, что ЭДС генератора

$$E_0 = 4 \cdot k_{\Phi} \cdot k_{ob} \cdot \omega \cdot f \cdot \Phi_{\delta 0} \quad (2)$$

Из выражения (2) видно, что при сохранении ранее принятого числа полюсов и типа обмотки, уменьшение числа витков даст снижение

электродвижущей силы. Для сохранения требуемой величины ЭДС, необходимо повысить значение магнитного потока. Последнее может быть выполнено за счет увеличения проводимости отдельных частей магнитопровода. Определение загрузки магнитопровода проводилось посредством расчета магнитного поля с использованием программного продукта ELCUT 4.2.

Моделирование магнитного поля в используемой конструкции, выявило высокие значения магнитной индукции в магнитопроводе якоря (рис. 1).

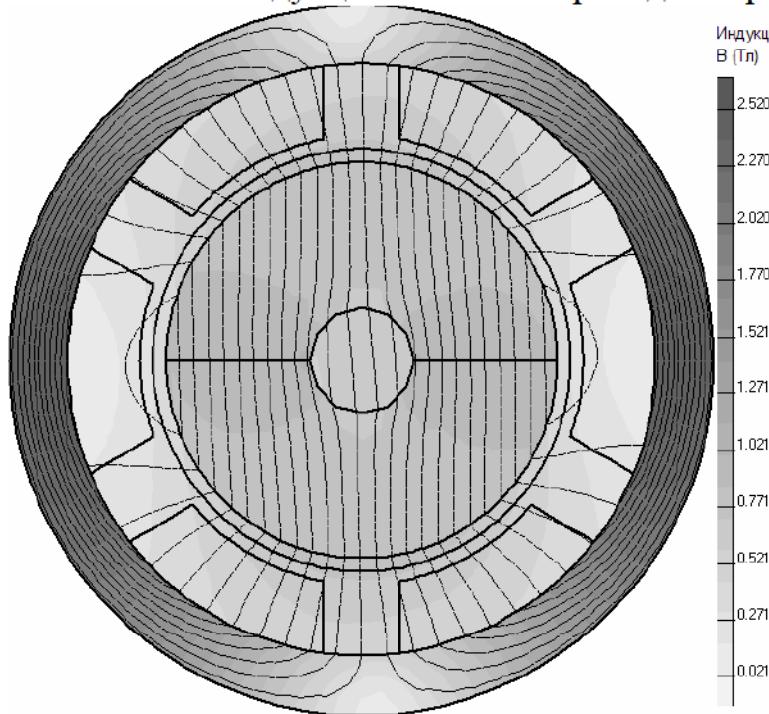


Рис. 1. Распределение магнитного поля в исходном варианте генератора

Учитывая предъявляемые требования к данным генераторам, в первую очередь жестко заданные габаритные размеры (внешний диаметр статора 54 мм, аксиальная длина 140 мм), была проведена оптимизация внутренних размеров магнитопровода. Оптимизация велась при постоянстве выходного значения ЭДС генератора, а также при ограничении величины коэффициента заполнения обмотки якоря, которая не должна превышать значения $k_3 = 0,75$ и сохранении размеров сечения обмоточного провода.

Решение этой проблемы возможно путем увеличения толщины ярма магнитопровода за счет снижения его внутреннего диаметра. Уменьшение воздушного зазора и снижение магнитной индукции в ярме приводят к увеличению проводимости магнитопровода и увеличению магнитного потока при постоянных размерах ротора. Это приводит к снижению количества витков в фазе, и как следствие, к снижению индуктивности обмотки. Толщина ярма была увеличена с 45 мм до 65 мм. Снижение индуктивности составило 10 % .

Дальнейшее увеличение толщины ярма (снижение величины магнитной индукции в нем) не приводит к заметному изменению магнитного потока, поскольку проводимость ярма остается практически постоянной.

Поэтому дальнейшее решение поставленной задачи возможно увеличением размеров магнита ротора. Здесь, увеличение диаметра магнита ротора с 30 мм. до 33 мм. позволило уменьшить количество витков в фазе до 22, что обеспечило снижение индуктивного сопротивления рассеяния на 15 % по сравнению с исходным вариантом. Величина выходного напряжения при этом осталась на требуемом уровне.

Из рассмотренных вариантов первый вариант является более предпочтительным, так как не предполагает изменение магнитов – покупного изделия, поставляемого по специальному заказу.

Анализ полученных результатов показал, что в машине с числом полюсов $2p=2$ уменьшение проводимости рассеяния обмоток статора, путем оптимизации размеров магнитопровода, возможно лишь в пределах (15-17) %.

Г. М. АГЗАМОВА

Научн. руковод. – доцент Е. А. МУРАВЬЕВА

Фирма ООО «Энергоавтоматика»

Энергосбережение и энергоаудит промышленных предприятий

Энергосбережение – это реализация и поиск решений, которые эффективны как энергетически, так и экономически для хозяйствования в условиях абсолютного контроля над потоками энергетических ресурсов. Начальным этапом энергосбережения является энергоаудит – необходимый инструмент и основа для разработки программы энергосбережения.

Энергоаудит – взаимосвязанный комплекс технических, организационных, экономических и иных мероприятий, направленный на выявление возможности экономически эффективной оптимизации потребления энергетических ресурсов.

Энергоаудит включает в свой состав: энергомониторинг; измерения (замеры) параметров в контрольных точках; опросы и анкетирование участников процесса производства или потребления энергоресурса; изучение сопутствующей нормативной базы, руководящих документов и инструкций на предприятии; расчеты экономической эффективности внедрения тех или иных организационных предложений, либо инвестиций в энергосберегающие технологии (устройства); составление отчета, содержащего результаты проведенного энергоаудита и рекомендации.

Результатом энергоаудита может являться:

- заключение о качестве получаемых энергоресурсов;
- рекомендации по внедрению мероприятий и технологий