

СЕКЦИЯ 6. ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИЕ КОМПЛЕКСЫ АВТОНОМНЫХ ОБЪЕКТОВ

МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕМПЕРАТУРНОГО ПОЛЯ ИНДУКТОРНОГО ГЕНЕРАТОРА

Хоанг Чонг Хуи
Томский политехнический университет
ЭНИН, ЭКМ, группа 5ГМ5Г

В автономных системах электроснабжения паротурбогенераторного типа наибольшее применение получил индукторный генератор, так как такой генератор удовлетворяет требованиям высокой частоты вращения ротора, простоты конструкции и регулирования напряжения, обеспечивает высокую надежность. Совершенствование индукторного генератора ставит задачу уточнения расчетов с целью поиска оптимальных параметров и нагрузок, удовлетворяющих условиям работы в конкретном случае.

В настоящей работе представлен анализ температурного поля индукторного генератора – исследуется распределение температуры генератора при номинальном режиме (по обмоткам статора протекает номинальный установившийся ток).

При анализе и расчете тепловых режимов генераторов применяются поверочный, аналитический и численный методы.

В поверочных методах используются экспериментальные зависимости коэффициента теплоотдачи от мощности элементов для определения превышения температуры генератора при номинальном токе. Аналитический метод, основанный на принципе суперпозиции температурных полей, позволяет получить приближенное аналитическое описание процессов теплоотдачи в генераторе. В результате расчета находятся температуры отдельных частей генератора. Недостатком этих методов является низкая точность расчетов.

С появлением ЭВМ получили распространение численные методы расчета – методы конечных разностей и конечных элементов. С помощью этих методов можно учитывать реальные свойства материалов, зависящие от температуры, рассматривать достаточно сложные области и выполнять расчеты без существенных допущений. Недостаток методов – высокие затраты машинного времени – преодолеваются применением высокоэффективной вычислительной техники.

В данной работе для моделирования температурного поля индукторного генератора нами используется метод конечных элементов, реализованный на основе программы ELCUT. Основными этапами решения задачи расчета температурного поля в ELCUT являются следующие.

1. Выбор типа и класса решаемой задачи.
2. Создание геометрической модели объекта исследования (в нашем случае чертеж генератора выполнен в программе T-FLEX).

3. Задание свойств материалов и нагрузок. Свойства материалов представлены в таблице 1. Плотность тока в обмотке статора при номинальном режиме составляет 1755000 A/ м^2 .

Табл. 1.

Элементы	Теплопроводность, (Вт/К·м)	Удельная теплоёмкость, Дж/(кг·К)	Плотность, кг/м ³
Воздух	0,04	1022	0,779
Сердечник статора– сталь 2013	45	461	7900
Сердечник ротора– сталь 3	39	450	7800
Вал – чугун	50	540	1040
Обмотка –медь	380	550	7800

4. Задание граничных условий. Свойства границ представлены в таблице 2.

Табл. 2.

Метки ребер	Температура T_0 , К	Коэффициент тепло- отдачи, Вт/(К м ²)	Тепловой поток
Левая граница	40	150	0
Правая граница	40	150	0
Наружный слой	20	70	0

5. Построение сетки конечных элементов (рисунок 1).

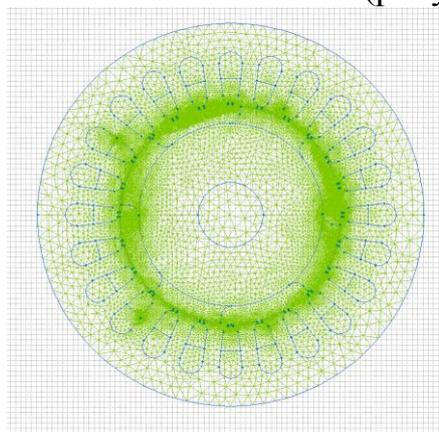


Рис. 1. Окно программы на этапе построения сетки

6. Решение задачи и получение результатов (рисунок 2).

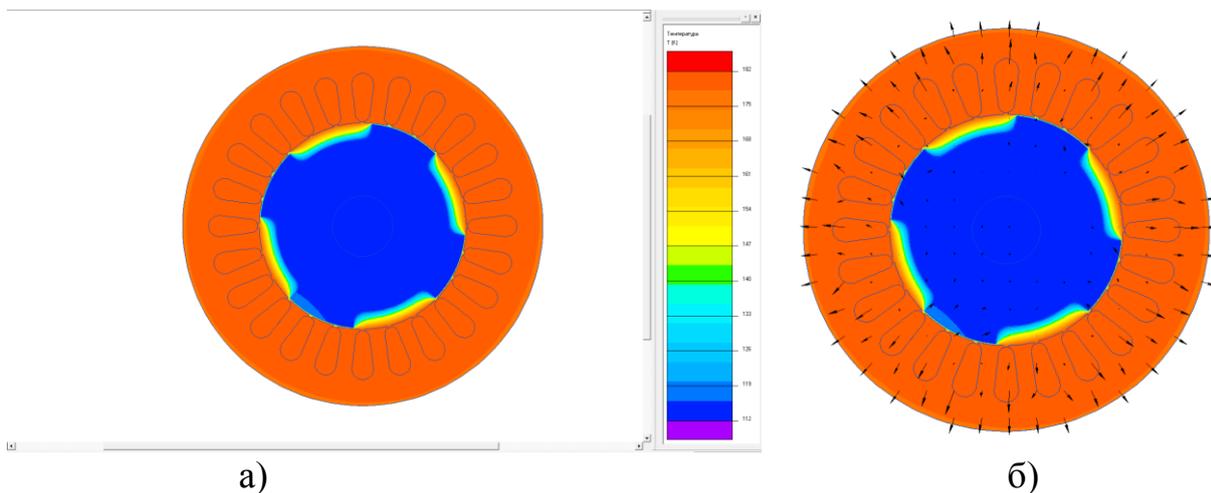


Рис. 2: а) температура генератора; б) тепловой поток генератора при номинальном режиме

В таблице 3 приведены результаты расчета в программе ELCUT и экспериментальные значения максимальной температуры генератора. Здесь использованы следующие обозначения: t_{0E} и $t_{0Э}$ – расчетное и экспериментальное значения максимальной температуры генератора, $\delta_{0E} = \frac{t_{0E} - t_{0Э}}{t_{0Э}}$ – относительная погрешность.

Таблица 3.

I/I_n	$t_{0Э}, ^\circ C$	$t_{0E}, ^\circ C$	$\delta_{0E}, \%$
1,0	180	181,78	0,99

По результатам исследования температурного поля генератора можно сделать следующие выводы.

1. Численные методы расчета и современные программные продукты позволяют рассмотреть достоверную картину температурного поля и определить наиболее нагретые области и точки генератора.
2. При протекании номинального тока через обмотки статора максимальная температура генератора равна $181,8 ^\circ C$. Это результат согласует с результатом испытания генератора. Относительная погрешность не превышает 1 %.
3. В номинальном режиме максимальное значение температуры ($181,8 ^\circ C$) наблюдается в сердечнике статора, а минимальное значение температуры ($112 ^\circ C$) имеет вал.

ЛИТЕРАТУРА:

1. http://elcut.ru/advanced/magn4_r.htm
2. http://www.metiz-krepej.ru/material/magnitnye_svojstva_chuguna.html
3. Балагуров В.А. Проектирование специальных электрических машин переменного тока: Учеб. пособие для студентов вузов. – 1982. – 272с., ил.
4. <http://elcut.ru/publications/golubov.pdf>

Научный руководитель: Н.Ю. Сипайлова, к.т.н., доцент каф. ЭКМ ЭНИН ТПУ.