

- об'єктивну інформацію про ті підприємства-споживачі електроенергії регіону, в яких для зниження енергоємності виробництва необхідно в першу чергу впроваджувати енергозберігаючі технології;
- незалежність програмного продукту, розвиток широкого спектру засобів розрахункової техніки, можливість переносу програмного забезпечення практично на любую нову платформу технічних засобів;
- побудову єдиного оперативного інформаційного простору, прозорого управління матеріальними й інформаційними ресурсами процесів розподілення, споживання та контролю якості електроенергії в енергопостачальній компанії даного регіону.

У подальшому можливе використання розроблених систем обліку електроенергії також для обліку та визначення якості інших видів енергії (газ, вода, тепло).

1.Дубинский Д.Е. АСКУЭ электростанций Днепровского каскада // Энергетик. – 2003. – №3. – С.44.

2.Інструкція про порядок комерційного обліку електричної енергії (2-а редакція із змінами), Додаток №10 до Договору між членами Оптового ринку електричної енергії: Затв. Радою оптового ринку електричної енергії України протоколом від 08.10.1998, №2. – 425 с.

3.Дубинский Д.Е. АСКУЭ для группы МДМ // Энергетик. – 2003. – №9. – С.46.

*Отримано 21.03.2005*

УДК 621.313.2

В.Н.ГАРЯЖА, М.Л.ГЛЕБОВА, канд. техн. наук

*Харьковская национальная академия городского хозяйства*

Б.Г.ЛЮБАРСКИЙ, канд. техн. наук

*Национальный технический университет «Харьковский политехнический институт»*

### **РАСЧЕТ ВНЕШНЕЙ ХАРАКТЕРИСТИКИ СВАРОЧНОГО ГЕНЕРАТОРА КОМБИНИРОВАННОГО ВОЗБУЖДЕНИЯ ДЛЯ АВТОНОМНОГО СВАРОЧНОГО ПОСТА**

Рассматриваются вопросы расчета характеристик сварочных генераторов комбинированного возбуждения на основе метода конечных элементов.

Сварочные генераторы используются в качестве источников питания для автономных сварочных постов, широко применяющихся в коммунальном хозяйстве городов. Привод этих генераторов осуществляется двигателями внутреннего сгорания. Основной проблемой при работе таких электрических машин является возбуждение генераторов. Для нормальной работы генераторы снабжаются дополнительным возбудителем – генератором постоянного тока, который значительно упрощает конструкцию устройства в целом. В работе [1] конструкция

сварочного генератора с комбинированной системой возбуждения не требует дополнительного возбудителя. В настоящее время в различных областях техники находят широкое применение электромеханические преобразователи с двумя типами источников магнитного поля – электромагнитами и обмотками возбуждения (комбинированное возбуждение). Такие машины позволяют сочетать в себе преимущества электро- и постоянных магнитов.

Цель настоящей работы – расширить область применения метода конечных элементов путем разработки алгоритма его применения для получения внешних характеристик сварочных генераторов комбинированного возбуждения.

Картины магнитного поля, полученные в работе [1], и его распределение в комбинированной системе возбуждения сварочного генератора имеют сложный вид, потому расчет внешних характеристик графоаналитическим методом, основанным на расчете магнитных цепей, представляет собой сложную задачу с учетом многих проводимостей. Поэтому такой расчет проводится с помощью расчета поля в поперечном сечении генератора методом конечных элементов и последующим определением напряжения генератора.

В основе метода лежит минимизация энергетического функционала:

$$F = \int_S \left( \int_0^{B_x} \frac{1}{\mu} B_x dB_x + \int_0^{B_{yx}} \frac{1}{\mu} B_y dB_y \right) dS - \int_S A \delta dS ,$$

где  $S$  – область расчета магнитного поля;  $B_x, B_y$  – составляющие вектора магнитной индукции;  $A$  – векторный магнитный потенциал.

Граничные условия для расчета поля: величина векторного потенциала на внешней окружности станины и внутренней окружности якоря равны нулю.

На рис.1 представлена картина магнитного поля генератора при номинальном токе якоря.

Опираясь на данные, полученные в результате расчета поля, можно определить величину напряжения генератора:

$$U = E - IR - U_{щ} , \tag{1}$$

где  $E$  – ЭДС генератора, определяемая по формуле, которая приведена в работе [4];  $IR$  – падение напряжения в цепи якоря;  $U_{щ}$  – падение напряжения в щеточном контакте.

Подставив выражение для ЭДС генератора в (1), получим расчетную формулу определения напряжения генератора по полученным

значениям векторных потенциалов

$$U = \frac{p \cdot N}{60} n (A_n - A_1) L - I R - U_{щ},$$

где  $A_n, A_1$  – потенциалы на пересечении оси добавочного полюса с окружностью якоря;  $p$  – число пар полюсов;  $N$  – число проводников обмотки якоря;  $n$  – частота вращения якоря;  $L$  – длина якоря.

Это выражение является расчетной формулой определения напряжения генератора.

Задавая ток возбуждения и изменяя величину тока якоря от 0 до 800 А, получим величины напряжения генератора.

На рис.2 показаны внешние характеристики сварочного генератора.

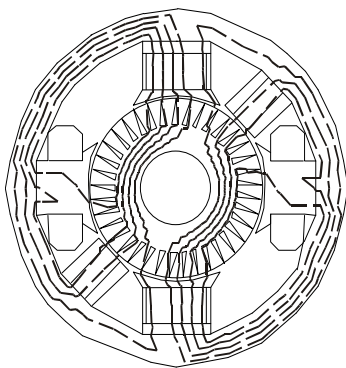


Рис.1

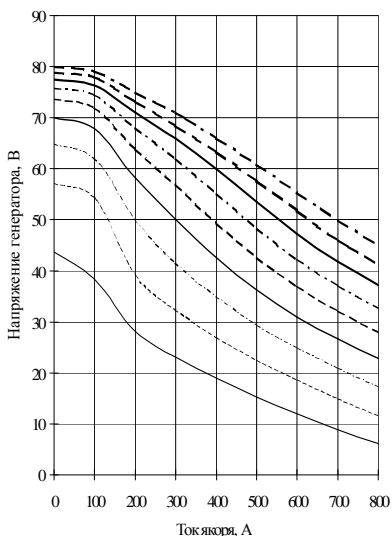


Рис.2

Таким образом, внешние характеристики генераторов с комбинированным возбуждением в основном удовлетворяют требованиям, предъявляемым к внешним характеристикам сварочных генераторов, которые имеют достаточные крутизну и величину напряжения холостого хода.

Ввиду насыщенности спинки якоря и станины ЭДС в режиме холостого хода не превышает величины 80 В. Для получения более высокого напряжения в режиме холостого хода необходимо изменить

геометрию паза якоря – сделать его более широким и менее глубоким по сравнению с пазами четырехполюсной машины, увеличить площадь поперечного сечения станины за счет переноса вентиляционных окон на подшипниковые щиты, а также выполнить утолщение станины.

Для подтверждения внешних характеристик генератора и его работоспособности необходимо провести испытания опытного генератора в составе автономного сварочного поста.

1. Любарский Б.Г. Методика расчета поля сварочного генератора постоянного тока с комбинированной магнитоэлектрической и электромагнитной системой возбуждения // Вестник Харьковского государственного политехнического университета. Серия «Новые решения в современных технологиях». Вып.45. – Харьков, 1999. – С.71–72.

2. Сегерлинд Л. Применение метода конечных элементов. – М.: Мир, 1979 – 342 с.

3. Found F.A., Nehl T.W. and Demerdash N.A Permanent magnet modeling for use in vector potential finite element analysis in electrical machinery. – IEEE Trans. Magn. Vol. 6, 1981. – p.3002-3004.

4. Любарский Б.Г. Методика расчета характеристики холостого хода сварочного генератора постоянного тока с комбинированной магнитоэлектрической и электромагнитной системой возбуждения // Новые решения в современных технологиях: Вестник ХГПУ. Вып.46. – Харьков, 1999. – С.34-36 .

*Получено 30.05.2005*

УДК 519.857

Н.И.САМОЙЛЕНКО, д-р техн. наук, А.А.ВОЛОДЧЕНКО

*Харьковская национальная академия городского хозяйства*

### **МЕТОДЫ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ КОММИВОЯЖЕРА БОЛЬШИХ РАЗМЕРНОСТЕЙ**

Исследуются методы решения задачи коммивояжера. Приведен краткий обзор и анализ различных методов решения указанной задачи. Предложена модификация метода динамического программирования, приводится блок-схема алгоритма метода и его модификации.

Многие задачи оптимизации транспортных перевозок сводятся к так называемой задаче коммивояжера. Постановка задачи следующая. Даны пункт отправления и  $n$  пунктов назначения. Каждый из них непосредственно достижим из любого другого. Заданы затраты на перемещение между двумя пунктами. Необходимо с минимальными затратами, выехав из начального пункта, побывать во всех остальных ровно по одному разу, а затем вернуться в пункт отправления.

Наиболее очевидным является метод полного перебора [1]. Осуществляется оценка всех возможных вариантов маршрута и выбор наиболее экономичного. Этот метод, безусловно, гарантирует получение абсолютного минимума, но требует чрезмерного количества вычислений. Необходимо рассматривать  $n!$  маршрутов для несиммет-