

ICEEE-2018 PROCEEDINGS

**XVII International Conference
“Electromechanics, Electrotechnology,
Electromaterials and Components”**



**XVII Международная конференция
“Электромеханика, Электротехнологии,
Электротехнические материалы
и Компоненты”**

ТРУДЫ МКЭЭЭ-2018

**24 - 28 сентября 2018
КРЫМ, АЛУШТА**

ОРГАНИЗАТОРЫ КОНФЕРЕНЦИИ

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ

**НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ «МЭИ»**

**АКАДЕМИЯ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИХ НАУК
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ (АЭН РФ)**

**INSTITUTE OF ELECTRICAL AND ELECTRONICS
ENGINEERS (IEEE)**

**ОБЪЕДИНЕННЫЙ ИНСТИТУТ ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ**

**ИНСТИТУТ ОБЩЕЙ ФИЗИКИ
РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК (ИОФАН)**

АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО “ВНИИКТ”

НИТУ «МОСКОВСКИЙ ИНСТИТУТ СТАЛИ И СПЛАВОВ»

**КРЫМСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
им. В.И.Вернадского**

Материалы XVII Международной Конференции «Электромеханика, Электротехнологии, Электротехнические Материалы и Компоненты». Тезисы докладов. – М.: Знак. 2018.

В книге представлены тезисы докладов XVII Международной Конференции «Электромеханика, Электротехнологии, Электротехнические Материалы и Компоненты» (МКЭЭЭ-2018, 24–28 сентября 2018 г.)

Книга содержит следующие разделы.

1. Электротехнические материалы и компоненты
 - 1.1 Наноматериалы и нанотехнологии.
 - 1.2 Полупроводниковые и сверхпроводниковые материалы и изделия
 - 1.3. Магнитные материалы
 - 1.4. Электроизоляционные и кабельные материалы и изделия
2. Электромеханика
 - 2.1. Электрические машины
 - 2.2. Электрические приводы и системы
 - 2.3. Электрический транспорт
 - 2.4. Электрические и электронные аппараты
3. Электротехнологии
4. Теоретическая электротехника
5. Современная математика и ее применение в электротехнике
6. Подготовка и переподготовка кадров в области электротехники

Книга рассчитана на специалистов в области электроэнергетики и электротехники, инженеров и научных работников, преподавателей, аспирантов и студентов ВУЗов.

ISBN 978-5-87789-077-0

© Авторы, 2018

Конференция проводится при поддержке РФФИ (грант 18-08-20093/18)

<http://www.news.elteh.ru/arh/2012/78/04.php>

(дата обращения 17.05.2018).

2. Воздвиженский В.А., Гончаров А.Ф., Козлов В.Б. и др. Вакуумные выключатели в схемах управления электродвигателями. М.: Энергоатомиздат, 1988. 200 с.

УПРАВЛЯЕМЫЙ РЕАКТОР С ВРАЩАЮЩИМСЯ МАГНИТНЫМ ПОЛЕМ В РЕЖИМЕ СИММЕТРИЧНОГО НАМАГНИЧИВАНИЯ

Забудский Е.И.

Москва, РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева

Управляемые реакторы с вращающимся (УРВ) полем – статические устройства, изготавливаемые на основе магнитопровода электрических машин переменного тока. Их отличают компактность и простота конструкции при многофазном исполнении, отсутствие взаимоиндуктивных связей между обмотками, повышенное быстродействие, симметричность и синусоидальность рабочего тока во всем диапазоне регулирования (достигается мерами, общепринятыми в электромашиностроении) [1].

Рабочую трехфазную обмотку УРВ выполняют на напряжение не большее «генераторного», поэтому предпочтительнее использовать УРВ в распределительных электросетях и в системах электроснабжения промышленных предприятий, так как в этом случае реактор подключается непосредственно, без промежуточного трансформатора. Реактор используют в качестве регулирующего элемента в схеме статического компенсатора реактивной мощности, в схеме параметрического стабилизатора напряжения (в этом случае обмотка управления не нужна, и устройство работает в режиме насыщающегося реактора) и др.

Создание периодического пространственно-временного спектра гармоник насыщения магнитного поля и возможность активного влияния на его состав изменением схем

пространственно-распределенных обмоток с различными числами пар полюсов, скоростями и направлениями вращения МДС, а также изменением соотношений поперечных геометрических размеров – специфические особенности управляемых реакторов с вращающимся магнитным полем. Эти свойства позволяют органично реализовать в УРВ различные режимы намагничивания: вынужденное намагничивание (ВН), самоподмагничивание и свободное намагничивание по второй гармонике поля, симметричное намагничивание (СН). Эти режимы отличаются различными проявлениями гармоник насыщения вращающегося поля, от которых зависят технико-экономические показатели [2].

Режимом симметричного намагничивания назван такой режим, когда при подмагничивании магнитопровода четные гармоники насыщения не проявляются ни в индукции, ни в напряженности магнитного поля.

Режим симметричного намагничивания в УРВ можно осуществить так как: а) каждый контур вращающегося поля замыкается по всем участкам магнитной цепи, в том числе и по обоим ярмам, а кольцевое поле подмагничивания замыкается только вдоль одного и того же участка магнитопровода – ярма; б) четные гармоники насыщения меняют свою начальную фазу на противоположную при изменении направления постоянного поля относительно контура вращающегося поля.

Если постоянные кольцевые поля внешнего и внутреннего ярм будут замыкаться вдоль каждого из ярм в одном и том же направлении, то относительно контура вращающегося поля они будут замыкаться в противоположных направлениях. Следовательно, фазы любой пары одноименных (то есть одного и того же порядка) четных гармоник, генерируемых ярмами, будут также противоположными. При одинаковых радиальной высоте и осевой длине внешнего и внутреннего ярм и равных МДС обмоток управления четные гармоники будут иметь равные амплитуды и противоположные фазы. Четные гармоники во вращающемся магнитном поле взаимно уничтожаются. Так достигается режим намагничивания, который, согласно данному определению, называется симметричным.

Предпосылка введения термина основана на том, что распределение вращающегося магнитного поля в этом режиме остается практически симметричным относительно оси абсцисс при любом установившемся симметричном процессе работы реактора.

Реактор с двухполюсной рабочей обмоткой и равными МДС кольцевых обмоток управления, действующими встречно относительно контура вращающегося поля (режим СН), выгодно отличается от реактора при согласном действии МДС (режим ВН), следующим: более широким диапазоном регулирования переменного тока, в среднем на 15...20 %; полным отсутствием «трясущих» вибраций магнитопровода; пониженными потерями в стали; большей скоростью протекания переходных процессов.

Результаты математического моделирования «анатомии» реакторов, выполненные на основе теории электромагнитного поля Дж.К. Максвелла, и их «физиологии», выполненные на основе теории нелинейных электрических и магнитных цепей, а также результаты экспериментального исследования подтверждают выводы о достоинствах режима СН [1, 3].

Изготовлен УРВ на базе статора асинхронного двигателя ВАО14-4; работает в режиме симметричного намагничивания. Его мощность составляет 250 кВ·А, он используется в схеме источника питания плазматрона с целью воздушной плазменной резки металлов. По данным испытаний качественные показатели разработанного УРВ, в первую очередь в диапазоне средних по величине рабочих токов, хорошие.

Результаты научной и учебно-методической работы автора представлены на web-сайте <http://zabudsky.ru>.

Литература

1. Забудский Е.И. Математическое моделирование управляемых электромагнитных реакторов: – М.: ООО «Мегаполис», 2018. – 355 с.
2. Забудский Е.И. Режимы намагничивания управляемых электромагнитных реакторов. Материалы XVI Международной конференции «Электромеханика, Электротехнологии, Электротехнические материалы и

Компоненты» М.: «Знак», Труды МКЭЭЭ НИУ «МЭИ», 2016. – С.171 – 172.

3. Забудский Е.И. Совмещенные регулируемые электромагнитные реакторы: – М.: Энергоатомиздат, 2003. – 436 с.

МОДЕЛИРОВАНИЕ НИЗКОВОЛЬТНОЙ ДУГИ ПОСТОЯННОГО ТОКА

*Ведешенков Н.А., Дергачев П.А., Кузнецова Е.А.,
Рыжов В.В.*

Москва, НИУ «МЭИ»

В современном мире наблюдается стремительное увеличение мощности промышленного оборудования, для его защиты от аварийных режимов в основном применяются автоматические выключатели (АВ). В связи с этим происходит рост токов короткого замыкания, возникает необходимость в увеличении отключающей способности АВ. Возникновение и гашение дуги происходит быстро и в малом объеме камеры. Моделирование таких процессов представляет собой одну из актуальных проблем современного аппаратостроения.

Создана инженерная методика моделирования низковольтной дуги постоянного тока, построена конечно-элементная модель дуги между двумя контактами и изучена динамика распространения дуги во внешнем магнитном поле.

Моделирование выполнено в единой среде, в современном программном обеспечении COMSOL Multiphysics, возможностей которого оказалось достаточно для выполнения поставленных задач. В модели учитывалась сила Лоренца во внешнем магнитном поле, действующая на загоревшуюся дугу, за счет чего последняя начинает движение по направляющим неподвижным контактам. Геометрия, материалы и конечно-элементное разбиение модели изображено на рис. 1.