

2. Салов А.Г., Гаврилова Ю.В., Кухарева А.В. Многокритериальное оценивание эффективности функционирования котельного оборудования тепловых электрических станций // Вестник Самарского государственного технического университета. 2011. Серия «Технические науки». – 2011. – №3(31). – С.201-207.
3. Сагитова Л.А., Гаврилова А.А. Обобщенная оценка работы энергетического оборудования по экономическим критериям. // Радиоэлектроника, электротехника и энергетика. Тезисы докладов. Том 3. – 2015. – С.272.

Система автономного электроснабжения летательных аппаратов

Нафизина Ю.А.

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет, Россия, г. Томск
E-mail: loomt666@mail.ru*

Основой современных автоматических и автоматизированных, в том числе бортовых систем, являются электротехнические и электронные устройства. Требования, предъявляемые к структурам систем электроснабжения, подразделяются на две группы. К первой группе относятся требования, общие для всех систем авиационного оборудования, - это минимальная масса, низкая стоимость и небольшие эксплуатационные расходы, высокая надежность и живучесть, максимальная стандартизация и унификация, безопасность обслуживания и т.п. Ко второй группе относятся требования, определяющие особенности функционирования системы, ее структуру, параметры качества электроэнергии и т.п. В работе [1] отмечается, что в настоящее время традиционный критерий уровня бортового оборудования - его масса - отступает на второй план, поскольку его сокращение уже не дает существенного экономического эффекта. На первый план выступают необходимость повышения общей безопасности полетов и резкого сокращения эксплуатационных расходов. Для достижения этих целей требуется, в частности, расширение встроенного контроля и создание избыточных структур бортового оборудования.

Структура системы электроснабжения летательного аппарата (ЛА) определяется его назначением и, как следствие, режимами эксплуатации, составом бортового электрооборудования и т.п., и могут использовать принципы:

- 1) «переменная скорость – привод постоянной скорости (ППС) – постоянная частота (действующее значение напряжения);
- 2) «переменная скорость – переменная частота, постоянное действующее значение напряжения»;
- 3) «переменная скорость – постоянная частота, постоянное действующее значение напряжения» [2].

Независимо от структуры СЭС ЛА, ее центральным звеном является генератор, эксплуатационные характеристики которого должны рационально сочетаться с характеристиками преобразовательных устройств – автономных инверторов и выпрямителей, что является залогом успеха в решении вопросов управляемости, надежности и снижения массогабаритных показателей системы.

Бесконтактные синхронные генераторы (СГ)

Отсутствие скользящих контактов в СГ с электромагнитным возбуждением, предназначенных для работы на ЛА, достигается применением бесконтактных систем возбуждения с вращающимся полупроводниковым выпрямителем или специальной конструкции ротора, которая позволяет размещать на статоре обмотку якоря и обмотку возбуждения и в то же время сохраняет периодическую зависимость по углу поворота ротора взаимной индуктивности между обмотками возбуждения и якоря. [4]

Бесконтактные СГ с вращающимся выпрямителем (ВВ)

Бесконтактная система возбуждения классического СГ осуществляется следующим образом. На одном валу с ротором основного СГ размещаются две дополнительные электрические машины малой мощности: возбудитель и подвозбудитель, а также вращающийся полупроводниковый выпрямитель, через который бесконтактно питается обмотка возбуждения основного СГ. Таким образом, объединено три машины: основной СГ (СГ с внутренними полюсами), возбудитель (СГ с внешними полюсами) и подвозбудитель (с внутренними полюсами). [4]

БСГ с ВВ имеют хорошие массо-габаритные показатели и регулировочные качества, высокую перегрузочную способность. Однако наличие ВВ снижает надежность работы генератора

и ограничивает его допустимые температуры до 100—130 °С. Применение в перспективе для ВВ диодов на основе карбида кремния позволит повысить этот предел до 400 °С. [4]

СГ с возбуждением от постоянных магнитов

Синхронные генераторы, возбуждаемые постоянными магнитами, применяются на ЛА в качестве генераторов в составе электромашиных преобразователей постоянного тока в переменный для питания гироскопических навигационных приборов, в качестве автономных генераторов с автономным приводом от воздушных и газовых турбин, а также в качестве маломощных тахогенераторов для измерения частоты вращения главных двигателей летательного аппарата.

Преимуществами СГ с возбуждением от постоянных магнитов являются: 1) высокая надежность, простота конструкции и обслуживания, связанные с отсутствием скользящих контактов и вращающейся обмотки; 2) автономность, так как не требуется возбуждения постоянным током; 3) высокий КПД и меньший нагрев машины благодаря отсутствию потерь на возбуждение и I скользящем контакте.

Вместе с тем они обладают и рядом недостатков, из которых наиболее существенными являются сложность регулирования и стабилизации напряжения СГ, малая предельная мощность из-за невысокой механической прочности ротора из постоянных магнитов. [4]

Индукторные генераторы

Принцип действия индукторных СГ основан на периодическом изменении магнитной проводимости рабочего зазора при вращении ротора. Взаимная индуктивность между обмоткой возбуждения и обмоткой якоря изменяется в результате периодического изменения магнитной проводимости при неизменном относительном положении обмоток. Однако в отличие, от других типов, рассмотренных ранее БСГ с расположением обмоток возбуждения и якоря на статоре и в отличие от классических СГ в индукторных машинах магнитная индукция в любой точке воздушного зазора (активной зоны) изменяется только по значению, не меняя знака. [4]

Среди генераторов автономных систем электроснабжения могут применяться машины как с радиальным, так и с аксиальным направлением магнитного потока [3,4].

Аксиальный индукторный генератор (АИГ) можно рассматривать как классический синхронный генератор с явнополюсным пассивным ротором, возбуждение которого осуществляется от независимой аксиальной обмотки. Аксиальная обмотка генератора обычно располагается между пакетами составного статора или рядом, если статор не составной [5]. Благодаря аксиальной обмотке возбуждения для регулирования выходного напряжения АИГ независимо от частоты вращения ротора можно использовать относительно простой релейный регулятор [6].

Многофазные генераторные установки предназначены для электроснабжения отдельных объектов или группы объектов. Например, к многофазным генераторным установкам относится аксиальная двухходовая бесконтактная машина (АДБМ-Г) [7], электрическая схема которой представлена на рис.1.

АДБМ-Г работает следующим образом. При вращении постоянного многополюсного магнита 2 индуктора подвозбудителя и внутреннего аксиального магнитопровода с многофазной обмоткой 8 якоря возбудителя и однофазной обмоткой 9 возбуждения основного генератора магнитный поток многополюсного постоянного магнита 2 индуктора подвозбудителя взаимодействует с многофазной обмоткой 4 якоря подвозбудителя, уложенной в пазы бокового аксиального магнитопровода, жестко установленного в корпусе генератора, и наводит в ней многофазную систему ЭДС, которая выпрямляется многофазным двухполупериодным выпрямителем 17 и подается на однофазную обмотку 5 возбуждения возбудителя, уложенную в пазы бокового аксиального магнитопровода. При этом в однофазной обмотке 5 возбуждения возбудителя создается магнитный поток.

При подаче постоянного тока через контакты 19 по дополнительной обмотке 6 возбуждения возбудителя протекает ток, при этом создается магнитный поток, направленный согласно с магнитным потоком, создаваемым однофазной обмоткой 5 возбуждения возбудителя. По принципу суперпозиции магнитных полей магнитные потоки, создаваемые обмоткой 5 и дополнительной обмоткой 6 возбуждения возбудителя, суммируются. Суммарный магнитный поток взаимодействует с многофазной обмоткой 8 якоря возбудителя, уложенной в пазы внутреннего аксиального магнитопровода, и наводит в ней многофазную систему ЭДС, которая в свою очередь последовательно преобразуется, как описано выше для АДБМ-Г, и наводит в многофазной обмотке 11 якоря основного генератора многофазную систему ЭДС, которая подается в сеть.

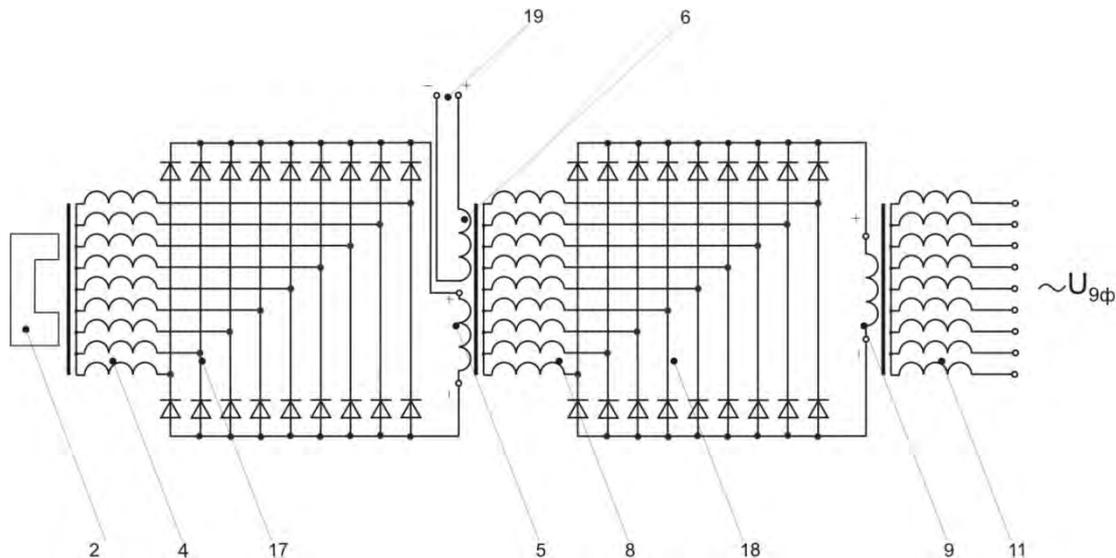


Рис. 1. Электрическая схема АДБМ-Г

Представленный АИГ интегрируется в структуры 1) и 2) (см. выше). При реализации структуры СЭС по типу 3) представляет интерес использования АИГ с постоянными магнитами в пазах основного индуктора [8,9]. При этом регулировочную функцию выполняет обмотка возбуждения аксиального магнитного потока. Дополнительно регулирование частоты и напряжения осуществляется автономным инвертором напряжения. Таким образом, регулировочные функции при широком диапазоне скоростей приводного двигателя распределяются между АИГ и инвертором. Математическая модель АИГ в данном случае принципиально не отличается от представленной выше.

Список литературы:

1. Серебряников А. Д. Индукторные электрические машины с улучшенными техническими характеристиками. 1999. РАУ, Рига. – 108 с.
2. Гарганеев А.Г. Функциональные системы летательных аппаратов. Электрическое и электронное оборудование/ А.Г. Гарганеев, Л.К. Бурулько, В.П. Петрович. – Изд-во Томского политехнического университета, 2012. – 251 с.
3. Электрооборудование летательных аппаратов: учебник для вузов. Т.1 / под ред. С. А. Грузкова. М.: Издательский дом МЭИ, 2008. Т. 1: Системы электроснабжения летательных аппаратов. 2008. –558 с.
4. Бертинов А.И. и др. Специальные электрические машины. Источники и преобразователи энергии. Уч. пособие для вузов. – М., Энергоиздат, 1982.–552 с.
5. Домбур Л. Э. Аксиальные индукторные машины. – Рига: Зинатне; 1984.– 247 с.
6. Козаченко В.Ф. Вентильно-индукторный электропривод с независимым возбуждением для тягового применения // Электротехнические и компьютерные системы. – 2011. № 3. С. 138 – 139.
7. Гайтов Б.Х., Кашин Я.М., Гайтова Т.Б., Кашин А.Я., Пауков Д.В., Голощатов А.В. Аксиальная двухвходная бесконтактная электрическая машина-генератор. Решение о выдаче патента на изобретение № 2011101117/07(001374) от 14.10.2011г.
8. Домбур Л.Э., Пугачев В.А. Аксиальные индукторные машины с постоянными магнитами.– Изв. АН ЛатвССР. Сер.физ.и техн.наук, 1968, №3, с. 89–94.
9. Домбур Л.Э., Пугачев В.А., Сика З.К. Бесконтактная синхронная машина. А.с. СССР 213956. – Б.И.,1968, № 11, с.51.