

ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ СВОБОДНОПОРШНЕВОГО ДВИГАТЕЛЯ В СИСТЕМЕ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО ОБОРУДОВАНИЯ АВТОНОМНОГО ОБЪЕКТА

*Малашин А.Н., Менжинский А.Б.
Военная академия Республики Беларусь*

В настоящее время в системе электроснабжения (СЭС) функционального оборудования автономного объекта (АО) применяются энергоустановки на базе двигателей внутреннего сгорания (ДВС) с кривошипно-шатунным механизмом (КШМ) и синхронных генераторов (СГ) на основе электрической машины вращения (ЭМВ)[1,2].

Анализ существующих энергоустановок показал, что КПД их не велик и находится в пределах от 21% до 34%, а средняя удельная масса превышает 25 кг/кВт. Причиной этого является сами составляющие энергоустановки, а именно ДВС с КШМ. В современных ДВС источником многих недостатков, а именно: механические потери; ухудшение экономических и массогабаритных показателей; уменьшение моторесурса и надежности двигателя является КШМ. Кроме того затраты на изготовление которого составляют 25-40 % от себестоимости двигателя.

В настоящее время в ряде зарубежных стран (России, США, Швеции, Франции и Великобритании) интенсивно ведутся работы по оптимизации параметров ДВС. Особый интерес представляется к исследованию свободнопоршневого двигателя (СПД). В конструкции СПД отсутствие КШМ, что определяет следующие его достоинства[3]:

- единственность кинематической пары (поршень-цилиндр) без нагрузок поршня на цилиндр увеличивает моторесурс СПД до 30 тыс. ч.;
- возможность изменения амплитуды относительных перемещений поршня, а, следовательно, и степени сжатия, что приводит к возможности работы двигателя с различными видами топлива;
- уменьшение числа движущихся деталей существенно увеличивает КПД до 50 - 65% и удельную массу до 1,1 – 1,8 кг/кВт СПД;
- повышение жёсткости и механической надежности конструкции в целом;
- способность работать на сверхбедной топливной смеси (до 65 частей воздуха к одной части топлива) вместо так называемой стехиометрической - 14,7:1;
- высокие пусковые качества при низких температурах;
- выбросы вредных оксидов азота (NOx) близки к нулю;
- низкие затраты при эксплуатации и ремонте;
- снижение расходов на производство.

Для использования СПД в качестве первичного двигателя энергетической установки, требуется электромеханический преобразователь возвратно-поступательного движения, одним из видов которого является линейный генератор.

Для примера рассмотрим более подробно одномодульную структуру двухтактного СПДВС с оппозитным расположением цилиндров и ЛЭГ (рис.1).

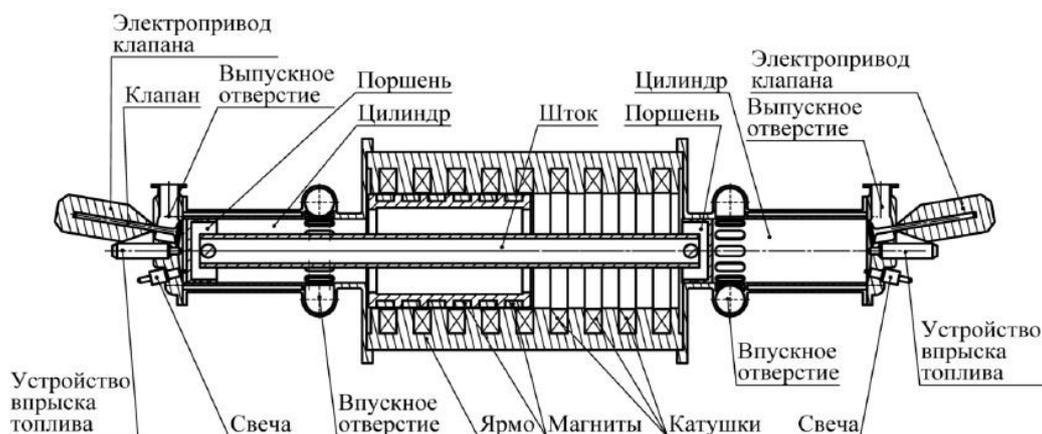


Рис. 1 - Схематический разрез двухцилиндрового СПДВС с оппозитным расположением цилиндров и ЛЭГ между ними

Двухцилиндровый СПДВС, с оппозитным расположением цилиндров и ЛЭГ между ними, имеет поршневую группу, состоящую из двух поршней, соединенных жестким штоком. Циклически повторяющееся давление газов в процессе сгорания топлива сообщает поршневой группе возвратно-поступательное движение. Между поршнями на штоке закреплена подвижная магнитная система ЛЭГ. Подвижная магнитная система ЛЭГ размещается внутри конструкции статора с системой обмоток. При возвратно-поступательном движении штока с закрепленной на нем магнитной системой внутри статора и взаимодействия их магнитных полей происходит возникновение электродвижущей силы в обмотках статора. В сущности это и есть принцип действия СПДВС с ЛЭГ. Кроме того, электрическая машина, работая в режиме двигателя, обеспечивает старт СПДВС. Электронная система управления должна осуществлять контроль движения поршней для обеспечения оптимального термодинамического цикла, а также позиционирование поршней, предотвращая их соударение с головками цилиндров [4,5]. Поэтому СПДВС с ЛЭГ имеет микропроцессорную систему управления с четырьмя основными режимами работы: режим генератора; режим электродвигателя; режим контроля и режим регулирования. Режимы контроля и регулирования осуществляются автоматически как при запуске, так и при работе электрогенератора.

Дополнительным преимуществом для системы электроснабжения функционального оборудования спецобъекта является модульность структуры энергоустановки. Т.е. энергетическая установка состоит из функциональных и конструктивных законченных унифицированных модулей. Модульный принцип построения упрощает решение важных задач для системы энергоснабжения функционального оборудования спецобъекта - обеспечения высокой надежности и живучести за счет резервирования основных узлов системы энергоснабжения, также при необходимости позволит изменять мощность энергетической установки, что повысит экономичность системы энергоснабжения. Как показывает практика значительный технико-экономический эффект модульного построения энергетической установки обеспечивается при ее эксплуатации за счет сокращения времени технического обслуживания и устранения неисправности.

Отсутствие линейного генератора с оптимальными параметрами ограничивает применение СПД в качестве первичного двигателя энергетической установки, поэтому основной задачей при разработке энергоустановки на базе СПД является оптимизация параметров и режимов работы линейного электрического генератора. Для решения поставленной задачи необходимо, осуществить выбор структуры линейного генератора с учетом динамических характеристик СПД и разработать математическую модель энергоустановки на базе свободнопоршневого двигателя с целью уточнения ее параметров и характеристик, с последующим исследованием выбранной структуры линейного генератора с помощью программного комплекса ANSYS, математической основой которого является метод конечных элементов, с целью оптимизации параметров и режимов работы линейного электрического генератора.

Таким образом, проведенный анализ показывает, что решив задачу, оптимизации параметров и режимов работы линейного электрического генератора, на сегодняшний день существуют технические возможности разработки перспективной энергоустановки на базе СПД для СЭС функционального оборудования АО. Применение, которой позволит повысить надежность, живучесть, экономичность, энергетические и массогабаритные показатели системы электроснабжения функционального оборудования АО.

Список использованных источников

1. А. В. Иванов-Смоленский. Электрические машины/ Учебник для вузов. М.: Энергия, 1980. - 928 с.
2. Балагуров В.А., Галтеев Ф.Ф. Электрические генераторы с постоянными магнитами. М.: Энергоатомиздат, 1988. - 279 с.
3. Хитерер М.Я., Овчинников И.Е. «Синхронные электрические машины возвратно-поступательного движения», Санкт –Петербург, Корона принт, 2008.
4. Boldea, I. Synchronous generators. The Electric Generators Handbook. Taylor & Francis Group, 2006.
5. Boldea, I. Variable speed generators. The Electric Generators Handbook. Taylor & Francis Group, 2006.