

УДК 621.314

Хватов Олег Станиславович¹, д.т.н., профессор, зав. кафедрой
e-mail: fillin2003@mail.ru

Тарпанов Илья Александрович¹, к.т.н., доцент
e-mail: fillin2003@mail.ru.

Билялетдинов Тимур Закарияевич¹, аспирант
e-mail: tim.bil.99@mail.ru

Кузнецов Павел Вадимович¹, аспирант

¹ Волжский государственный университет водного транспорта, г. Нижний Новгород, Россия.

СУДОВЫЕ МАШИНО-ВЕНТИЛЬНЫЕ ГЕНЕРАТОРНЫЕ КОМПЛЕКСЫ ПЕРЕМЕННОЙ ЧАСТОТЫ ВРАЩЕНИЯ

Аннотация. Рассмотрена топология судовой электроэнергетической системы (СЭС) с обратимым валогенераторным устройством и дизель-генераторной установкой переменной частоты вращения. Предложены варианты реализации силовой структуры СЭС с учетом типа электрического генератора и полупроводникового преобразователя. Показана эксплуатационная целесообразность применения буферного накопителя энергии комбинированного типа в составе силового оборудования СЭС.

Ключевые слова: обратимая валогенераторная установка, дизель-генераторная установка переменной частоты вращения, машина двойного питания.

Одним из приоритетных направлений развития науки и техники является энергоэффективность. Для судовой энергетики это непосредственно связано с повышением эксплуатационных показателей главных пропульсивных систем, а также электрогенерирующих комплексов – судовых электростанций. Совершенствование указанных систем может быть достигнуто средствами:

- обратимых валогенераторных установок с расширенным диапазоном рабочих частот вращения и возможностью работы в двигательном режиме (ОВГ); [1]
- дизель-генераторных электростанций переменной частоты вращения (ДГПЧВ).

Вышеупомянутые генераторные устройства являются электротехническими генераторными комплексами, работающими при переменной частоте вращения. Для обратимой валогенераторной установки такой режим работы обусловлен переменной частотой вращения главного судового двигателя, т.е. судового валопровода, обеспечивающего различные скоростные режимы хода судна. Переменная частота вращения двигателя внутреннего сгорания в составе ДГПЧВ задается и поддерживается на требуемом уровне (в соответствии с многопараметровой характеристикой) системой управления ДГПЧВ в зависимости от значения мощности нагрузки в судовой сети, чтобы процесс генерирования электроэнергии происходил при минимальном удельном расходе топлива в режимах переменной нагрузки в судовой сети.

На рисунке 1 представлена функциональная схема судовой электроэнергетической системы, которая состоит из ОВГ и ДГПЧВ.

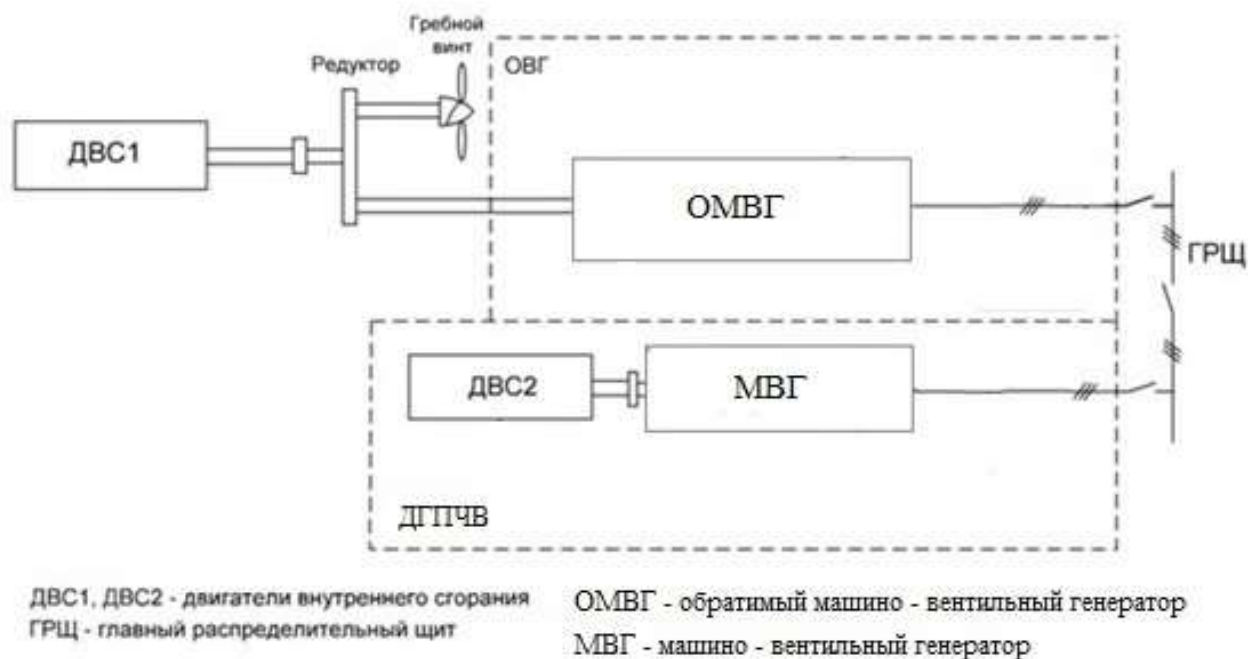


Рисунок 1 - Функциональная схема судовой электроэнергетической системы с ОВГ и ДГПЧВ

Таким образом, электрические генераторы работают в режиме переменной частоты вращения. Поэтому, для обеспечения стабилизации параметров генерируемой электроэнергии как ОВГ, так и ДГПЧВ в составе данных комплексов необходимо использовать преобразовательные полупроводниковые устройства выпрямительно-инверторного типа. [2]

Одним из основных этапов разработки технических систем является синтез элементов его силового оборудования

Применительно к рассматриваемым системам – это связано с выбором типа электрической машины (генератора) и полупроводникового преобразовательного устройства, который обеспечивает стабилизацию параметров генерируемой электроэнергии. Отметим, что в отдельных случаях в состав силового оборудования как ОВГ, так и ДГПЧВ могут входить трансформаторы.

В качестве электрического генератора может применяться электрическая машина переменного тока как синхронного, так и асинхронного типа. Чаще в качестве генератора используется синхронная машина, что связано с ее известными техническими возможностями по обеспечению и регулированию реактивной составляющей мощности. Тем не менее, в последнее время наблюдается повышенный интерес к применению в качестве генератора для комплексов переменной частоты вращения, асинхронной машины, что обусловлено ее высокими эксплуатационными показателями (надежность, стоимость, масса, габариты), а также современными достижениями в области преобразовательной техники – разработке и внедрению в практику активных транзисторных выпрямителей напряжения.[3]

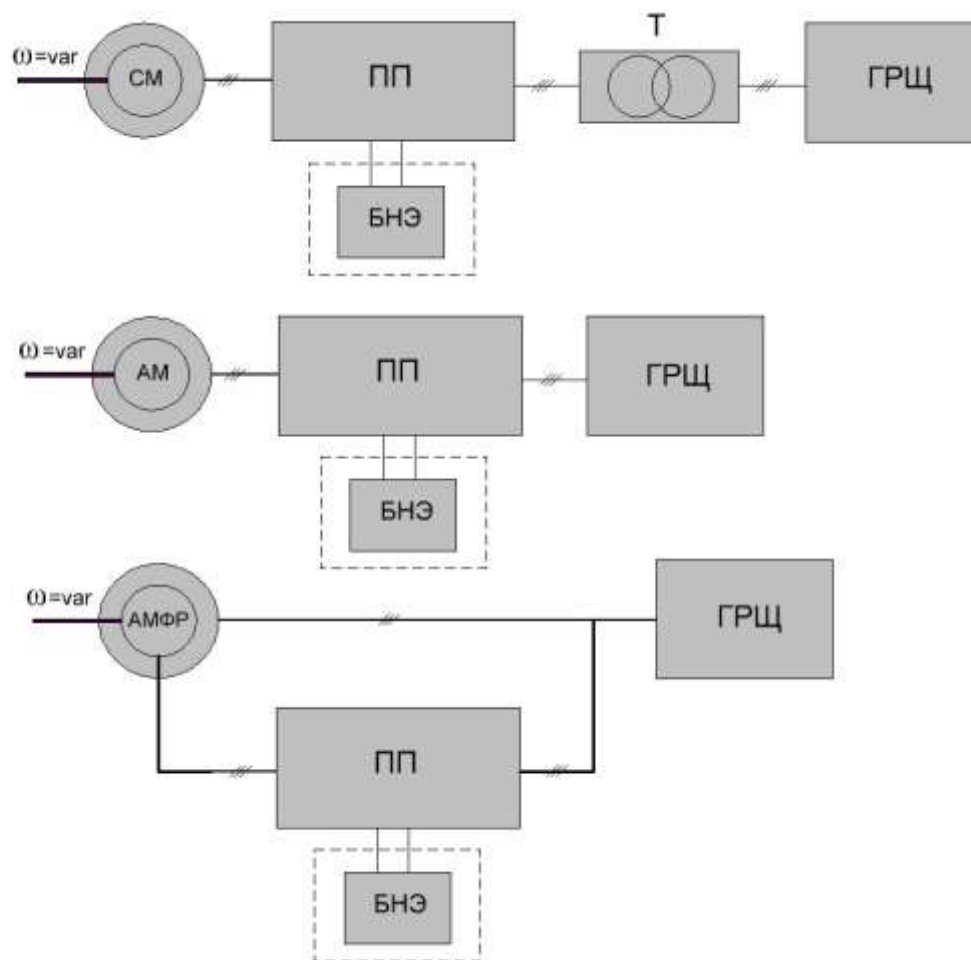
Силовые схемы ОВГ и ДГПЧВ с синхронными генераторами в качестве преобразователя в статорной цепи могут использовать неуправляемый выпрямитель (НВ) в комбинации с широтно-импульсным преобразователем (ШИП) или активным выпрямитель напряжения. При использовании НВ с ШИП генераторный комплекс должен иметь в своем составе трансформатор.

Для обеспечения показателей качества электроэнергии согласно требованиям Морского и Речного Регистров при подключении пиковых нагрузок, к звену постоянного тока преобразователя подключается буферный накопитель энергии (БНЭ). БНЭ может

быть технически реализован как комбинированное устройство, состоящее из аккумуляторной батареи (свинцово-кислотной, никель-кадмиевой) и конденсаторного блока (суперконденсатор).

Варианты асинхронных ОВГ и ДППЧВ могут быть реализованы на базе асинхронных генераторов с короткозамкнутым ротором и полупроводниковым преобразователем в статорной цепи, или на основе асинхронной машины с фазным ротором и преобразователем в роторной цепи, т.е. по схеме машины двойного питания.

На рисунке 2 представлены варианты силовых топологий ОВГ и ДППЧВ.



СМ - синхронная машина.

ПП - полупроводниковый преобразователь.

АМ - аинхронная машина.

Т - трансформатор.

АМФР - асинхронная машина с фазным ротором.

Рисунок 2 - Варианты силовых топологий ОВГ и ДППЧВ

Все вышеуказанные варианты генераторных комплексов переменной частоты вращения, ОВГ и ДППЧВ, обеспечивают требуемые, согласно правилам Морского и Речного Регистра, показатели качества генерируемой электроэнергии в статических (статизм) и динамических режимах (время регулирования, перерегулирование, колебательность).

Однако, надежность, стоимостные, массогабаритные показатели у вариантов построения силовой структуры указанных генераторных комплексов различны.

Синтез элементов силового электрооборудования ОВГ и ДГПЧВ, т.е. определение вида силовой структуры данных комплексов, необходимо проводить на основе многофакторного анализа эксплуатационных показателей генераторных комплексов с обязательным учетом их объектного применения в составе судового электроэнергетического комплекса.

Список литературы:

1. Хватов О. С., Тарпанов И. А. Судовая пропульсивная гибридная установка // Вестник ВГАВТ. Выпуск 35. Н.Новгород, 2013. - с. 337-340

2. О.С. Хватов, А.Б. Дарьенков, И.С. Самоявчев, И.С. Поляков Автономные генераторные установки на основе двигателей внутреннего сгорания переменной частоты вращения (монография) // Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева. – 2016. – С 172.

3. Онищенко Г.Б., Локтева И.Л. Асинхронные вентильные каскады и двигатели двойного питания. // М.: Энергия, 1979. 265 с.

VARIANTSOFMARINE POWER PLANTS WITH A REVERSIBLE SHAFT GENERATOR SET

Oleg S. Khvatov, Ilya A. Tarpanov, Timur Z. Bilyaletdinov, Pavel V. Kuznetsov

Abstract. The article considers variable speed ship's electric power systems.

Keywords: reversible shaft generator set, variable speed diesel generator set, dual power machine.

