



УДК621.311.68

О.С. Хватов, д.т.н. зав. кафедрой, ФГБОУ ВО «ВГУВТ»

Е.М. Бурда, к.т.н. доцент, ФГБОУ ВО «ВГУВТ»

И.А. Гарпанов, к.т.н. ст. преподаватель, ФГБОУ ВО «ВГУВТ»

Н.И. Кшталтный, аспирант, ФГБОУ ВО «ВГУВТ»

603951 Нижний Новгород, ул. Нестерова, 5

ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ДИЗЕЛЬ-ГЕНЕРАТОРНОЙ УСТАНОВКИ ПЕРЕМЕННОЙ ЧАСТОТЫ ВРАЩЕНИЯ С НАКОПИТЕЛЬНЫМ УСТРОЙСТВОМ

Ключевые слова: судовая электростанция, имитационная модель, дизель – генератор переменной частоты вращения.

В статье рассмотрена модель судовой электроэнергетической установки, в состав которой входит дизель – генератор переменной частоты вращения. Представлены структурная схема и имитационная модель, результаты моделирования.

В настоящее время практически все дизель-генераторные установки работают с постоянной (номинальной) скоростью вращения во всем диапазоне нагрузок. Их количество составляет порядка 50 тыс. единиц суммарной мощностью 17 млн. кВт с выработкой электроэнергии около 6 млрд. кВт*час и потребным объемом топлива 6 млн. тонн [1,2]. Топливо завозится, как правило, из далеко расположенных центров, что делает его очень дорогим. Необходимо отметить, что поставки топлива не всегда надежны, зависят от наличия транспортных средств и погодных условий.

Работа двигателя внутреннего сгорания при постоянной скорости, но при переменной нагрузке характеризуется неоптимальным (завышенным) расходом топлива. Исследования, проведенные под руководством профессора Орлова А.В. (70-е годы 20 века), показали, что уменьшение частоты вращения двигателя внутреннего сгорания при снижении нагрузки позволяет сократить удельный расход топлива на 20-30%. Одновременное изменение оборотов и нагрузки обеспечивает также оптимальный тепловой режим работы двигателя, снижение износа и, следовательно, повышает его моторесурс. При этом снижение частоты вращения рационально только до определенного значения, когда сохраняется качество смесеобразования и сгорания, что обеспечивает требуемый индикаторный КПД.

За счет задания оптимальной скорости вращения вала приводного двигателя, соответствующей наименьшему удельному расходу топлива, достигается его экономия [1,2].

Предлагается вариант использования дизель – генератора переменной частоты вращения на базе синхронной машины и преобразователя частоты, обеспечивающего требуемые качественные показатели выходного напряжения, в составе единой электроэнергетической системы судна [1,3].

Для исследования режимов работы единой электроэнергетической установки судна разработана ее математическая модель, которая реализована в пакете SimPowerSystems.

На рис. 1 представлена структурная схема электроэнергетической установки судна, включающая дизель – генератор переменной частоты вращения, гребную электрическую установку и общесудовую нагрузку.

На рис.1 приняты следующие обозначения: Д – двигатель внутреннего сгорания; СВ - система возбуждения; СГ – синхронный генератор; ТР – повышающий

трансформатор; В – неуправляемый выпрямитель; Ф1 – фильтр; АКК – аккумуляторная батарея; ШИП – широтно – импульсный преобразователь; Ф2 – фильтр; И1 – инвертор ГЭУ; АД – асинхронный электродвигатель; И2 – инвертор для общесудовой нагрузки; Н1, Н2, Н3 – общесудовая нагрузка.

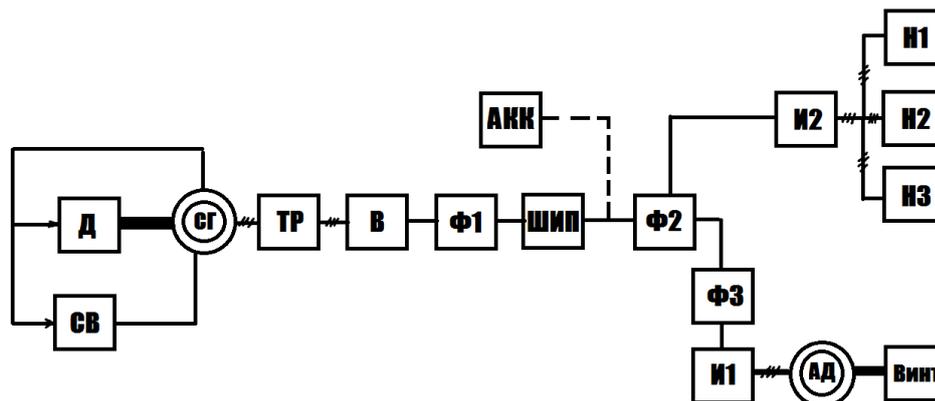


Рис. 1. Структурная схема единой электроэнергетической установки судна.

Выходное напряжение СГ повышается трансформатором ТР и выпрямляется В. ШИП стабилизирует выпрямленное напряжение на заданном уровне. Инверторы И1 и И2 преобразуют постоянный ток в переменный стабильной частоты. К стабилизированному звену постоянного тока подключена аккумуляторная батарея АКК, которая обеспечивает стабилизацию питающего напряжения при подключении нагрузки без необходимого при отсутствии АКК изменения скоростного режима работы двигателя внутреннего сгорания.

На рис. 2 представлена имитационная модель единой электроэнергетической установки судна, выполненная в среде Simulink с применением блоков SimPowerSystems.

Результаты моделирования режимов работы единой электроэнергетической установки, проведенные на имитационной модели (рис.2), представлены на рис.3,4.

На рис.4 приведены диаграммы напряжений при подключении на 13 секунде работы к генератору мощностью 31 кВА нагрузки мощностью 10 кВт. Трансформатор ТР обеспечивает требуемый запас по напряжению. Блок задания оптимальной частоты вращения определяет требуемую величину скорости дизеля соответствующую мощности нагрузки генератора. ШИП обеспечивает стабилизацию входного напряжения инвертора на уровне 520 В.

Работа ШИП совместно с АКК обеспечивает стабилизацию напряжения на нагрузке без средств регулирования частоты вращения дизеля.

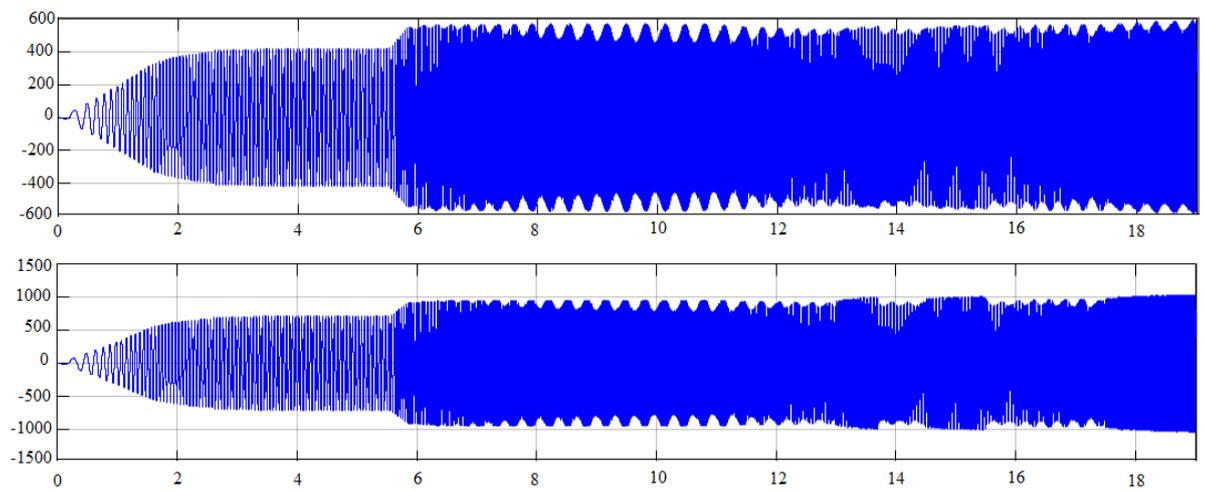


Рис. 3. Напряжение на выходе генератора и трансформатора.

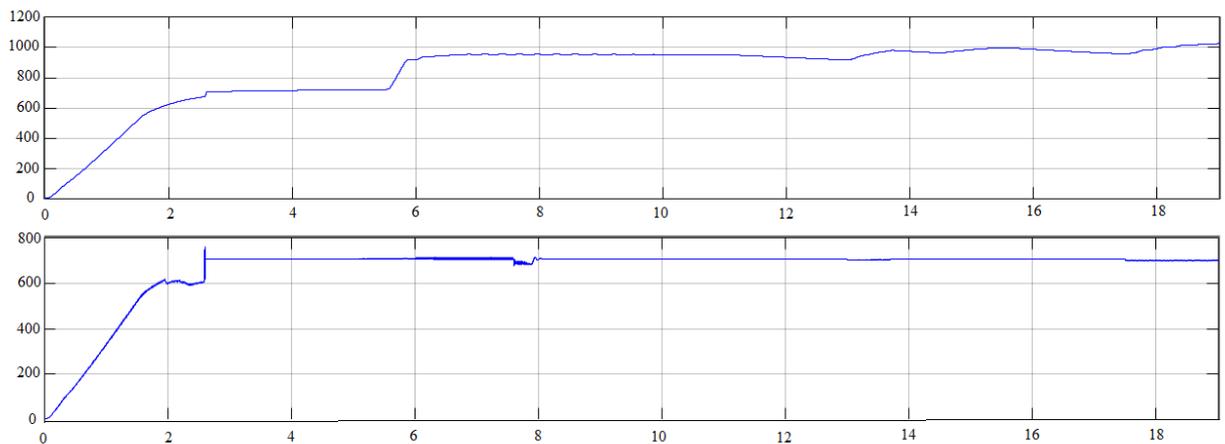


Рис. 4. Напряжение на выходе выпрямителя и ШИП.

Список литературы:

- [1]. Единая электростанция транспортного объекта с электродвижением на базе дизель-генераторной установки переменной частоты вращения / Хватов О.С., Дарьенков А.Б. / Электротехника №3 , 2016, с.35-40.
- [2]. Power plant based on a variable-speed diesel generator. O.S. Khvatov, A.B. Dar'enkov. Russian Electrical Engineering. – New York, March 2014, Volume 85, Issue 3, pp 145-149.
- [3]. Дизель-генераторная электростанция с переменной частотой вращения вала / Хватов О.С., Дарьенков А.Б., Тарасов И.М./ Иваново, Вестник ИГЭУ.- 2010.

A SIMULATION MODEL OF THE UNIFIED POWER INSTALLATION VESSEL

O. S. Khvatov, E. M. Burda, I. A. Tarpanov, N. I. Kshtalnyi

Keywords: ship's power plant, simulation model, variable speed diesel generator.

The article considers the model of the ship power installation, comprising variable speed diesel generator. A block diagram and simulation model, simulation results are given.