



УДК 621.313.3

Хватов Олег Станиславович, проф., д.т.н., кафедра электротехники и электрооборудования объектов водного транспорта ФГБОУ ВО «ВГУВТ»

Тарпанов Илья Александрович, ст. преп., к.т.н., кафедра электротехники и электрооборудования объектов водного транспорта ФГБОУ ВО «ВГУВТ»

Кобяков Дмитрий Сергеевич, аспирант, кафедра электротехники и электрооборудования объектов водного транспорта ФГБОУ ВО «ВГУВТ»

Юрлов Михаил Евгеньевич, аспирант, кафедра электротехники и электрооборудования объектов водного транспорта ФГБОУ ВО «ВГУВТ»

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Волжский государственный университет водного транспорта» (ФГБОУ ВО «ВГУВТ»), 603951, г. Нижний Новгород, ул. Нестерова, 5.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПАРАЛЛЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ДИЗЕЛЬ-ГЕНЕРАТОРНЫХ УСТАНОВОК ПОСТОЯННОЙ И ПЕРЕМЕННОЙ ЧАСТОТЫ ВРАЩЕНИЯ

Ключевые слова: дизель-генератор, переменная скорость, судовые генераторы.

В статье рассматривается параллельная работа дизель – генераторных установок с постоянной и переменной частотой вращения.

В автономных системах электроснабжения в качестве источника электрической энергии чаще всего используются дизель-генераторные установки (ДГУ), которые обычно работают с постоянной частотой вращения. Благодаря относительной простоте подобные установки нашли широкое применение как в России, так и за рубежом. Тем не менее, дизель-генераторные установки имеют высокий удельный расход углеводородного топлива в режиме долевых нагрузок двигателя внутреннего сгорания. Также уменьшается механический ресурс дизельного двигателя и растут выбросы вредных веществ [2,4]. Для того, чтобы снизить удельный расход топлива и повысить энергоэффективность, целесообразно регулировать частоту вращения вала ДГУ в зависимости от величины электропотребления [1,3]. Существует большое разнообразие электрических схем инверторных ДГУ, однако все они имеют звено постоянного тока для обеспечения требуемых параметров выходного напряжения. Кроме того, с помощью звена постоянного тока значительно упрощается процесс включения на параллельную работу нескольких ДГУ. Подобные системы обладают широкими возможностями эффективного управления режимами работы всех источников и потребителей, входящих в единую систему.

В данной работе рассмотрена параллельная работа дизель-генераторной установки переменной частоты вращения (ДГПЧВ) и классической ДГУ. В зависимости от нагрузки ДГПЧВ регулирует частоту вращения и обеспечивает равномерное распределение потребляемой мощности на обе установки. Для обеспечения запаса по напряжению в ДГПЧВ используется понижающий широтно-импульсный преобразователь и повышающий трансформатор.

*Материалы научно-методической конференции профессорско-преподавательского состава,
аспирантов и студентов*

Секция VI Электрооборудование объектов водного транспорта

Функциональная схема ДГУ и ДППЧВ, объединенных по звену постоянного тока, представлена на рис. 1.

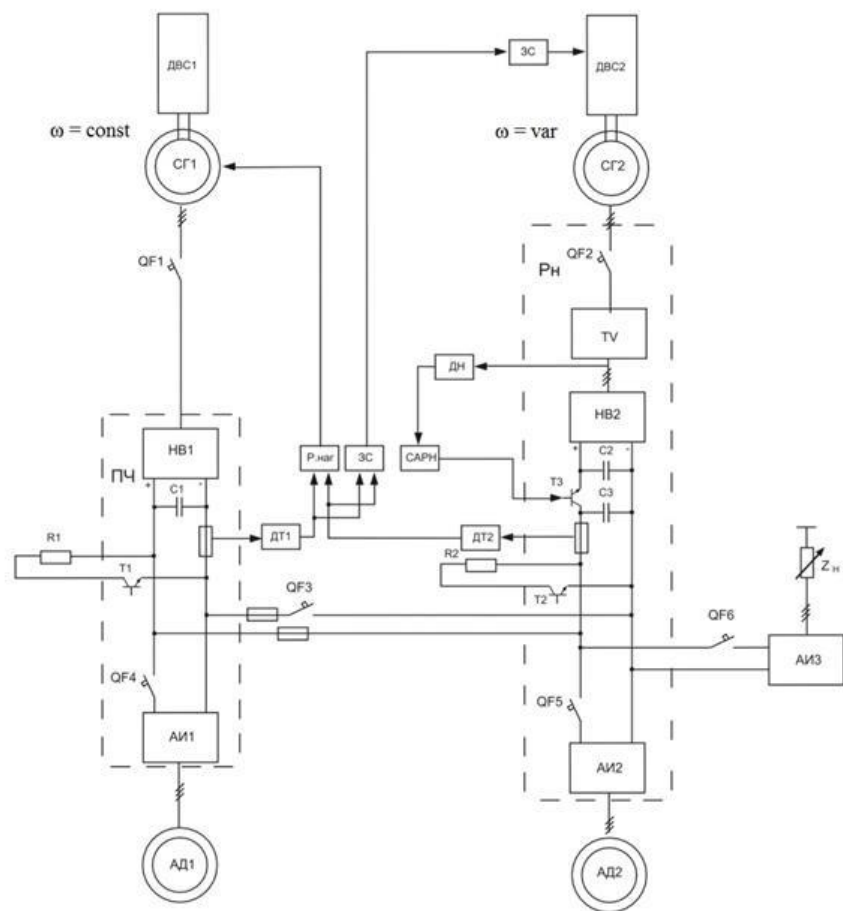


Рис. 1. Функциональная схема судовой единой электростанции с общим звеном постоянного тока и дизель – генератор переменной частоты вращения.

Рассмотрим принцип работы установки. ДППЧВ регулирует частоту вращения вала дизельного двигателя в зависимости от нагрузки в канале электродвижения судна. Кроме того, задача ДППЧВ - равномерно распределить нагрузку между генераторами СГ1 и СГ2 вне зависимости от нагрузки на каждый из гребных электродвигателей АД1 и АД2. В данной функциональной схеме рассмотрена трансформаторная топология ДППЧВ [5]. Преобразователи обоих ДГУ соединены на стороне постоянного тока. Регулятор нагрузки $R_{наг}$ воздействует на систему возбуждения СГ1, изменяя величину напряжения на его статоре. В качестве системы регулирования частоты вращения ДГУ может выступать нейросетевой или нечеткий регулятор оборотов. Таким образом, применение на судне ДППЧВ в паре с классической ДГУ позволяет обеспечивать энергоэффективный режим работы дизельного двигателя внутреннего сгорания на долевых режимах работы. Также данный подход весьма рационален с точки зрения модернизации судовых электроэнергетических систем.

Далее в статье рассматриваются различные варианты силовых топологий дизель – генераторов переменной частоты вращения (ДППЧВ). Основным устройством, обеспечивающим стабилизацию параметров генерируемой электроэнергии ДППЧВ, является полупроводниковый преобразователь, схемотехническое исполнение которого зависит от наличия трансформатора в составе оборудования генераторного комплекса. Рассмотрим варианты структур построения ДППЧВ, которые представлены на рис. 2 и рис. 3. На данных рисунках: СГ – синхронный генератор, Т – трансформатор, ВЧТ –

высокочастотный трансформатор, В – выпрямитель, АВ – активный выпрямитель, ШИП – широтно-импульсный преобразователь, И – инвертор, Ф1, Ф2 – фильтры, Н – нагрузка.

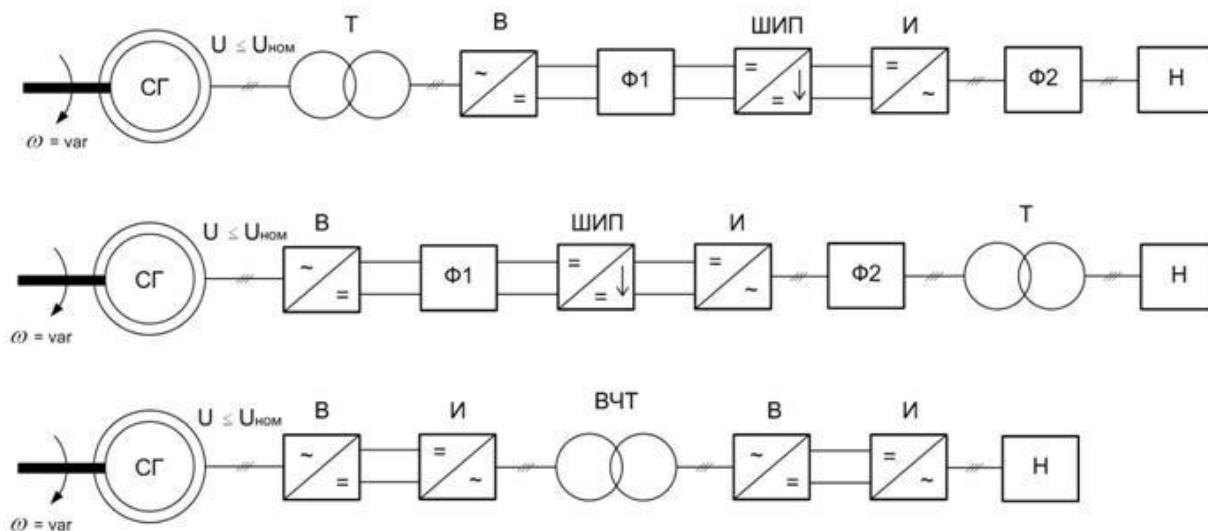


Рис.2. Структурные схемы трансформаторных ДГПЧВ

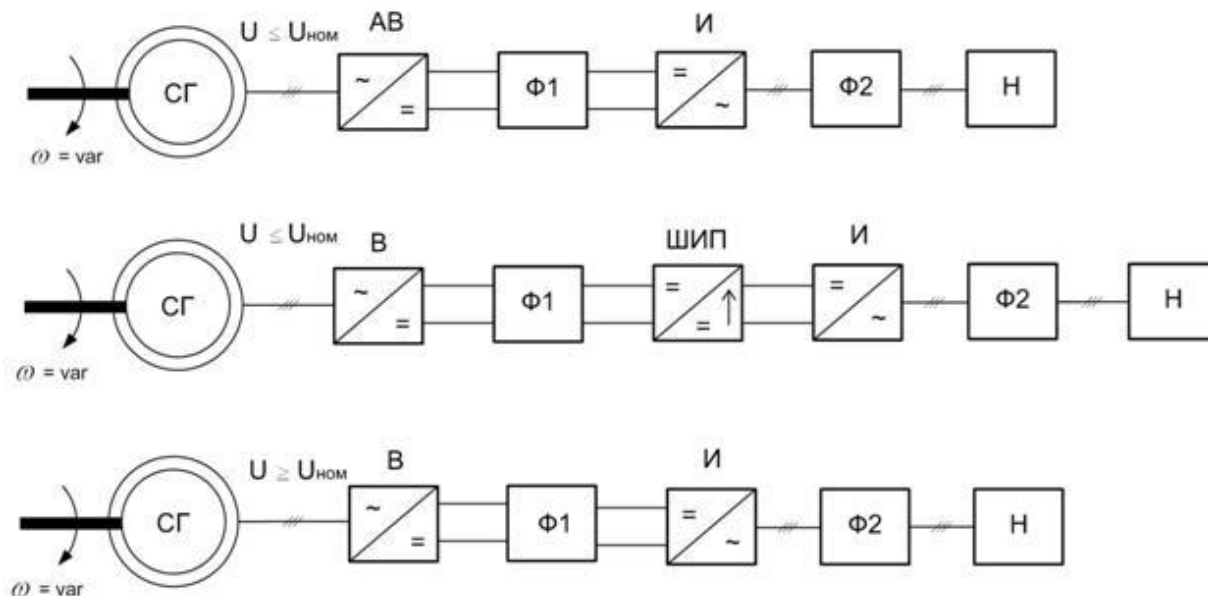


Рис.3. Структурные схемы бестрансформаторных ДГПЧВ

Данные структуры ДГПЧВ разделены на две группы – трансформаторные (рис. 2) и бестрансформаторные (рис. 3). Трансформаторные структуры по исполнению могут быть с обычным либо высокочастотным трансформатором. Использование высокочастотного трансформатора существенно снижает его массогабаритные показатели, однако усложняет структуру преобразовательной части ДГПЧВ, которая должна иметь два выпрямительных и два инверторных блока.

Бестрансформаторные структуры ДГПЧВ – это системы с активным выпрямителем, либо с широтно-импульсным преобразователем повышающего типа, т.е. с устройствами, которые функционально, как и трансформатор, обеспечивают поддержание требуемого уровня напряжения. К бестрансформаторным также следует отнести ДГПЧВ с генераторами специального исполнения, имеющими повышенное номинальное напряжения на статоре.

[5] Хватов О.С., Бурда Е.М., Тарпанов И.А., Кшталтний Н.И. Перспективные варианты судовых электростанций с дизель – генераторами переменной частоты вращения// Труды конгресса «Великие реки» – Выпуск 7, 2018г.

SIMULATION OF PARALLEL OPERATION OF DIESEL GENERATOR SETS WITH CONSTANT AND VARIABLE SPEED

Oleg S. Khvatov, Ilya A. Tarpanov, Dmitry S. Kobayakov, Michail E. Yurlov

Keywords: diesel generator, variable speed, ship generators.

The article is devoted to the operation of diesel generator sets with constant and variable speed