



УДК 621.313.3

**Хватов Олег Станиславович**, проф., д.т.н., кафедры электротехники и электрооборудования объектов водного транспорта «Волжский государственный университет водного транспорта» (ФГБОУ ВО «ВГУВТ») 603951, г. Нижний Новгород, ул. Нестерова, 5.

**Тарпанов Илья Александрович**, ст. преп., к.т.н., кафедры электротехники и электрооборудования объектов водного транспорта «Волжский государственный университет водного транспорта» (ФГБОУ ВО «ВГУВТ») 603951, г. Нижний Новгород, ул. Нестерова, 5.

**Марков Дмитрий Константинович**, аспирант, кафедры электротехники и электрооборудования объектов водного транспорта «Волжский государственный университет водного транспорта» (ФГБОУ ВО «ВГУВТ») 603951, г. Нижний Новгород, ул. Нестерова, 5.

## МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ДИЗЕЛЬ-ГЕНЕРАТОРНОЙ ЭЛЕКТРОСТАНЦИИ НА ОСНОВЕ МАШИНЫ ДВОЙНОГО ПИТАНИЯ

*Аннотация.* В статье рассматривается дизель – генераторная установка переменной частоты вращения на основе машины двойного питания

*Ключевые слова:* дизель-генератор, переменная скорость, судовые генераторы, машина двойного питания, задатчик экономичного режима.

В современных дизель-генераторных установках (ДГУ) в качестве источника электроэнергии, как правило, используется синхронная машина, что связано с ее технической возможностью по регулированию величины и направлению потока реактивной мощности. При создании высокоэффективных дизель – генераторных установок переменной частоты вращения (ДГПЧВ) также технически обосновано применение асинхронной машины с фазным ротором. Для варианта ДГПЧВ на основе машины двойного питания (МДП) мощность преобразователя частоты (ПЧ) определяется мощностью скольжения. Технологически обоснованный диапазон изменения частоты вращения дизеля при работе ДГПЧВ в режимах долевых нагрузок, составляет от 70% до 100% номинального значения частоты вращения. Мощность ПЧ при этом будет составлять не более 30% от мощности генератора, что существенно снижает установленную мощность силового электрооборудования электростанции [1].

На рис.1 представлена функциональная схема ДГПЧВ на основе МДП. Рассмотрим работу схемы. Регулирование и последующая стабилизация оптимальной частоты вращения дизельного двигателя осуществляется с помощью блока электропривода рейки топливного насоса (ЭПН). Задатчик экономичного режима (ЗЭР) формирует требуемую

частоту вращения, которая зависит от величины мощности нагрузки. Вычисление текущего значения мощности производится блоком вычисления мощности (ВМ) с помощью датчиков тока (ДТ) и напряжения (ДН).

Регулятор частоты вращения (РЧВ) осуществляет стабилизацию заданной частоты вращения дизеля. РЧВ может быть реализован как на базе классического ПИ-регулятора, так и с помощью аппарата нечеткой логики.

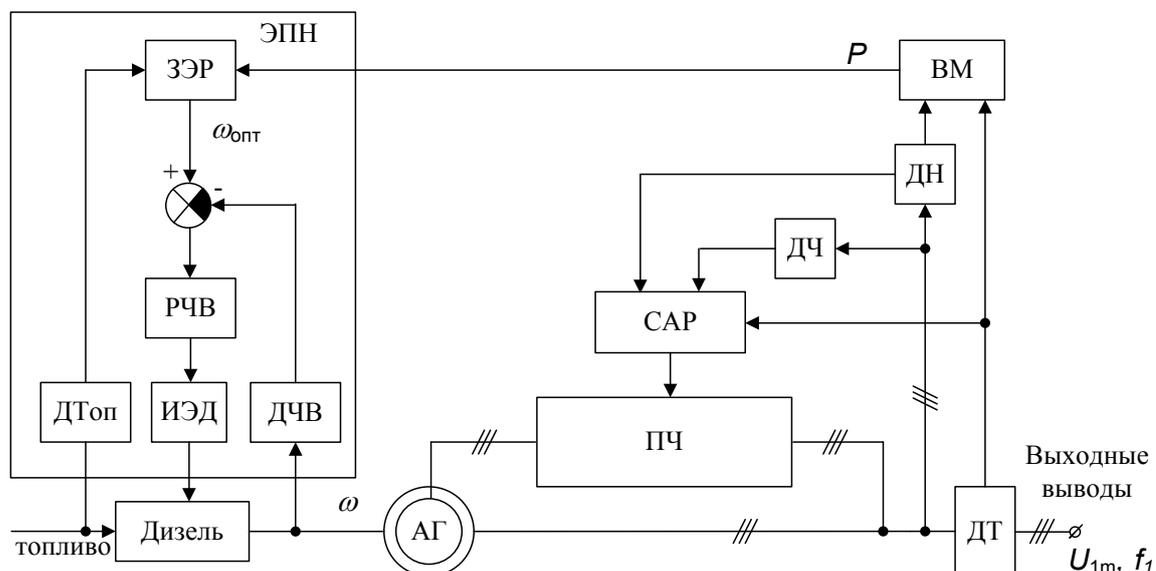


Рис. 1 Функциональная схема системы Д-Г переменной частоты вращения

ЗЭР состоит из четырех основных блоков: контроллера управления (КУ), контроллера обучения (КО), ассоциативной памяти (АП) и энергонезависимой памяти типа Flash. Все элементы объединены общей информационной шиной, позволяющей осуществлять двунаправленный обмен информацией. При необходимости возможно дальнейшее расширение системы для управления несколькими генераторными установками.

Стабилизация параметров генерируемой электроэнергии в ДГПЧВ на основе МДП происходит с помощью преобразователя частоты. В зависимости от сигналов с датчиков тока (ДТ), величины и частоты напряжения (ДН, ДЧ), система автоматического регулирования (САР) формирует управление ПЧ.

На рис. 2 представлена структурная схема модели ДГПЧВ. Схема содержит три канала регулирования: канал регулирования частоты вращения вала дизеля, каналы регулирования частоты и амплитуды выходного напряжения. В соответствии со структурной схемой в пакете Matlab разработана имитационная модель ДГПЧВ на основе МДП.

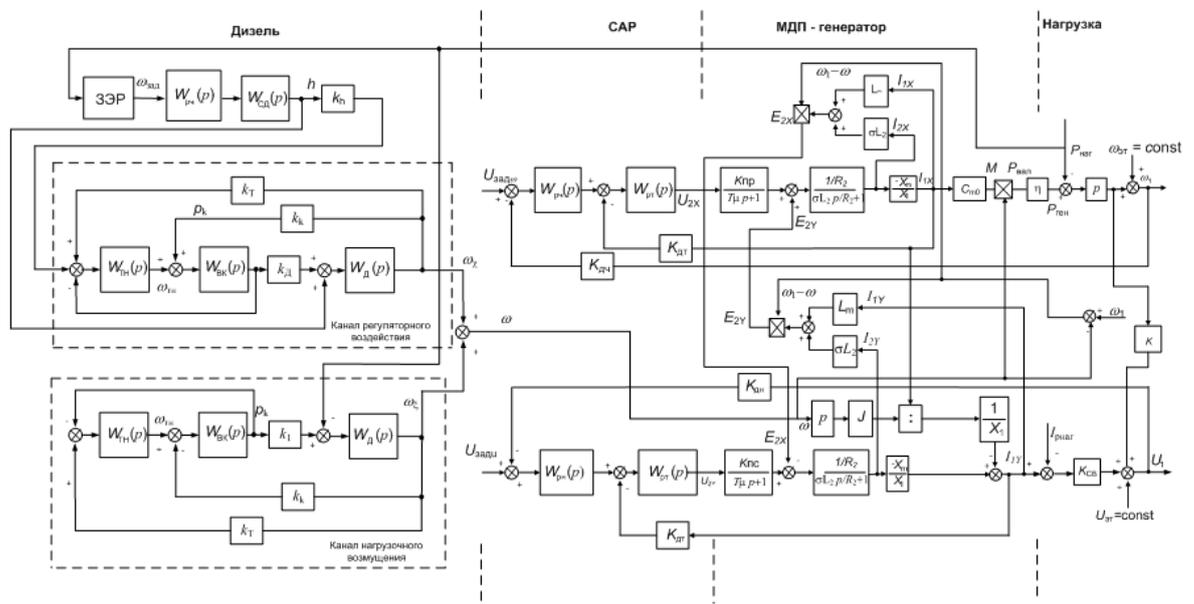


Рис.2. Структурная схема Д-Г переменной частоты вращения на базе МДП

На рис.3 представлены результаты моделирования динамических режимов подключения нагрузки на ДГПЧ по схеме МДП. Про моделирован процесс подключения 100 % активной и реактивной нагрузки для двух видов модели: без перекрестных связей (рис. 3.1), с перекрестными связями (рис. 3.2).

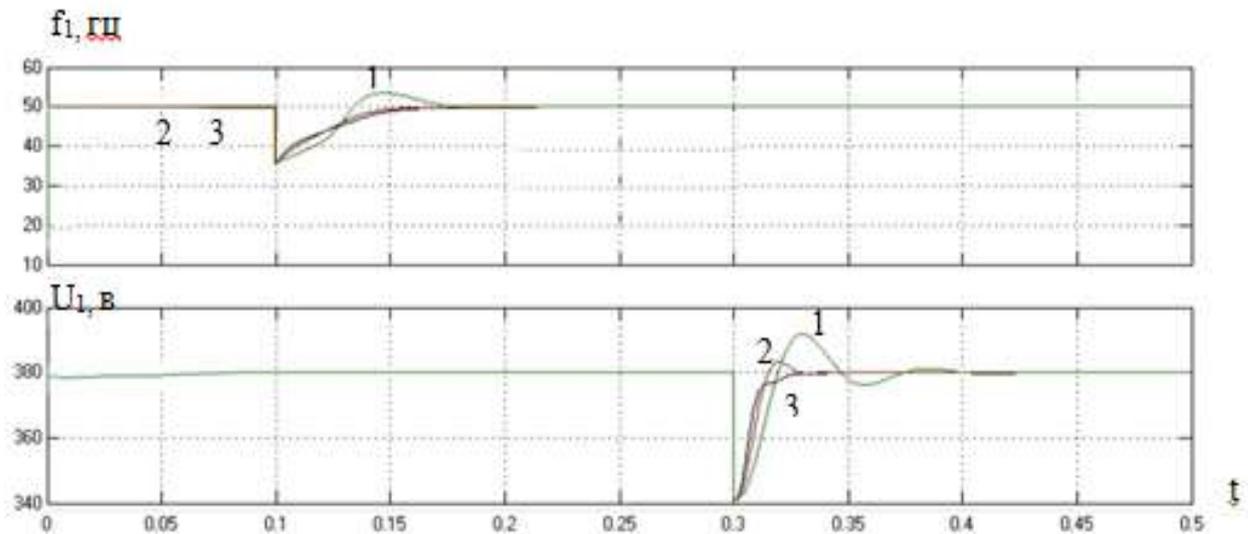


Рис.3.1 Зависимости  $U_1(t)$  и  $f_1(t)$  при подключении нагрузки  $S_{ном} = P_{ном}(\cos\varphi_{наг} = 1)$ ,  $t = 0.1с$ ;  $S_{ном} = Q_{ном}(\cos\varphi_{наг} = 0)$ ,  $t = 0.3с$ ;  $(1 - s_{настр} = 0.2, 2 - s_{настр} = 0.5, 3 - s_{настр} = 1)$ ; без учета перекрестных связей

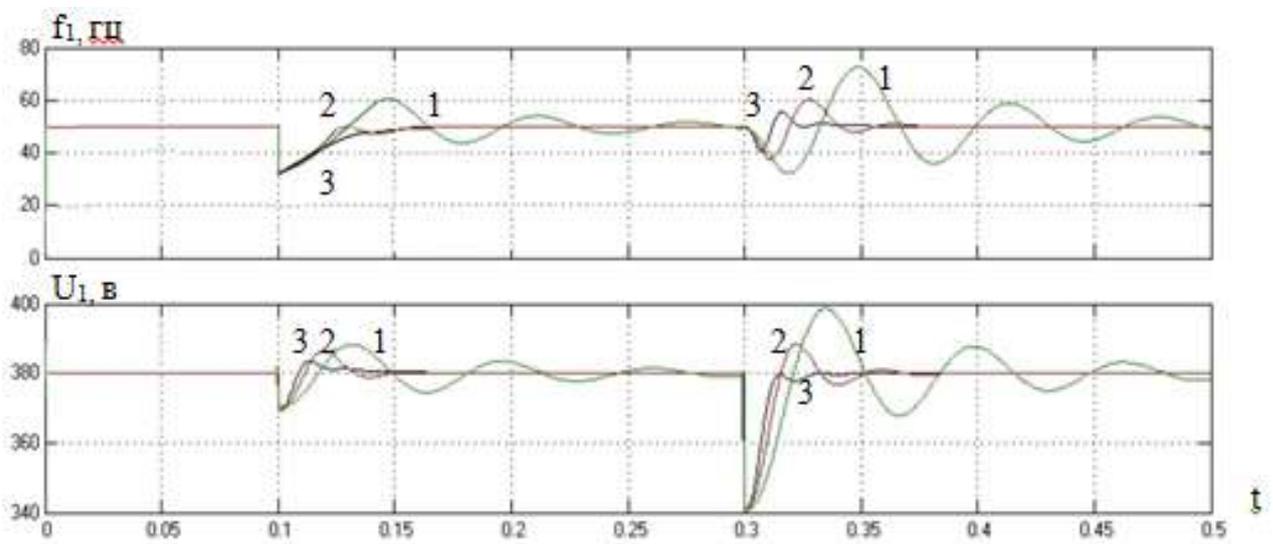


Рис. 3.2 Зависимости  $U_1(t)$  и  $f_1(t)$  при подключении нагрузки  $S_{ном}=P_{ном}(\cos\varphi_{наг}=1)$ ,  $t=0.1с$ ;  
 $S_{ном}=Q_{ном}(\cos\varphi_{наг}=0)$ ,  $t=0.3с$ ;  
 $(1 - s_{настр}=0.2, 2 - s_{настр}=0.5, 3 - s_{настр}=1)$ ; с учетом перекрестных связей

Результаты моделирования показали, что наличие перекрёстных связей в модели в незначительной степени влияет на форму и время переходного процесса. При этом величина первоначального провала (всплеска) амплитуды напряжения не меняются.

Показатели качества генерируемой электроэнергии (допустимые значения провалов и всплесков амплитуды и частоты напряжения) на режимах долевой нагрузки при соответствующих значениях энергоэффективной частоты вращения дизеля, соответствуют требованиям Морского Регистра Судоходства. Применение интеллектуальных средств управления в составе дизель – генераторных электростанции с переменной частотой вращения вала, позволяет реализовать новый подход к управлению скоростью дизельного двигателя. [2].

#### Список литературы:

1. 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.
2. Хватов О.С., Дарьенков А.Б. Единая электростанция транспортного объекта с электродвижением на базе дизель-генераторной установки переменной частоты вращения.// Электротехника №3 , 2016, с.35-40

## VARIABLE SPEED DIESEL GENERATOR POWER PLANT BASED ON DOUBLE FEED MACHINE

Oleg S Khvatov, Il'ja A Tarpanov, Dmitry K Markov

*Annotation. The article is devoted to the operation of variable speed diesel generator based on double feed machine.*

*Keywords: diesel generator, variable speed, ship generators, double feed machine, economy mode setter.*