

УДК 621.314

Г.И. Коробко, к.т.н. доцент, ФГБОУ ВО «ВГУВТ»
М.П. Шилов, аспирант, ФГБОУ ВО «ВГУВТ»
О.А. Бурмакин, к.т.н. доцент, ФГБОУ ВО «ВГУВТ»
603951, г. Нижний Новгород, ул. Нестерова, 5

ВКЛЮЧЕНИЕ ДИЗЕЛЬ-ГЕНЕРАТОРА С ИЗМЕНЯЕМОЙ ЧАСТОТОЙ ВРАЩЕНИЯ НА ПАРАЛЛЕЛЬНУЮ РАБОТУ С СЕТЬЮ

Ключевые слова: преобразователь частоты, синхронизатор, дизель-генератор, параллельная работа с сетью.

Разработана функциональная схема дизель - генератора с изменяемой частотой вращения подключаемого к сети автономной электростанции и имитационная модель в пакете Matlab. Моделирование позволяет включить на параллельную работу генераторный агрегат с сетью и распределить активную и реактивную мощность без колебаний и перерегулирования.

В автономных электроэнергетических системах для питания потребителей предусматривают параллельную работу дизель - генераторов. Автономная электростанция (судовая электроэнергетическая система), состоит из 3-5 дизель-генераторов с постоянной частотой вращения и одного дизель генератора с изменяемой частотой вращения. При уменьшении активной мощности на шинах генератора, частота вращения будет снижаться, что приведёт к снижению расхода топлива и экономической целесообразности [1]. Блок - схема дизель-генератора - Д-Г с изменяемой частотой вращения подключаемого к сети, изображена на рис.1.

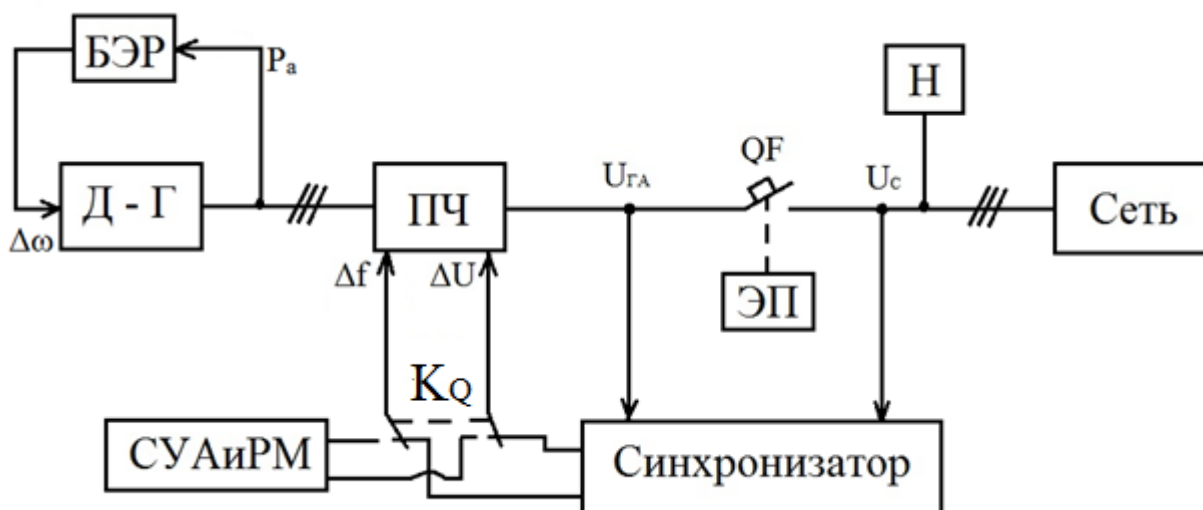


Рис.1. Блок - схема дизель - генератора с изменяемой частотой вращения подключаемого к сети.

Управление частотой вращения генераторного агрегата выполняет регулятор частоты вращения. На его вход подается сигнал с выхода блока экономичного режима - БЭР. Этот блок, получив на вход значение активной мощности генератора - P_a , формирует сигнал отклонения частоты вращения дизеля - $\Delta\omega$. Снижение частоты вращения дизеля влечет за собой снижение частоты напряжения на выходе генератора. За счет системы регулирования возбуждения амплитуда напряжения генератора поддерживается на номинальном уровне. Постоянная амплитуда напряжения генератора поступает на преобразователь частоты - ПЧ, особенностью которого заключается в работе при пониженной входной частоте до 25% от номинального значения. На его выходе формируются номинальные значения напряжения и частоты.

Включение генераторного агрегата на параллельную работу с сетью обеспечивает синхронизатор, который управляет преобразователем частоты. В основе синхронизатора реализована задача по вычислению угла разности фаз напряжений генераторного агрегата - $U_{ГА}$ и сети - U_C , который преобразуется в сигнал управления частотой - Δf . Второй сигнал управления напряжением ПЧ - ΔU , аналогично получен за счет разности напряжений генератора - $U_{ГА}$ и сети - U_C . После того как значения частот, фаз и напряжений генератора и сети будут находиться в требуемом диапазоне, то на выходе синхронизатора формируется сигнал на включение в работу генераторного автомата - QF с помощью электропривода - ЭП. После включения QF, происходит одновременное переключение контактов реле KQ к выходам системы управления активной и реактивной мощности - СУАиРМ. Таким образом, сигналы по активной и реактивной мощности обеспечивают равномерное распределение нагрузки - N между подключаемым генераторным агрегатом и сетью.

Модель генераторного агрегата с изменяемой частотой вращения подключенного к сети, выполнена в пакете Matlab при использовании стандартных блоков из библиотек SimPowerSystem и Simulink [2]. Разработанная модель позволила оценить включение генераторного агрегата с изменяемой частотой вращения с сетью. В момент включения отсутствует переход генераторного агрегата в двигательный режим. Процесс распределения активной и реактивной мощности осуществляется без перерегулирования и колебательного процесса. В качестве регуляторов используются ПИ - регуляторы, обеспечивая точное распределение активной и реактивной мощности между генераторным агрегатом и сетью. При включении активно-реактивной нагрузки, время распределения активной мощности значительно превышает реактивную. Так как постоянная времени системы регулирования активной мощности больше постоянной времени системы регулирования реактивной мощности.

Выводы:

а) Разработана блок - схема дизель - генератора с изменяемой частотой вращения, в которой:

- используется регулятор частоты вращения, вырабатывающий сигнал управления дизелем, пропорциональный разности заданной и действительной частоты вращения вала дизель - генератора;

- применён синхронный генератор с высокой кривой намагничивания и повышенным номинальным напряжением $U_H = 415$ В;

- для повышения амплитуды основной гармоники выходного напряжения ($U_m=1$), в системе управления инвертором ПЧ применен принцип широтно-импульсной модуляции с предмодуляцией третьей гармоники [3]. За счет этого в выходном напряжении ПЧ присутствует, кроме основной гармоники, частота модуляции, для ослабления которой на выходе ПЧ устанавливается синусный фильтр.

б) Разработана схема синхронизатора:

- реализован специальный алгоритм управления синхронизатором;

- синхронизатор выполнен на базе ЦАП, АЦП и импульсного преобразователя - ИП с высокой точностью измерения следующих параметров: частот, фаз, напряжения генератора и сети.

в) Создана модель системы автономной электростанции, позволяющая исследовать процессы происходящие в установившихся и переходных режимах при синхронизации, распределении нагрузки и изменении частоты вращения дизеля при снижении отдаваемой генератором активной мощности.

Разработанная модель позволяет получить на выходе генераторного агрегата синусоидальное напряжение с малым коэффициентом нелинейных искажений.

Список литературы:

- [1]. Дарьенков А.Б., Хватов О.С., Юрлов Ф.Ф., Усов Н.В. Определение экономической эффективности дизель-генераторных электростанций с переменной частотой вращения вала // Вестник АГТУ, серия: морская техника и технология, №3, Астрахань, 2014.
- [2]. Черных И.В. Моделирование электротехнических устройств в MATLAB, SimPowerSystem и Simulink/ И.В. Черных М.: ДМК Пресс; СПб.: Питер, 2008, - С. 288
- [3]. Чаплыгин Е.Е. Спектральное моделирование преобразователей с широтно-импульсной модуляцией. // Е.Е. Чаплыгин. Учебное пособие по курсу "Моделирование электронных устройств и систем". Москва, 2009, - С.56

SWITCHING - ON OF DIESEL GENERATOR WITH CHANGED FREQUENCY ROTATION FOR PARALLEL OPERATION WITH THE MAINS.

G.I. Korobko, M.P. Shilov, OA Burmakin

Key words: frequency converter, synchronizer, diesel generator, parallel operation with the mains.

A functional diagram of a diesel generator with a variable frequency of rotation of an autonomous power station connected to the mains and a simulation model in the Matlab package have been developed. Modeling allows for the parallel operation of the generator set with the mains and distributes the active and reactive power without oscillation and overshoot.