

УДК 621.313

ГАРМОНИЧЕСКИЙ СОСТАВ ВЫХОДНЫХ НАПРЯЖЕНИЯ И ТОКА УСТРОЙСТВА НАГРУЖЕНИЯ РЕЗЕРВНЫХ ЭЛЕКТРОГЕНЕРАТОРОВ

М. Н. Погуляев

Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого», Республика Беларусь

С помощью имитационного моделирования проведен расчет и анализ гармонического состава выходных напряжения и тока устройств нагружения резервных электрогенераторов, выполненных на основе тиристорных преобразователей. Установлено, что при номинальной нагрузке коэффициент искажений синусоидальности кривой выходного напряжения составляет 3,5–4,8 %, что указывает на низкий уровень гармонических искажений и соответствует нормам. В то же время коэффициент искажений синусоидальности кривой тока составляет 25–27 %, что требует внимания, так как это может негативно сказаться на работе питающей сети и самого генератора.

Ключевые слова: резервный электрогенератор, устройство нагружения, управляемый выпрямитель, ведомый инвертор, тиристорный преобразователь.

HARMONIC COMPOSITION OF OUTPUT VOLTAGE AND CURRENT OF THE LOADING DEVICE OF STANDBY ELECTRIC GENERATORS

M. N. Pogulyaev

Sukhoi State Technical University of Gomel, the Republic of Belarus

In this work, using simulation modeling, the calculation and analysis of the harmonic composition of the output voltage and current of the loading devices of backup power generators based on thyristor converters was carried out. It was found that at rated load, the distortion coefficient of the sinusoidal curve of the output voltage is 3.5–4.8 %, which indicates a low level of harmonic distortion and corresponds to the norms. At the same time, the distortion coefficient of the sinusoidal current curve is 25...27%, which requires attention, since this can negatively affect the operation of the supply network and the generator itself.

Keywords: backup power generator, loading device, controlled rectifier, driven inverter, thyristor converter.

Необходимым условием поддержания резервных электрогенераторов (РЭГ) в рабочем состоянии являются их периодические испытания под нагрузкой с помощью специальных устройств нагружения (УН), имитирующих различные режимы работы. В настоящее время наиболее перспективными являются УН, построенные на базе статических преобразователей [1, 2]. Такие устройства являются энергосберегающими, позволяют создавать требуемые режимы нагружения и проводить испытания с высокой точностью. В то же время вентильные преобразователи являются источниками высших гармоник тока и напряжения, которые оказывают негативное влияние на питающую сеть.

Цель работы заключается в расчете и анализе гармонических составляющих выходных напряжения и тока энергосберегающего устройства нагружения резервных электрогенераторов с использованием имитационной модели, разработанной в программной среде MatLab и его приложениях Simulink и SimPowerSystems (рис. 1) [3]. Использование имитационной модели в среде MatLab позволяет визуа-

лизировать и анализировать поведение системы при различных нагрузках, моделировать разнообразные сценарии загрузки и режимы работы генераторов, включая крайние условия, вычислять коэффициенты гармонических искажений и оценивать влияние устройства на питающую сеть.

В качестве параметров, характеризующих влияние устройства на питающую сеть и испытуемый генератор, будем использовать суммарный коэффициент гармонических составляющих тока (коэффициент искажений синусоидальности кривой тока) K_I и суммарный коэффициент гармонических составляющих напряжения (коэффициент искажений синусоидальности кривой напряжения) K_U .

На имитационной модели для генератора мощностью $8,1 \text{ кВт} \cdot \text{А}$, при различных значениях коэффициента мощности K_m , были получены численные значения коэффициентов несинусоидальности напряжения K_U и тока K_I , а также величины активной P и полной S мощностей на выходе устройства нагружения (см. таблицу).

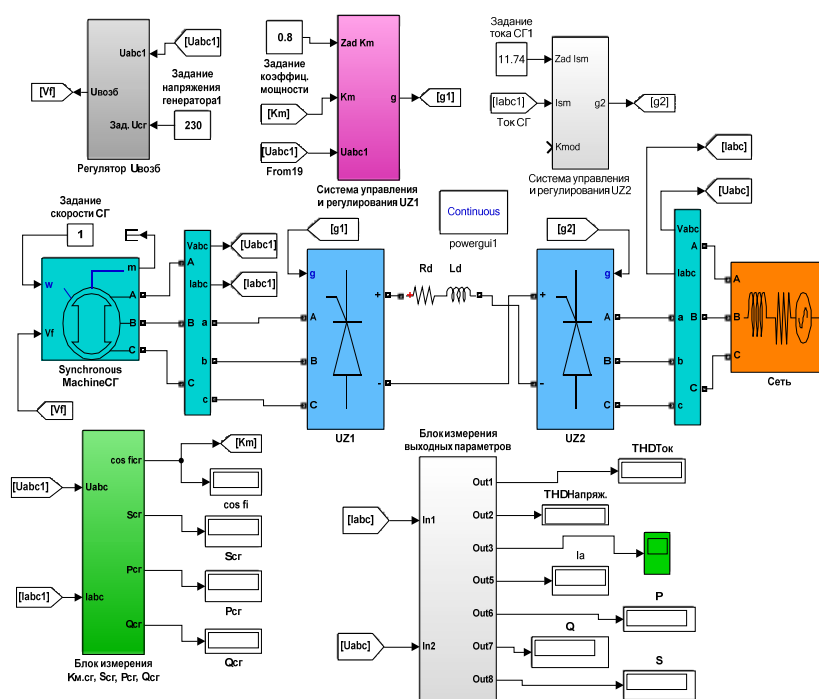


Рис. 1. Имитационная модель устройства нагружения резервных электрогенераторов

Значения коэффициентов несинусоидальности напряжения и тока

Параметры на выходе устройства нагружения				
K_m	P , Вт	S , В · А	K_U , %	K_I , %
0,9	–6728	8726	3,57	27,1
0,8	–5859	8831	4,03	26,82
0,7	–5065	8970	4,39	26,59
0,6	–4262	9076	4,54	26,33
0,5	–3457	9164	4,73	26,08
0,4	–2657	9238	4,72	25,81

Из таблицы следует, что при номинальной нагрузке коэффициент искажений синусоидальности кривой выходного напряжения составляет 3,57–4,72 %, что указывает на низкий уровень гармонических искажений и соответствует нормам. В то же время коэффициент искажений тока составляет 25,8–27,1 %, что требует внимания, так как это может негативно сказаться на работе питающей сети и самого генератора. Анализ значений коэффициентов искажений позволит определить, насколько энергосберегающее устройство влияет на качество электроэнергии и работу генератора. Полученные результаты подчеркивают необходимость дальнейшего анализа и возможных мер по снижению искажений тока для повышения общей эффективности и снижения влияния на питающую сеть.

Данное исследование поможет в разработке рекомендаций по оптимизации работы резервных электрогенераторов, улучшению качества электроэнергии и снижению потерь, связанных с гармоническими искажениями.

Л и т е р а т у р а

1. Энергоэффективные испытательные стенды / М. Н. Погуляев, И. В. Дорошенко, В. А. Савельев, В. В. Тодарев // Энергоэффективность. – 2018. – № 9. – С. 26–30.
2. Погуляев, М. Н. Энергосберегающее устройство нагружения резервных электрогенераторов на основе статических преобразователей / М. Н. Погуляев // Вестник Гомельского государственного технического университета имени П. О. Сухого. – 2022. – № 3 (90). – С. 96–103.
3. Simulation model of an asynchronous machine with wound rotor in matlab simulink / M. Pohulyayev, J. Doroshenko, V. Zakharenko, M. Pohulyayev, N. Mitrahkova // SUSE-2021 : E3S Web of Conferences, Kazan, 18–20 Feb. 2021 / Kazan Federal University. – Kazan, 2021. – Vol. 288. – P. 0110.

УДК 621.313

РЕГУЛИРОВАНИЕ КОЭФФИЦИЕНТА МОЩНОСТИ В УСТРОЙСТВАХ НАГРУЖЕНИЯ ДИЗЕЛЬ-ГЕНЕРАТОРНЫХ УСТАНОВОК

М. Н. Погуляев, В. Е. Назарчук

Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого», Республика Беларусь

Рассмотрена возможность регулирования коэффициента мощности в устройствах нагружения дизель-генераторных установок, выполненных на основе статических преобразователей. Показано, что изменением угла управления тиристорным преобразователем в диапазоне 15–60° можно задавать коэффициент мощности генератора в пределах 0,4–0,9.

Ключевые слова: дизель-генераторная установка, синхронный генератор, устройство нагружения, управляемый выпрямитель, ведомый инвертор, тиристорный преобразователь.

POWER FACTOR REGULATION IN THE LOADING DEVICES OF DIESEL GENERATOR SETS

M. N. Pogulyayev, V. E. Nazarchuk

Sukhoi State Technical University of Gomel, the Republic of Belarus

The possibility of regulating the power factor in the loading devices of diesel generator sets based on static converters is considered. It is shown that by changing the control angle of the thyristor converter in the range of 15–60°, the generator power factor can be set in the range of 0,4–0,9.