

Таким образом, для определения рассеиваемой мощности с помощью калориметра следует использовать измерительные приборы с разрешением не более 0,05 °С и погрешность измерений в этом случае будет менее 3,7 %.

Литература

1. Савкова, Т. Н. Калориметрический способ определения тепловых характеристик мощных СД / Т. Н. Савкова, А. И. Кравченко, Ю. Н. Колесник // Естеств. и техн. науки. – 2016. – № 11. – С. 152–155.
2. Savkova, T. Colorimetric method of determining the temperature of the active region of high-power leds / T. Savkova, A. Kravchenko, S. Kukhareno, Y. Kalesnik // Danish scientific journal. – 2018. – Vol. 2, N 18. – P. 32–36.

УДК 621.314

**УЛУЧШЕНИЕ ГАРМОНИЧЕСКОГО СОСТАВА
ВЫХОДНОГО ТОКА УСТРОЙСТВА НАГРУЖЕНИЯ РЕЗЕРВНЫХ
ЭЛЕКТРОГЕНЕРАТОРОВ**

М. Н. Погуляев, М. В. Рябков

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

Представлены результаты исследований устройства нагружения резервных синхронных электрогенераторов, выполненных с использованием транзисторного инвертора. Показано, что использование широтно-импульсной модуляции выходного напряжения позволяет уменьшить коэффициент несинусоидальности выходного тока с 21 до 2,0 %.

Ключевые слова: резервный электрогенератор, устройство нагружения, транзисторный инвертор, управляемый выпрямитель.

**IMPROVING THE HARMONIC COMPOSITION
OF THE OUTPUT CURRENT OF THE LOADING DEVICE
OF RESERVE GENERATORS**

M. N. Pogulyaev, M. V. Ryabkov

Sukhoi State Technical University of Gomel, the Republic of Belarus

The results of studies of the loading device of backup synchronous generators made using a transistor inverter are presented. It is shown that the use of pulse-width modulation of the output voltage makes it possible to reduce the coefficient of non-sinusoidality of the output current from 22–27% to 5.0–6.0%.

Keywords: backup power generator, load device, transistor converter, controlled rectifier.

Поддержать резервные генераторные установки в рабочем состоянии позволяют периодические их испытания под нагрузкой. Задачей таких испытаний является проверка их работоспособности и соответствия основных технических характеристик паспортным значениям. В последнее время при проведении испытаний электрогенераторов все большее внимание начинают уделять устройствам нагружения (УН), выполненным на основе статических полупроводниковых преобразователях, в которых управляемый выпрямитель (УВ) и ведомый сетью инвертор выполнены на тиристорах [1–3]. Основной недостаток таких устройств заключается в том, что выходной ток имеет практически прямоугольную форму, т. е. они являются источником высших гармоник. Наличие высших гармоник приводит к искажению питающего

синусоидального напряжения, появлению дополнительных потерь мощности в стали трансформаторов и электрических машин. Коэффициент гармоник для маломощных сетей при этом может превысить допустимое значение в 8 %, нормированное ГОСТ 30824.4.30–2013 и ГОСТ 32144–2013 для сетей 0,38 кВ.

Для уменьшения коэффициента гармоник и влияния высших гармоник на сеть предложено вместо тиристорного использовать транзисторный инвертор (ТИ) с широтно-импульсной модуляцией (ШИМ-модуляцией) и согласующий трансформатор Т (рис. 1).

Цель данной работы – провести анализ гармонических составляющих выходных напряжений и токов при использовании в устройстве нагружения резервных электрогенераторов (РЭГ) инвертора с ШИМ-модуляцией.

Для проведения такого анализа была разработана имитационная модель УН с широтно-импульсной регулированием выходных параметров в программе MatLab с пакетами расширения SimPowerSystems и Simulink. Ввиду ограниченного объема имитационная модель здесь не приводится.

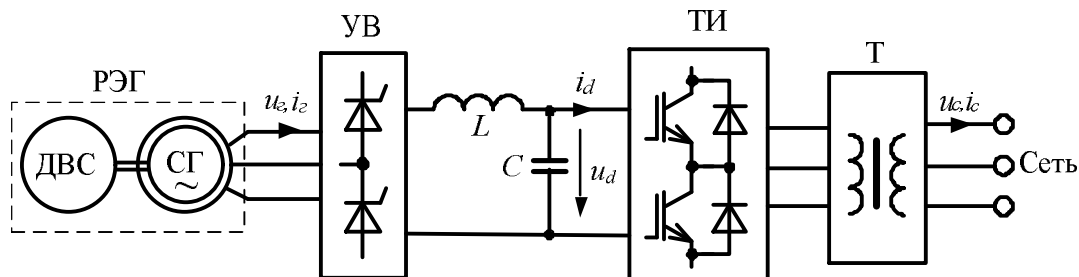


Рис. 1. Функциональная схема устройства нагружения с транзисторным инвертором

В процессе имитационного моделирования нагружения синхронного генератора мощностью 8,1 кВА для различных значениях углов управления УВ и коэффициентов модуляции ШИМ-инвертора были получены и проанализированы временные диаграммы выходных напряжений и токов, проведен их спектральный анализ и рассчитаны значения коэффициентов несинусоидальности. На рис. 2 представлены временные диаграммы выходного тока и их спектральный состав, полученные при номинальных значениях коэффициента мощности и тока нагрузки генератора для устройств нагружения с инвертором на тиристорах (рис. 2, а) и на транзисторах (рис. 2, б).

Как видно из рис. 2, ток на выходе устройства нагружения с инвертором на тиристорах имеет форму близкую к прямоугольной (рис. 2, а) и поэтому имеет достаточно высокий суммарный коэффициент гармонических составляющих (коэффициент несинусоидальности), достигающий значения 21,0 %. Форма выходного тока для устройств нагружения с инвертором на транзисторах (рис. 2, б) является практически синусоидальной с минимальным содержанием высших гармоник. Суммарный коэффициент гармонических составляющих выходного тока составляет всего 2,01 %, что существенно улучшает качество рекуперируемой электроэнергии.

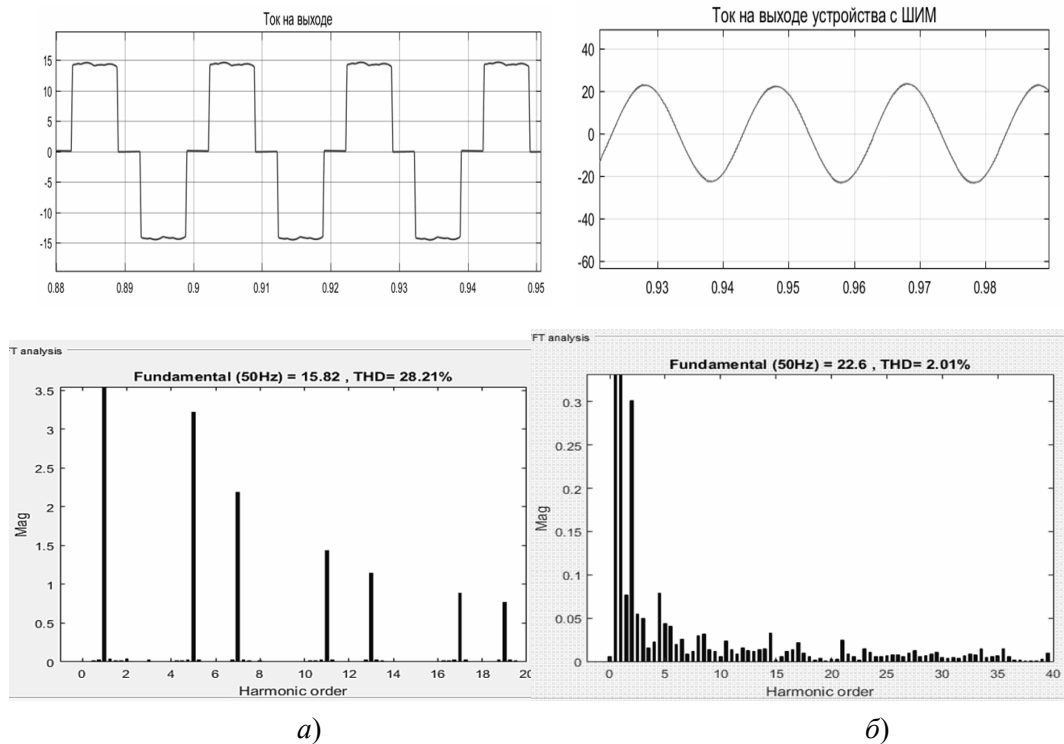


Рис. 2. Временные диаграммы тока на выходе устройства нагружения с инверторами: а – на тиристорах; б – на транзисторах

Таким образом, полученные при численном моделировании результаты подтверждают, что использование ШИМ-инвертора в нагружающем устройстве действительно позволяет улучшить гармонический состав выходного тока и уменьшить его влияние на питающую сеть.

Литература

1. Энергосберегающие электромеханические стенды для испытания автономных дизель-генераторов / М. Н. Погуляев [и др.] // Чрезвычайные ситуации: образование и наука. – 2013. – Т. 8, № 1. – С. 106–110.
2. Погуляев, М. Н. Энергосберегающее устройство нагружения резервных электрогенераторов / М. Н. Погуляев, А. А. Смахтин // Материалы, оборудование и ресурсосберегающие технологии : материалы Междунар. науч.-техн. конф., Могилев, 2017 г. / Белорус.-Рос. ун-т. – Могилев, 2017. – С. 399–401.
3. Погуляев, М. Н. Анализ гармонических составляющих выходных напряжения и тока устройства нагружения резервных электрогенераторов / М. Н. Погуляев, А. А. Чигринец // Современные проблемы машиноведения : материалы XIII Междунар. науч.-техн. конф., (науч. чтения, посвящ. 125-летию со дня рождения П. О. Сухого), Гомель, 22 окт. 2020 г. / М-во образования Респ. Беларусь. Гомел. гос. техн. ун-т им. П. О. Сухого, Фил. ПАО «Компания «Сухой» ОКБ «Сухого»; под ред. А. А. Бойко. – Гомель, 2020. – С. 179–182.