

УДК 621.314

АНАЛИЗ РАБОТЫ УСТРОЙСТВА НАГРУЖЕНИЯ РЕЗЕРВНЫХ ЭЛЕКТРОГЕНЕРАТОРОВ НА СТАТИЧЕСКИХ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯХ

М. Н. Погуляев, И. В. Дорощенко

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

Представлены результаты исследований устройства нагружения резервных синхронных электрогенераторов, выполненного с использованием тиристорных преобразователей. Показано, что такое устройство, в отличие от известных, является энергосберегающим и позволяет регулировать коэффициент мощности и величину нагрузки генератора. Численным моделированием установлены диапазоны регулирования коэффициента мощности (0,5–0,9) и уровня нагрузки 10–110 % от номинальной мощности электрогенератора.

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

ANALYSIS OF THE OPERATION OF THE LOADING DEVICE OF RESERVE STATIC POWER GENERATORS

M. N. Pogulyaev, I. V. Doroshchenko

Sukhoi State Technical University of Gomel, the Republic of Belarus

The results of studies of the loading device of backup synchronous electric generators made using thyristor converters are presented. It is shown that such a device, unlike the known ones, is energy-saving and allows you to adjust the power factor and the load of the generator. Numerical modeling has established ranges for regulating the power factor (0.5–0.9) and the load level of 10–110% of the rated power of the electric generator.

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

Современная тенденция развития энергетики состоит в стремлении к повышению надежности энергоснабжения потребителей. Аварии, случающиеся в электрической сети, приводят к перерывам электропитания, что может повлечь за собой опасность для жизни людей, нарушение функционирования объектов жизнеобеспечения, значительный ущерб производственной деятельности. Избежать таких последствий позволяет электропитание наиболее ответственных потребителей от резервных электрогенераторов (РЭГ). При этом важно постоянно поддерживать их высокую степень готовности к работе. Достигается это периодическими испытаниями РЭГ под нагрузкой. Резервные электрогенераторные установки построены в основном по схеме: «приводной бензиновый или дизельный двигатель внутреннего сгорания (ДВС) – синхронный электрогенератор (СГ) – система управления». Согласно требованиям стандартов и технических условий устройство нагружения (УН) должно создавать нагрузку в пределах от 10 до 110 % номинальной мощности генератора при номинальном коэффициенте мощности 0,8 [1]. Кроме того, УН должно имитировать пуск асинхронного короткозамкнутого двигателя, при котором коэффициент мощности может снижаться до 0,5. Учитывая общие тенденции в рациональном использовании энергоресурсов, важным требованием, предъявляемым к нагружающим устройствам в настоящее время, является их способность рекуперировать энергию испытуемого объекта в сеть [2].

Существующие устройства нагружения электрогенераторов не в полной мере удовлетворяют данным требованиям [3]. В работе [4] предложено нагружающее устройство, выполненное на основе статических полупроводниковых преобразователей, в которых управляемый выпрямитель (УВ) и ведомый сетью инвертор (ВИ) выполнены на тиристорах (рис. 1). Такое УН позволяют плавно регулировать величину нагрузки и коэффициента мощности, а также рекуперировать вырабатываемую испытуемым генератором электроэнергию с переменным напряжением и частотой в промышленную сеть. Однако функционирование такого устройства еще недостаточно изучена как в практическом, так и теоретическом плане.

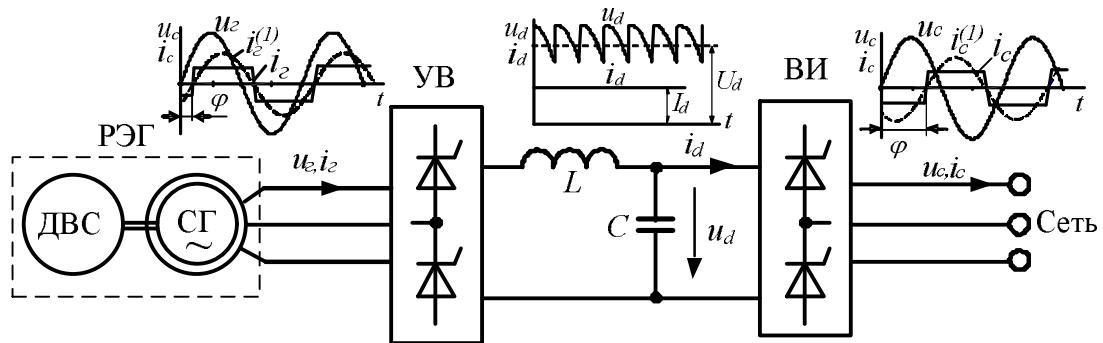


Рис. 1. Функциональная схема устройства нагружения на основе статических преобразователей

В статье представлены результаты исследования устройства нагружения резервных синхронных электрогенераторов, выполненного с помощью имитационного моделирования на ПЭВМ. Анализ работы устройства проводился на модели, разработанной в программной среде MATLAB.

При ее создании использовались как стандартные блоки библиотек пакетов расширения SimPowerSystems и Simulink – синхронный генератор, полупроводниковые преобразователи, измерительные элементы, так и специально разработанные задающие и регулирующие блоки. Изменением угла управления УВ α можно задавать требуемый коэффициент мощности нагружаемого генератора в пределах 0,5–0,9. Необходимый уровень нагрузки генератора (0,1–1,1) I_n задается изменением угла управления (опережения) β ведомого инвертора.

В модели можно задавать различные режимы работы устройства и алгоритмы управления, анализировать данные численных расчетов и производить визуализацию результатов. Все это позволило детально исследовать процессы, протекающие в различных узлах и блоках устройства. Ввиду ограниченного объема сама имитационная модель здесь не приводится, а представлена панель блока управления (рис. 2).

На панели находятся задающие элементы, измерительные приборы, окна визуализации. С ее помощью удобно управлять и следить за процессами, протекающими в схеме при моделировании. Состав и количество элементов на панели можно изменять в зависимости от решаемой задачи.

В процессе имитационного моделирования нагружения синхронного генератора мощностью 8,1 кВА для различных значениях углов управления α и β были получены и проанализированы временные диаграммы напряжений и токов в различных узлах схемы, измерены величины напряжений и токов, рассчитаны значения коэффициентов мощности, активных, реактивных и полных мощностей.

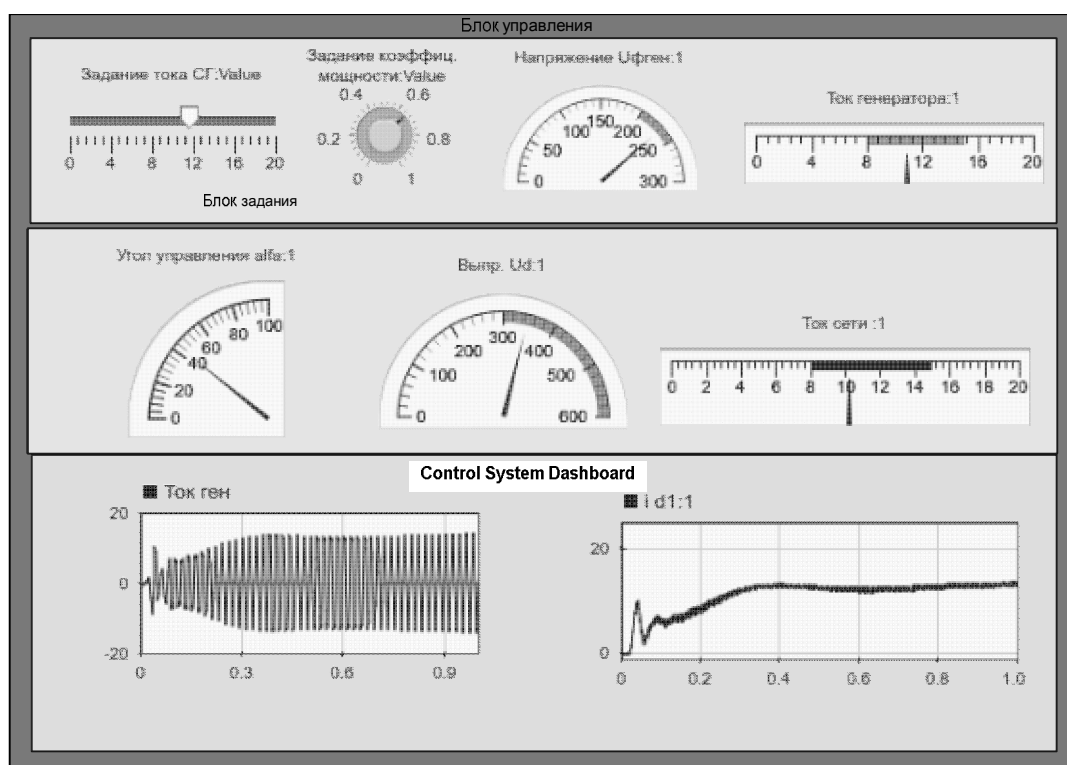


Рис. 2. Панель блока управления имитационной моделью

В частности, были получены зависимости коэффициента мощности от угла управления УВ и тока нагрузки генератора от угла управления ведомым инвертором. Также установлено, что до 85 % электроэнергии, вырабатываемой испытуемым генератором, рекуперируется в сеть.

Таким образом, полученные при численном моделировании результаты подтверждают, что нагружающее устройство, выполненное на основе тиристорных преобразователей, является энергосберегающим и удовлетворяет необходимым требованиям. Оно позволяет устанавливать ток нагрузки генератора в пределах $(0,1-1,1) I_{ном}$ и регулировать коэффициент мощности в диапазоне 0,5–0,9.

Литература

1. ГОСТ Р53178–2008. Установки электрогенераторные с бензиновыми, дизельными и газовыми двигателями внутреннего сгорания. Методы испытаний. – Введ. 01.01.10. – М. : Стандартинформ, 2009. – 27 с.
2. Энергоэффективные испытательные стенды / М. Н. Погуляев [и др.] // Энергоэффективность. – 2018. – № 9. – С. 26–30.
3. 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.