

О ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ УПРАВЛЯЕМЫХ ВЫПРЯМИТЕЛЕЙ В УСТРОЙСТВАХ НАГРУЖЕНИЯ СИНХРОННЫХ ГЕНЕРАТОРОВ

В. Е. Назарчук

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

Научный руководитель М. Н. Погуляев

Рассмотрена возможность применения управляемых выпрямителей в устройствах нагрузки синхронных генераторов. Показано, что их использование позволяет создавать требуемые по условиям испытаний величину нагрузки и коэффициент мощности синхронного генератора.

Ключевые слова: синхронный генератор, управляемый выпрямитель, ведомый инвертор, устройство нагружения, тиристорный преобразователь.

Синхронные генераторы (СГ) широко используются во многих отраслях промышленности, являясь как основными, так и резервными источниками электрической энергии. Поддержать генераторные установки в рабочем состоянии позволяют испытания, проводимые с целью определения технических состояний и получения их рабочих характеристик. Согласно требованиям стандартов и технических условий устройство нагружения должно создавать нагрузку в пределах от 10 до 110% номинальной мощности генератора при номинальном коэффициенте мощности 0,8, а также обеспечивать возможность его регулирования в пределах 0,5–0,9 [1]. Испытания проводятся как в установившихся, так и в переходных режимах работы в виде сброса-наброса нагрузки. На практике испытания под нагрузкой в настоящее время проводятся в основном двумя способами [1]:

- 1) нагружением на параллельную работу СГ с сетью;
- 2) нагружением СГ на специальное устройство нагружения.

Перечисленные способы нагружения имеют серьезные недостатки и в связи с этим актуальной задачей является поиск новых решений в этом направлении [2]. Предлагается использовать в устройствах нагружения СГ управляемые выпрямители на основе тиристорных преобразователей (ТП).

Цель работы заключается в оценке и анализе возможности применения управляемых выпрямителей в устройствах нагружения СГ.

Структурная схема такого устройства представлена на рис. 1. Она содержит: ДВ – приводной двигатель; СГ – синхронный генератор; УВ – управляемый выпрямитель; ВИ – ведомый инвертор; L – сглаживающий реактор; Т – согласующий трансформатор; СУ – система управления.

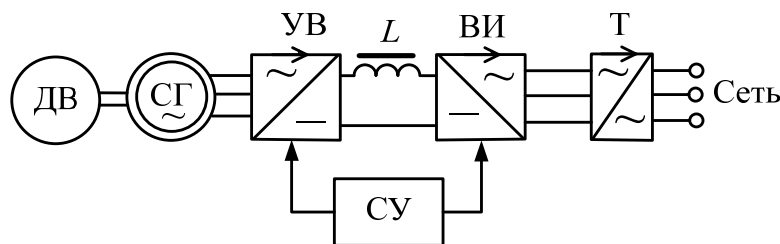


Рис. 1. Структурная схема устройства нагружения на основе тиристорных преобразователей

Управляемый выпрямитель и ведомый инвертор представляют собой трехфазные ТП, выполненные по мостовым схемам.

Принцип действия устройства нагружения основан на особенностях работы ТП. Известно, что в ТП первая гармоника тока $I_1^{(1)}$ отстает по фазе от напряжения на угол φ_1 :

$$\varphi_1 = \alpha_1 + \frac{\gamma_1}{2}, \quad (1)$$

где α_1 – угол управления тиристоров УВ; γ_1 – угол коммутации;

$$\gamma_1 = \arccos\left(\cos \alpha_1 - \frac{2X_r I_d}{\sqrt{2}U_r}\right) - \alpha_1,$$

где X_r – индуктивное сопротивление генератора в режиме коммутации; I_d – выпрямленный ток; U_r – выходное линейное напряжения генератора.

При работе на управляемый выпрямитель коэффициент мощности нагрузки генератора K_M , согласно формуле (1), будет приблизительно равен

$$K_M \approx \cos \varphi_1 = \cos\left(\alpha_1 + \frac{\gamma_1}{2}\right).$$

Таким образом, изменяя угол управления первого преобразователя в диапазоне от 15 до 50°, можно регулировать коэффициент мощности генератора в необходимых пределах. В работе также было установлено, что, изменяя угол опережения ведомого инвертора в пределах 20–75°, можно задавать ток нагрузки генератора в диапазоне 0,1–1,1 номинального значения.

Для проверки работоспособности предложенной схемной реализации устройства нагружения было использовано имитационное моделирование в программной среде Matlab с использованием пакетов расширения SimPowerSystems и Simulink [2, 3]. Исследования на модели подтвердили возможность применение управляемых выпрямителей в устройствах нагружения синхронных генераторов.

Таким образом, полученные результаты свидетельствуют о том, что устройства нагружения на основе управляемых выпрямителей могут успешно применяться для испытания синхронных генераторов под нагрузкой и способны обеспечить требуемый диапазон изменения уровня нагрузки и коэффициента мощности. Кроме того, такие устройства нагружения являются энергосберегающими, передавая в сеть до 80 % вырабатываемой в процессе испытаний энергии.

Литература

1. Энергоэффективные испытательные стенды / М. Н. Погуляев [и др.] // Энергоэффективность. – 2018. – № 9. – С. 26–30.
2. Погуляев, М. Н. Энергосберегающее устройство нагружения резервных электрогенераторов на основе статических преобразователей / М. Н. Погуляев // Вестн. Гомел. гос. техн. ун-та им. П. О. Сухого. – 2022. – № 3 (90). – С. 96–103.
3. Simulation model of an asynchronous machine with wound rotor in matlab simulink / M. Puhlayev [et al.] // SUSE-2021 : E3S Web of Conferences, Kazan, 18–20 Feb. 2021 / Kazan Federal University. – Kazan, 2021. – Vol. 288. – Article 0110.