

В настоящее время активно применяется модельное предиктивное управление (*Model Predictive Control, MPC*). *MPC* использует математическую модель системы для прогнозирования ее будущего поведения на заданном временном интервале. Модель МПЧ включает модель самого преобразователя и модель нагрузки. Основным недостатком *MPC* является переменная частота переключения. Это приводит к широкому спектру гармоник и ухудшению качества осциллограмм в установившемся режиме.

Внедрение ключей с симметричной пробойной характеристикой (*Reverse Blocking IGBT*) является наиболее перспективным аппаратным решением для МПЧ. Эти ключи обладают симметричной характеристикой блокировки напряжения, устраняя необходимость в антипараллельных диодах. Это значительно упрощает структуру двунаправленного ключа и решает многие проблемы коммутации, а также снижает потери. На данный момент *RB-IGBT* не получили широкого промышленного распространения в крупных приложениях.

Матричные преобразователи частоты обладают уникальным набором преимуществ. Однако основными проблемами по-прежнему остаются проблема безопасной коммутации и ограничение коэффициента передачи напряжения. На аппаратном уровне ключевым направлением является внедрение *RB-IGBT*.

Литература

1. Empringham, L. Technological Issues and Industrial Application of Matrix Converters: A Review / L. Empringham // IEEE Transactions on Industrial Electronics. – 2013. – Vol. 60, N. 10.
2. Soltanian, F. A Review of Commutation Problem in Matrix Converter / F. Soltanian // International Journal Of Computers. – 2019. – Vol. 13.

СИСТЕМЫ НАГРУЖЕНИЯ РЕЗЕРВНЫХ ДИЗЕЛЬ-ГЕНЕРАТОРОВ

Цзя Шусян, М. Н. Погуляев

*Гомельский государственный технический университет
имени П. О. Сухого, Республика Беларусь*

*Шаньдунский технологический университет Хуаюй, г. Дэчжоу,
Китайская Народная Республика*

Представлены результаты исследований систем нагружения резервных дизель-генераторов, приведен сравнительный анализ их характеристик, даны рекомендации по применению.

Ключевые слова: система нагружения, устройство нагружения, резервный дизель-генератор, статический преобразователь.

STANDBY DIESEL GENERATOR LOADING SYSTEMS

Jia Shuxiang, M. N. Pogulyaev

Sukhoi State Technical University of Gomel, Republic of Belarus

Shandong Huayu University of Technology, Dezhou, People's Republic of China

This article presents the results of a study of standby diesel generator loading systems, provides a comparative analysis of their characteristics, and provides recommendations for use.

Keywords: loading system, loading device, standby diesel generator, static converter.

Резервные электрогенераторы (РЭГ) применяются для обеспечения электроэнергией критически важных объектов в случае отключения основного источника

питания. Наиболее распространенным типом РЭГ являются дизель-генераторы (ДГ), которые обычно находятся в режиме ожидания. Для поддержания их готовности к работе в аварийных ситуациях необходимо регулярно проводить техническое обслуживание и нагрузочные испытания. Это позволяет оценить техническое состояние оборудования, выявить и устранить возможные неисправности. Требования к проведению таких испытаний определяются эксплуатационными характеристиками ДГ и соответствующими стандартами. Испытания проводятся как в стабильном режиме, так и при изменении нагрузки, что позволяет оценить устойчивость и надежность работы оборудования в различных условиях.

Испытания под нагрузкой в настоящее время могут проводиться несколькими способами. Наиболее известными являются [1]:

- ДГ подключается к сети и работает параллельно с ней (рис. 1, а);
- ДГ подключается к специальному нагрузочному модулю (рис. 1, б).

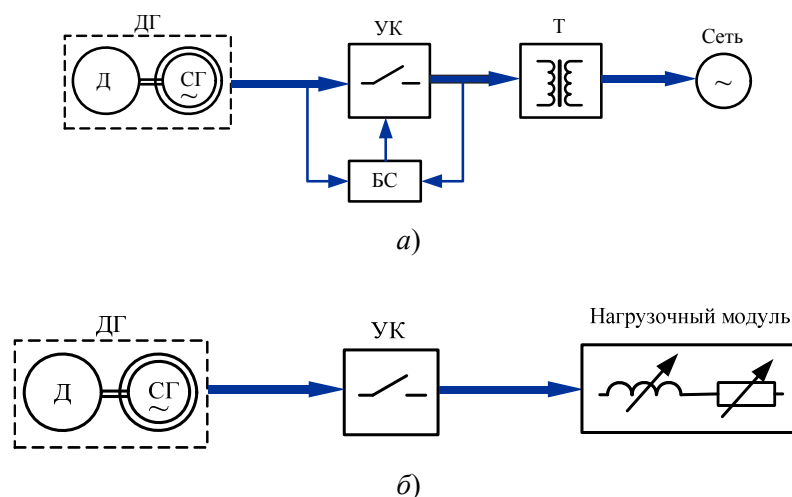


Рис. 1. Функциональные схемы систем нагружения:
а – при параллельной работе с сетью;
б – при использовании нагрузочного устройства

На схеме (рис. 1, а) синхронный генератор СГ подключается к сети через согласующий трансформатор подстанции (Т) с помощью устройства коммутации УК. Блок синхронизации БС определяет момент подключения дизельного генератора (ДГ) к сети. Эта система обеспечивает энергосберегающий режим работы, но для диагностики он недостаточно эффективен, так как предоставляет только статические характеристики, по которым можно лишь косвенно оценить работу систем управления и функционирование элементов резервного электрического генератора.

На схеме (рис. 1, б) синхронный генератор подключается устройством коммутации УК к модульному нагрузочному устройству с набором резистивных и реактивных компонентов, выполненных на определенную мощность. Такие устройства позволяют проводить необходимые испытания, но они энергозатратны. Вся вырабатываемая энергия преобразуется в тепло на резисторах и рассеивается в окружающую среду.

Современные достижения в электронике и силовой преобразовательной технике позволили создать рекуперативную систему нагружения на основе полупроводниковых статических преобразователей [2] (рис. 2).

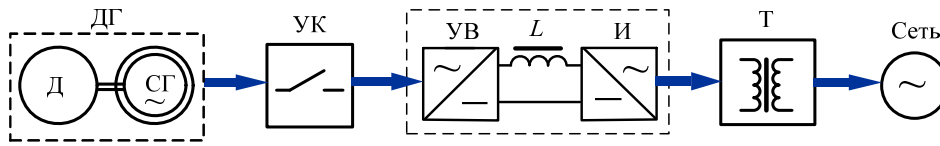


Рис. 2. Функциональная схема системы нагружения на основе полупроводниковых статических преобразователей

Нагрузочный модуль в данной схеме построен на базе полупроводниковых преобразователей, включающих управляемый выпрямитель (УВ) и инвертор (И). Система нагружения, выполненная по такой схеме, является энергосберегающей, и способна выполнять весь комплекс необходимых регламентных испытаний.

Проведенный обзор и анализ систем нагружения ДГ показывает, что в настоящее время испытания могут проводиться при помощи различных устройств нагружения, которые различаются по стоимости, способности поддерживать требуемые режимы нагружения, экономичности и другим параметрам.

Литература

1. Погуляев, М. Н. Энергоэффективные испытательные стенды / И. В. Дорощенко, М. Н. Погуляев, В. А. Савельев, В. В. Годарев // Энергоэффективность. – 2018. – № 9. – С. 26–30.
2. Погуляев, М. Н. Энергосберегающее устройство нагружения резервных электро-генераторов на основе статических преобразователей / М. Н. Погуляев // Вестник Гомельского государственного технического университета имени П. О. Сухого. – 2022. – № 3 (90). – С. 96–103.

ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩЕЕ НАГРУЗОЧНОЕ УСТРОЙСТВО ДЛЯ ИСПЫТАНИЙ ДИЗЕЛЬ-ГЕНЕРАТОРОВ ЛОКОМОТИВОВ

Яо Бинь, М. Н. Погуляев

*Гомельский государственный технический университет
имени П. О. Сухого, Республика Беларусь*

*Шаньдунский технологический университет Хуаюй, г. Дэчжоу,
Китайская Народная Республика*

Представлено энергосберегающее нагрузочное устройство для испытаний дизель-генераторов локомотивов. Оно использует систему рекуперации энергии на базе статического преобразователя, возвращающую электроэнергию в железнодорожную сеть. На основе модели в MATLAB Simulink проведен анализ работы устройства. Результаты показали эффективность рекуперации до 91 %, что снижает энергозатраты и воздействие на окружающую среду.

Ключевые слова: энергосберегающее нагрузочное устройство, имитационная модель, дизель-генератор, статический преобразователь.

ENERGY-SAVING LOADING DEVICE FOR TESTING LOCOMOTIVE DIESEL GENERATORS UNDER LOAD

Yao Bin, M. N. Pogulyaev

Sukhoi State Technical University of Gomel, Republic of Belarus

Shandong Huayu University of Technology, Dezhou, People's Republic of China

This article presents an energy-saving load device for testing locomotive diesel generators. It uses an energy recovery system based on a static converter, returning electrical energy to the rail