

**ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫХ ИМПУЛЬСНЫХ ИСТОЧНИКОВ ПИТАНИЯ****Третьяков Н.К.<sup>1</sup>****Научный руководитель – доктор технических наук, профессор Кузнецов В.Е.<sup>1</sup>****1 – Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет «ЛЭТИ» им. В.И. Ульянова (Ленина)**

**Введение.** На сегодняшний день развитие рынка электронной компонентной базы (ЭКБ), особенно дискретных полупроводниковых компонентов, дает несомненный толчок в области повышения энергоэффективности импульсных источников питания. Так, например, применение SiC и GaN полупроводниковых компонентов в схемах резонансной и квазирезонансной топологии преобразователей позволяет достичь КПД устройства в номинальных режимах, как правило максимальной нагрузки, порядка 95-98%. Стоит отметить, что импульсные преобразователи нашли применение в различных областях, а также подвижных составах железнодорожного сообщения, где энергоэффективность приборов регламентирована согласно ГОСТ 33726-2016 [1], в котором для преобразователей с внутренней гальванической развязкой установлен шаг испытаний эффективности в зависимости от выходной мощности, где начальный шаг составляет 20%. Исходя из структуры системы управления современных преобразователей основные потери КПД происходят в силовых цепях, а также из-за потребления электроэнергии для обеспечения собственных нужд (работа системы управления). Применение современных компонентов и решений позволяет проектировать энергоэффективные устройства, которые сохраняют высокий КПД при малых значениях номиналов нагрузки.

**Основная часть.** Наибольшие потери мощность в DC/AC преобразователях связаны с коммутацией силовых транзисторов первичной части повышающего каскада постоянного тока, который преобразует постоянное напряжение с аккумуляторной батареи (АКБ) номинальным значением 12/24/48/110 В в заданное для последующего преобразования в переменное. Так, согласно результатам моделирования в среде MATLAB Simulink и натурным испытаниям преобразователя мощность 3 кВт амплитудное значение тока достигает значений, превышающих 100 А [2]. При данных значениях протекающих токов, а также частоты работы, допустимо применить MOSFET или SiC транзисторы, имеющие низкое значение сопротивления канала 10-25 мОм [3, 4], а следовательно, и низкие статические потери. Сегодня на рынке доступны предложения дискретных SiC транзисторов рассчитанных на 650 В, что позволяет в случае данной работы, где номинальное значение питания равно 110 В, применять Push-Pull топологию преобразователя, при которой количество силовых транзисторов, а следовательно, и потерь, сокращаются в два раза по отношению к Full Bridge топологии.

С точки зрения реализации системы управления, современные SiC транзисторы допускают однополярное напряжение управления, что значительно упрощает структуру и количество компонентов драйвера. Современные драйверы, имеющие высокое значение напряжения изоляции, такие как серия NSI6602 позволяют наиболее эффективно управлять вышеописанными типами транзисторов, что дает возможность исключить дополнительные компоненты схемы управления как низковольтной, так и высоковольтной части, что позволяет значительно сократить общее потребление электроэнергии системой управления при соответствии необходимому уровню надежности.

**Выводы.** Результаты анализа, моделирования и натуральных испытаний подтверждают возможность увеличения общей энергоэффективности устройства в полном диапазоне нагрузок путем применения современной ЭКБ и комплексных решений проектирования,

сокращающих общее число компонентов, что в свою очередь уменьшает потребление собственных нужд устройства.

#### **Список использованных источников:**

1. ГОСТ 33726—2016. Преобразователи статические нетяговые для железнодорожного подвижного состава. Общие технические условия. - М.: Стандартинформ, 2019. - 9 с.

2. Третьяков Н. К. Проектирование импульсных источников питания с использованием МДП-транзисторов производства КНР / Н. К. Третьяков, В. П. Кузьменко, О. Я. Соленая // Практическая силовая электроника. – 2024. – № 2(94). – С. 33-37.

3. IMW120R030M1H. [Электронный ресурс] URL: <https://www.infineon.com/cms/en/product/power/mosfet/silicon-carbide/discretes/imw120r030m1h/> (дата обращения: 17.01.2024).

4. E4M0015075J2. [Электронный ресурс] URL: [https://assets.wolfspeed.com/uploads/2024/04/Wolfspeed\\_E4M0015075J2\\_data\\_sheet.pdf](https://assets.wolfspeed.com/uploads/2024/04/Wolfspeed_E4M0015075J2_data_sheet.pdf) (дата обращения: 18.01.2024).