

УДК 621.314
ВЫСОКОЧАСТОТНЫЕ ТРАНСФОРМАТОРЫ В СОСТАВЕ ДВУСТОРОННЕГО
АКТИВНОГО ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ

Лесуков Н.А. (Университет ИТМО)

Научный руководитель – кандидат технических наук, доцент Демидова Г.Л.
(Университет ИТМО)

Введение. В контексте эволюции энергетических инфраструктур, ориентированных на повышение гибкости управления и эффективности передачи электроэнергии, двусторонние активные преобразователи (ДАП) приобретают статус критически значимого компонента. Данные устройства не только обеспечивают адаптацию параметров электроэнергии (напряжение, ток, частота), но и реализуют двунаправленное управление потоками мощности, что принципиально важно для систем с распределенными источниками генерации и динамическими нагрузками. Области применения ДАП демонстрируют высокую диверсификацию: от микрогридов[1], требующих координации множества распределенных энергоресурсов, до твердотельных трансформаторов[2], обеспечивающих интеллектуальное управление сетями среднего и низкого напряжения. Особый интерес представляют зарядные инфраструктуры для электромобилей[3], где двусторонние преобразователи позволяют рекуперировать энергию в сеть, а также ветроэнергетические установки[4], где они способствуют стабилизации мощности при переменных режимах работы. Высокочастотный трансформатор(ВЧТ) в составе ДАП играет важнейшую роль в обеспечении гальванической развязки и передачи энергии с первичной стороны преобразователя на вторичную. Важнейшими показателями разрабатываемого ВЧТ являются коэффициент трансформации, емкость, индуктивность рассеяния, сопротивление обмоток, индуктивность намагничивания и сопротивление намагничивания. Оптимизация конструкции ВЧТ с учетом этих факторов позволяет избежать использования дополнительной емкости в составе ДАП.

Основная часть. В настоящее время ВЧТ разрабатываются для каждого отдельного проекта под требуемые технические характеристики. Однако для практически любого применения ВЧТ можно выделить следующие этапы проектирования: расчет оптимальной плотности потока, расчет размеров сердечника, расчет размеров обмотки и расчет индуктивности рассеяния. После этого по техническим данным производителя получают коэффициенты кривой магнитных потерь и плотность потока насыщения. Далее, по уравнению Штейнмица определяются потери при выбранных диаметрах обмотки и потери в магнитном сердечнике. Это, в свою очередь, позволяет рассчитать нагрев поверхности ВЧТ и выбрать систему охлаждения для него или поменять материал и размер сердечника.

В ходе исследования и разработки ВЧТ в составе ДАП были поставлены следующие задачи:

1) Рассмотреть существующие решения в области проектирования высокочастотных трансформаторов.

2) Выполнить расчёт ВЧТ на основе заданных параметров ДАП.

3) Осуществить выбор элементной базы ВЧТ для обеспечения требуемых параметров.

4) Произвести модельное исследование ВЧТ с выбранной конструкцией.

5)

Выводы. В работе проведён анализ решений по проектированию высокочастотных трансформаторов и рассмотрены основные этапы разработки ВЧТ в составе ДАП. По результатам проведенного расчёта ВЧТ была создана имитационная модель ВЧТ и проведено её моделирование.

Список использованных источников:

1. R. d. Santos, F. A. S. Gonçalves, J. A. Olimpio Filho, F. P. Marafão and E. Gil, "Modeling Battery Energy Storage System operating in DC microgrid with DAB converter," 2019 IEEE 15th Brazilian Power Electronics Conference and 5th IEEE Southern Power Electronics Conference (COBEP/SPEC), Santos, Brazil, 2019, pp. 1-6 , doi: 10.1109/COBEP/SPEC44138.2019.9065669.

2. J. Lee, J. Roh, M. Y. Kim, S. -H. Baek, S. Kim and S. -H. Lee, "A Novel Solid-State Transformer With Loosely Coupled Resonant Dual-Active-Bridge Converters," in IEEE Transactions on Industry Applications, vol. 58, no. 1, pp. 709-719, Jan.-Feb. 2022 , doi: 10.1109/TIA.2021.3119535.

3. F. S. Zehgeer, A. Haque, S. Mateen and N. Shah, "Review of the Isolated Dual Active Bridge Converter Topologies for the Fast and Ultra-Fast Charging of Electric Vehicles," 2023 11th National Power Electronics Conference (NPEC), Guwahati, India, 2023, pp. 1-6 , doi: 10.1109/NPEC57805.2023.10384974.

4. V. Timmers, A. Egea-Álvarez, A. Gkountaras and L. Xu, "Review and comparison of single and dual active bridge converters for MVDC-connected wind turbines," 21st Wind & Solar Integration Workshop (WIW 2022), Hybrid Conference, The Hague, Netherlands, 2022, pp. 509-516, doi: 10.1049/icp.2022.2819.