

Многоцелевые дроссели в технологии ElhandCutCore™

Индуктивные элементы в устройствах силовой электроники функционируют в условиях высоких гармонических токов вызванных нелинейными элементами преобразовательных схем и токов с высокими частотами, формирующимися в результате переключения силовых ключей инверторных схем. Индуктивности применяются для снижения токов высших гармонических составляющих токов в пассивных и активных фильтрах устанавливаемых на входе преобразователя и используются для нивелирования негативного влияния работы инверторных схем в виде моторных дросселей, дросселей du/dt и синус фильтров устанавливаемых на выходе, например, преобразователей частоты [1,2,7]. Тяжелые условия работы дросселей приводят к возникновению ряда технических проблем. Дроссели часто являются источником шума, электромагнитных помех; их применение приводят к значительной потере мощности. В данной статье описаны свойства дросселей с многоцелевыми сердечниками, изготовленных в рамках инновационной технологии ElhandCutCore™, предназначенных для работы в различных устройствах силовой электроники.

Поток рассеивания дросселя

Сложной проектной задачей является точное определение потери мощности в дросселе. Причиной сложности является наличие потока рассеивания вокруг воздушных зазоров в сердечнике. Этот поток вызывает дополнительные потери мощности в сердечнике, элементах конструкции сердечника, а также в обмотке дросселя. В крайних случаях рассеивание в дросселе может быть таким сильным, что поток рассеивания пересекать ферромагнитные элементы, расположенные вблизи дросселя (например, корпус), вызывая в них потери мощности. Образующиеся таким образом потери мощности могут носить вихревой и гистерезисный характер [3]. Классическим технологическим решением, ограничивающим потери мощности в сердечнике, является использование магнитного материала с очень узкой петлей гистерезиса, который обеспечивает низкие гистерезисные потери, а также пакетирование сердечника с помощью пластин изоляционного листового металла минимальной толщины, устанавливаемых по ходу движения потока. Такая технология доказывает свою высокую эффективность в трансформаторных сердечниках. В сердечниках

дросселей, в которых мы имеем дело с неравномерной поверхностью в местах расположения воздушных зазоров только лишь пакетирования и применения качественного магнитного материала уже не достаточно.

В зонах, расположенных в непосредственной близости к воздушным зазорам, происходит изменение направления потока и, следовательно, интенсивная потеря мощности, вызванная вихревыми токами, в материале сердечника, обмотке и в токопроводящих элементах, находящихся в пределах досягаемости потока [4, 5].

Линейность магнитной характеристики дросселя является важным эксплуатационным параметром. Достижение необходимой линейности требует применения широких воздушных зазоров в сердечнике, что приводит к повышению потерь мощности и росту температуры сердечника, особенно в зонах, расположенных в непосредственной близости к зазорам. Возникновение значительной разницы температур между отдельными зонами сердечника, обмотки и конструкции дросселя является прямым последствием возникновения в них дополнительных потерь мощности. При применении классических конструкций сердечников дросселей сложно определить

¹ m.lukiewski@elhand.pl

величины потерь и температуры с помощью аналитических методов. Трудно рассчитываемые дополнительные потери мощности, связанные с избыточным потоком рассеивания вокруг зазоров, источником которых являются токи с высшими гармоническими частотами и широтно импульсная модуляция инвертора, могут превышать основные потери в сердечнике и обмотке дросселя.

На магнитный сердечник воздействуют магнитные и магнитострикционные силы. Эти силы образуют переменное напряжение в листовых пластинах сердечника и вызывают вибрации элементов конструкции, которые приводят к образованию акустического поля вокруг дросселя [6]. Большинство магнитных и магнитострикционных сил зависит от максимальных, локальных показателей магнитной индукции, особенно в зонах, в которых происходят нарушения направления потока в сердечнике. Местами в сердечнике может происходить значительное увеличение индукции. Периодическое насыщение фрагментов магнитовода и связанное с ним образование локальных очагов потерь и вибрации очень сложно контролировать без тщательного анализа тепловой модели дросселя и радикальных изменений в технологии производства сердечников.

Сердечник по технологии ElhandCutCore™

В результате работ, направленных на развитие технологии, и исследований, проведённых фирмой ELHAND Transformatory Sp. z o.o., была разработана инновационная технология изготовления многоселевых сердечников ElhandCutCore™. Многолетний опыт использования этих сердечников на практике и анализ распределения магнитного поля в сердечнике позволили разработать технологию изготовления сердечников дросселей, значительно ограничивающую или полностью устраняющую все вышеуказанные технические проблемы.

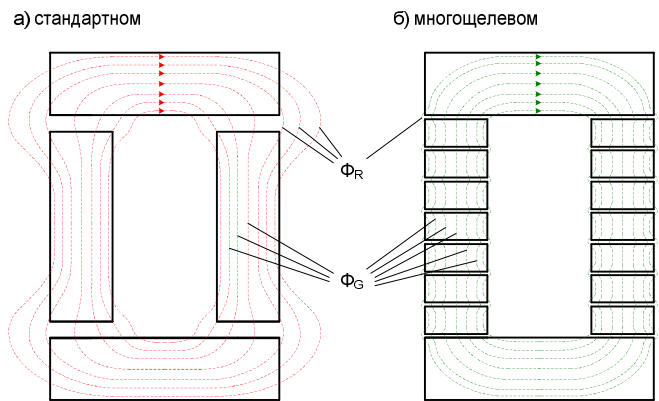


Рис.1 Направление потока в сердечнике:
а) стандартном, б) многоселевом
 Φ_G -основной поток, Φ_R -поток рассеивания

Сердечник, изготовленный по технологии ElhandCutCore™, позволяет получить стабильный показатель индуктивности при широком диапазоне изменений тока в дросселе (магнитная линейность), снижает уровень шума, производимого дросселем, а также устраняет внешнее электромагнитное поле. Благодаря этому, уменьшаются дополнительные потери в сердечнике, обмотке и элементах конструкции. Размещение в сердечнике воздушных зазоров в определённой последовательности наряду с точным расчётом их ширины позволяют осуществлять необходимое распределение электромагнитного поля внутри и снаружи сердечника (Рис.1). Разделение воздушных зазоров уменьшает неблагоприятное воздействие потока рассеивания и позволяет получить равномерное распределение индукции в сердечнике дросселя.

Фирма ELHAND Transformatory Sp. z o.o. производит высококачественные, экономичные дроссели с многоселевыми сердечниками по технологии ElhandCutCore™, применяющимися, в том числе, в энергетике, горнодобывающей промышленности, железнодорожном транспорте и ветроэнергетике.

Литература

- [1] Łukiewski M., Dławiki silnikowe, Wiadomości Elektrotechniczne, 3 (2001)
- [2] Morozow I., Łukiewski M., Dławiki współpracujące z energooszczędnymi przemiennikami częstotliwości., Napędy i Sterowanie, 5-6 (2005)
- [3] Dąbrowski M., Analiza obwodów magnetycznych. Straty mocy w obwodach. PWN, Poznań(1981)
- [4] Roshen W. A. Fringing Field Formulas and Winding Loss Due to an Air Gap, IEEE Trans. on Magn., vol.43, no.8 (2007)
- [5] Bossche A., Cekov Valchev V., Improved calculation of winding losses in gapped inductors, Jurnal of Applied Physics 97, 10Q703 (2005)
- [6] Łukiewski M., Hałas dławików indukcyjnych, Napędy i Sterowanie, 12 (2008)
- [7] Morozow I., Ograniczenie fali odbitej w przekształtnikowych układach napędowych I Napędy i Sterowanie, 1 (2010)

