

*к.т.н. Самчелев Ю.П.,
к.т.н. Дрючин В.Г.,
к.т.н. Шевченко И.С.
(ДонГТУ, г. Алчевск, Украина)*

ОПТИМИЗАЦИЯ ПАРАМЕТРОВ ДРОССЕЛЕЙ В СИСТЕМАХ СТАБИЛИЗАЦИИ ТОКА

Наведені результати пошуку оптимального варіанту дроселя в системах стабілізації струму з точки зору мінімуму активних втрат потужності в ньому.

***Ключові слова:** система стабілізації струму, дросель, оптимізація параметрів.*

Приведены результаты поиска оптимального варианта дросселя в системах стабилизации тока с точки зрения минимума активных потерь мощности в нем.

***Ключевые слова:** система стабилизации тока, дроссель, оптимизация параметров.*

Результаты анализа состояния и тенденций развития преобразователей, работающих в режиме источника тока, показали, что этот класс преобразователей позволяет достичь существенного качественного эффекта во многих областях техники по сравнению с традиционно применяемыми источниками напряжения.

Однако существующие источники тока не обладают предельно возможными характеристиками в части быстродействия, инвариантности к действию возмущений, точности регулирования, расширения функциональных возможностей и электромагнитной совместимости с сетью. Низкая электромагнитная совместимость не позволяла реализовать энергосберегающие эффекты.

Авторами статьи были предложены схемотехнические решения преобразователей и принципы управления ими, позволяющие достичь предельной величины указанных выше характеристик [1,2].

Одним из важнейших элементов, входящих в состав преобразовательной системы, реализующей режим источника тока, являются дроссели, включаемые в цепь переменного и постоянного тока. Выбор соответствующей величины индуктивности дросселей позволяет получить необходимую частоту релейного режима. Однако, потери мощности в

активном сопротивлении обмотки дросселя приводят к снижению коэффициента полезного действия.

При разработке дросселя имеется возможность размещения обмотки (или обмоток) на сердечниках различного типа.

Поэтому встала задача поиска оптимального варианта построения дросселей с точки зрения получения минимального активного сопротивления его обмотки.

Ниже приводятся результаты анализа возможных вариантов построения дросселя и выбор оптимального.

При этом приняты следующие допущения:

- пренебрегаем насыщением стали сердечника;
- принимаем сечение и длины соответствующих участков одинаковыми всех рассматриваемых магнитопроводов;
- все обмотки выполнены проводом одинакового сечения.

1. Рассмотрим выполнение дросселя на П-образном сердечнике с двумя обмотками, которые могут быть соединены последовательно либо параллельно на рисунке 1.

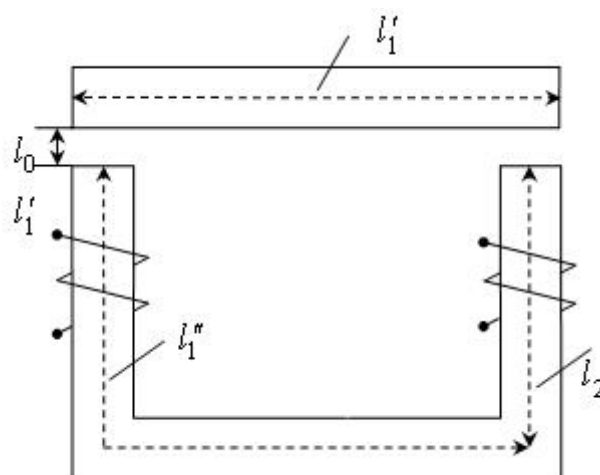


Рисунок 1 – Дроссель на П-образном сердечнике

Для обеспечения заданной индуктивности дросселя при последовательном соединении обмоток число витков одной обмотки определяется выражением

$$W_{noc} = \sqrt{\frac{L_3(l_1 + l_2 + 2l_0\mu)}{2\mu_0\mu S}}, \quad (1)$$

где $l_1 = l_1' + l_1''$;

μ – относительная магнитная проницаемость;

μ_0 – магнитная проницаемость воздушного зазора;

S – площадь сечения сердечника.

При параллельном соединении обмоток число витков одной обмотки определяется как

$$W_{нар} = \sqrt{\frac{2L_3(l_1 + l_2 + 2l_0\mu)}{\mu_0\mu S}}. \quad (2)$$

Из (1) и (2) следует, что число витков обмотки при параллельном соединении в 2 раза больше, чем при последовательном $W_{нар} = 2W_{нос}$.

Следовательно, и активное сопротивление одной обмотки при параллельном соединении будет в 2 раза больше, чем при последовательном.

Тогда потери мощности в дросселе при последовательном соединении обмоток будут $\Delta P_{нос} = 2RI^2$, а при параллельном $\Delta P_{нар} = RI^2$. Таким образом, потери мощности в дроссели при последовательном соединении обмоток в 2 раза больше, чем при параллельном.

2. Рассмотрим выполнение дросселя на Ш-образном сердечнике (рисунок 2).

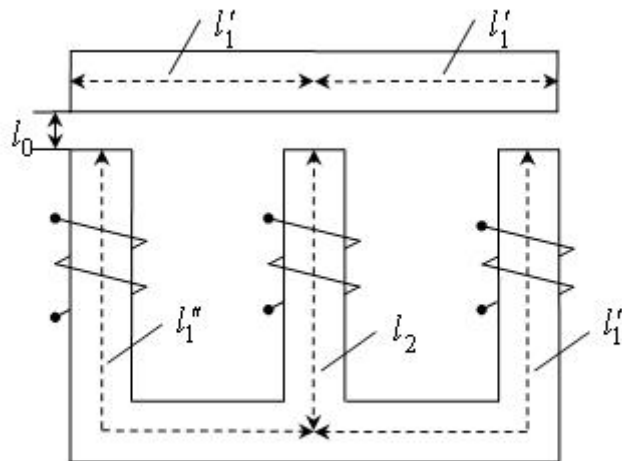


Рисунок 2 – Дроссель на Ш-образном сердечнике

При выполнении дросселя с двумя обмотками, расположенными на внешних стержнях число витков одной обмотки при последовательном соединении будет

$$W_{вн.нос} = \sqrt{\frac{L_3(l_1 + 2l_2 + 3l_0\mu)}{2\mu_0\mu S}}. \quad (3)$$

А при параллельном их соединении

$$W_{\text{вн.пар}} = \sqrt{\frac{2L_3(l_1 + 2l_2 + 3l_0\mu)}{\mu_0\mu S}}. \quad (4)$$

Из (3) и (4) следует, что и в этом случае число витков при параллельном соединении обмоток будет в 2 раза больше, чем при последовательном, а потери при параллельном будут в 2 раза меньше чем при последовательном.

При выполнении дросселя с одной обмоткой расположенной на внутреннем стержне число витков обмотки будет

$$W_{\text{внут}} = \sqrt{\frac{L_3(l_1 + l_2 + 3l_0\mu)}{2\mu_0\mu S}}. \quad (5)$$

Сравнивая (5) и (3) видно, что число витков одной обмотки при последовательном их соединении обмоток и при однообмоточном дросселе одинаково. При параллельном соединении (сравнивая (5) и (4)) число витков в одной обмотки будет в 2 раза больше, чем при однообмоточном дросселе.

Соотношение потерь мощности рассмотренных вариантов дросселей на Ш-образном сердечнике будет $\Delta P_{\text{вн.посл}} = 2\Delta P_{\text{вн.пар}} = 2\Delta P_{\text{внут}}$.

Следовательно, оптимальным является однообмоточный вариант.

Потери мощности в однообмоточном дросселе определяются выражением

$$\Delta P_{\text{внут}} = RI^2 \left(\frac{3}{2} - \frac{1}{2} \frac{l_1 + l_0\mu}{l_2 + l_0\mu} \right). \quad (6)$$

Из (6) следует, что

$$\Delta P_{\text{внут}} = \Delta P_{\text{пар}} \left(\frac{3}{2} - \frac{1}{2} \frac{l_1 + l_0\mu}{l_2 + l_0\mu} \right), \quad (7)$$

т.к. $l_1 > l_2$, $\Delta P_{\text{внут}} < \Delta P_{\text{пар}}$.

Таким образом, проведенный анализ возможных вариантов построения дросселей с оптимальными (с точки зрения минимизации потерь мощности в дросселе) параметрами и, следовательно, повышения КПД, является дроссель, выполненный на Ш-образном сердечнике с обмоткой, расположенной на внутреннем стержне.

Библиографический список

1. Пат. 66628 Україна, МПК (2006) Н02М 7/12. Регульоване джерело струму / Скурятін Ю.В., Самчелєєв Ю.П., Шевченко І.С.; заявник та патентовласник Донбасський державний технічний університет. - №2003087623; заявл. 12.08.2003; опубл. 25.05.2007. Бюл. №7

2. Высокоэффективный электропривод постоянного тока электромагнитно совместимый с сетью / [Самчелеев Ю.П., Шевченко И.С., Дрючин В.Г., Морозов Д.И., Скурятин Ю.В.] // Сборник научных трудов ДГТУ – Днепродзержинск: ДГТУ, 2007. – Тем.вып. Проблемы автоматизированного электропривода. Теория и практика. – С. 159-160.

Рекомендовано к печати к.т.н., проф. Паэрандом Ю.Э.