

## СГЛАЖИВАЮЩИЕ ДРОССЕЛИ

Мирослав Лукевски<sup>1</sup>

<sup>1</sup> ELHAND ТРАНСФОРМАТОРЫ,  
e-mail : m.lukiewski@elhand.com.pl

В цепи нагрузки любой схемы выпрямителя получают выходное напряжение, образуемое суммой двух составляющих : постоянной и переменной. Чтобы уменьшить пульсации, чаще всего нежелательные с точки зрения потребителя, между выходом выпрямителя и нагрузкой включают выпрямляющий фильтр.

Фирма „ELHAND ТРАНСФОРМАТОРЫ” из Люблинца является производителем сглаживающих дросселей ED1W, которые находят применение в фильтрах выпрямителей.

### Сглаживающие фильтры

Заданием сглаживающих фильтров является корректировка формы переходных процессов напряжения и тока выпрямителя. Схема фильтра незначительно влияет на величину постоянной составляющей, зато ограничивает переменную составляющую, а тем самым и коэффициент пульсаций.

Свойства и эффективность работы выпрямляющего фильтра определяет коэффициент сглаживания:

$$b_s = \frac{k_{r1}}{k_{r2}}, \quad (1)$$

где  $k_{r1}$  и  $k_{r2}$  - коэффициенты пульсации (напряжения или тока) соответственно на выходе и входе выпрямителя.

Часто роль фильтра выполняет включенный последовательно с нагрузкой сглаживающий дроссель ED1W (Рис.1а). Индуктивность сглаживающего фильтра, работающего в выходной цепи импульсного выпрямителя,

питающего нагрузку с сопротивлением  $R$ , при заданном коэффициенте сглаживания напряжения и выходного тока  $b_s$ , определяется зависимостью:

$$L_{ED1W} = \frac{(1 - b_s)(R + r)}{2\pi f m b_s}, \quad (2)$$

где  $R$  - сопротивление нагрузки,  $r$  - внутреннее сопротивление цепи выпрямителя,  $m$  - коэффициент, зависящий от вида выпрямителя;  $b_s$  - коэффициент сглаживания;  $f$  - частота напряжения питания выпрямителя.

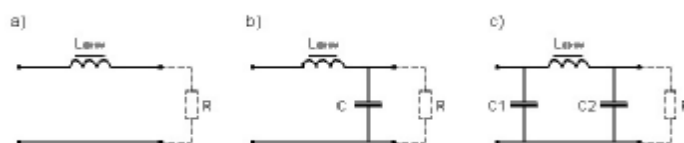


Рис.1. Наиболее часто встречающиеся схемы сглаживающих фильтров: а) индуктивный, б) индуктивно-емкостной типа G, с) индуктивно-емкостной типа P

В однополупериодных выпрямителях с индукционным фильтром очень трудно стабилизировать ток в цепи нагрузки, так как импульсы тока появляются только в каждом втором полупериоде. Поэтому индукционные фильтры скорее не совместимы с однополупериодными выпрямителями. Чаще используют однофазные двухполупериодные выпрямители с фильтром в виде индукционного дросселя (Рис.2). В такой цепи уже при относительно небольших токах нагрузки появляется постоянный ток без значительных пульсаций.

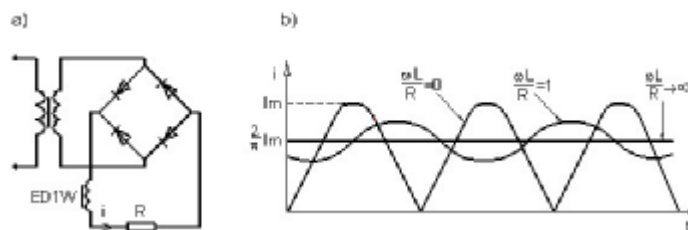


Рис.2. Мостовой двухполупериодный выпрямитель с индукционным фильтром. а) схема цепи, б) временные характеристики токов.

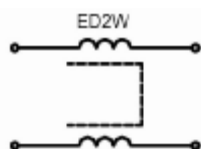
Если реактивное сопротивление дросселя  $\omega L \gg R$ , то в цепи происходит очень хорошая фильтрация пульсаций тока. Дополнительным преимуществом этой схемы является то, что средняя величина тока  $2/pI_m$  не зависит от индуктивности. Ограничение пульсаций тока путем увеличения индуктивности дросселя не вызывает потерь напряжения.

Выпрямительный фильтр в виде сглаживающего дросселя ED1W значительно эффективнее выполняет свою задачу, работая с выпрямителем, в котором переменная составляющая имеет в несколько раз большую частоту (напр., в импульсных преобразователях). В схемах выпрямителей, работающих от напряжения промышленной частоты, сглаживание напряжения и тока только с помощью дросселя требовало бы применения элементов с очень большой индуктивностью. Поэтому на практике индукционные фильтры применяют чаще всего в трехфазных цепях большой мощности [2].

Соединяя сглаживающий дроссель с конденсатором, получают схему LC- фильтра (Рис.1b,1c) с удовлетворительными параметрами как при незначительных, так и при больших токах нагрузки. Дроссель в такой схеме играет роль последовательного импеданса, конденсатор же дополнительно шунтирует нагрузку переменных составляющих. Часто применяемой разновидностью дросселей являются дроссели типа ED2W. Они имеют две независимые обмотки, размещенные на сердечнике в форме U. Их используют в схемах, сопряженных с мощными импульсными преобразователями.

*Рис.3. Схема сглаживающего дросселя типа ED2W.*

Если эффективность одиночного



фильтра еще слишком мала, то дальнейшее ограничение переменной составляющей получают, строя многоступенчатый фильтр, составленный из нескольких каскадно соединенных цепей. Коэффициент вероятности сглаживания в этом случае равен:

$$b = b_1 \cdot b_2 \cdot K \quad (3)$$

где  $b$  – коэффициент сглаживания многоступенчатого фильтра;  $b_1, b_2$  – коэффициенты сглаживания последующих ступеней фильтра.

Следует помнить, что применение сглаживающего фильтра существенно влияет на выходную характеристику всей выпрямительной схемы. При переходных процессах, возникающих при включении и выключении выпрямителя, в контуре могут появиться значительные осцилляции тока или напряжения, вызванные резонансным характером LC-контуров и его высокой добротностью [3,4].

## Строение сглаживающих дросселей

Сглаживающие дроссели ED1W и ED2W выпускают в однофазном исполнении. Основными параметрами этих дросселей являются ток и индуктивность. Эти величины зависят в значительной мере от типа выпрямителя, с которым работает дроссель, а также потребляемой мощности питаемой нагрузки.

Обмотки сглаживающих дросселей изготавливаются с медного, круглого или профилированного обмоточного провода. Сердечник электротехнической кремниевой стали изготовлен из жести (форма EI и UI) толщиной 0.25 – 0.5 мм.

После соединения обмоток и сердечников дроссели подвергают вакуумной импрегнации. Это способствует снижению потерь мощности, а также росту надежности изготавливаемых дросселей. Затем

дроссели снабжают зажимами или кабельными концевиками, а также механической оснасткой. Готовые дроссели попадают на испытательный электростенд, - это последний этап производства.

Все операции, начиная от закупки материалов и заканчивая упаковкой готового изделия, производятся согласно процедурам системы обеспечения качества ISO 9002.

### Литература

- [1] Жиборски Й., Липски Т. *Страховка диодов и тиристоров* WNT W-ва 1979
- [2] Русек А. *Основы электроники* WSiP W-ва 1985
- [3] Барлик Р., Новак М. *Тиристорная техника* WNT W-ва 1994
- [4] Новак М., Барлик Р. *Пособие инженера энергоэлектронщика* WNT W-ва 1998
- [5] Кучевски З. *Энергоэлектроника* WNT W-ва 1980