

ВЛИЯНИЕ ФОРМЫ НАПРЯЖЕНИЯ ИСТОЧНИКА ПИТАНИЯ НА ДИНАМИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ЭЛЕКТРОМАГНИТА ПОСТОЯННОГО ТОКА

У статті розглянуто питання впливу форми прикладеної до котушки напруги на динамічні характеристики електромагнітного механізму постійного струму.

В статье рассматривается вопрос влияния формы приложенного напряжения на динамические характеристики электромагнита постоянного тока.

Достаточно часто при проектировании электромагнитного механизма возникает вопрос о влиянии формы напряжения, приложенного к катушке, на динамические характеристики проектируемого механизма. Данная проблема достаточно актуальна, так как при разработке таких устройств, проектировщики используют некоторые усреднённые значения напряжения, в случае если его форма определяется источником питания (одно – и двухполупериодное выпрямление, импульсное напряжение и т.д.).

Исследуемый в работе электромагнит представляет собой электромагнит броневых типа с относительно большим конечным воздушным зазором равным 0,5 мм. Данный электромагнит предполагается использовать в качестве "шагового" двигателя, время срабатывания которого является задаваемой величиной. Поэтому, исследование зависимости времени срабатывания электромагнита от формы напряжения представляет достаточный интерес.

Цель статьи – исследование влияния формы питающего напряжения на динамические характеристики электромагнитного механизма. Форма напряжения источника питания выбиралась следующей: постоянное напряжение – U_c ; выпрямленное напряжение с амплитудой – $U_v = U_c \cdot \sqrt{2}$; импульсное прямоугольное напряжение (меандр), получаемое от преобразователя, с максимальным значением $U_i = U_c \cdot \sqrt{2}$. Форма напряжения источника показана на рис. 1.

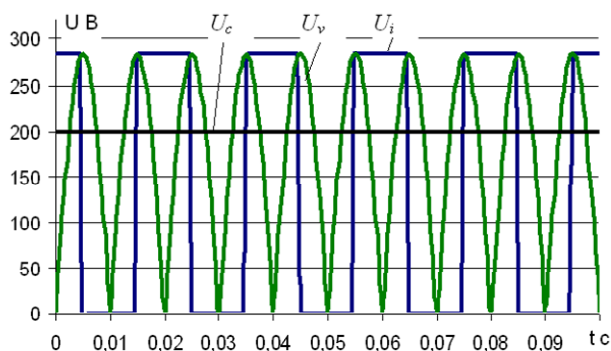


Рис. 1. Форма напряжения источника питания катушки

Задачей данной статьи является получение временных зависимостей хода якоря, тока и электромагнитной силы, а так же тепловых потерь в магните.

Расчеты проводились методом конечных элементов на деформируемой сетке. Результаты расчета показаны на (рис. 2-4).

Как следует из рис. 2, пульсации тока в цепи катушки существенны уже при двухполупериодном выпрямлении переменного тока.

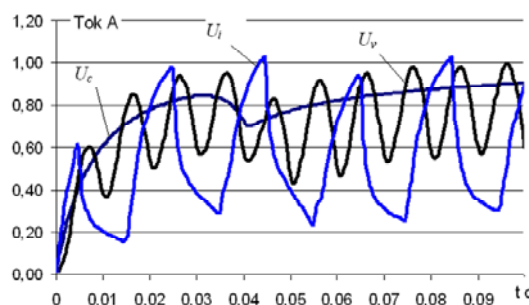


Рис. 2. Временные зависимости тока катушки от формы приложенного напряжения

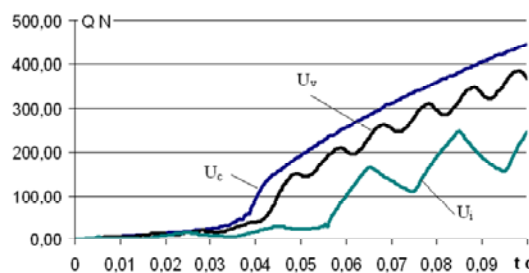


Рис. 3. Временные зависимости электромагнитной силы от формы приложенного напряжения

Из рис. 3 следует, что при выпрямленном и импульсном напряжениях, приложенных к катушке, пульсации электромагнитной силы достаточно велики.

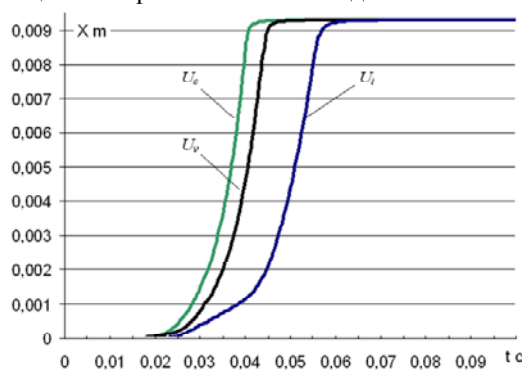


Рис. 4. Временные зависимости хода якоря от формы приложенного напряжения

Как следует из рис. 4, форма напряжения существенно влияет на быстродействие электромагнита, увеличивая время срабатывания на 30 %.

Практический интерес представляют резистивные потери в электромагните, особенно, при питании катушки изменяющимся напряжением.

Эти потери в осесимметричной задаче определялись по формуле:

$$N = \int_V J_{\varphi} \cdot E_{\varphi} \cdot dV,$$

где N – мощность тепловых потерь, Вт; J_{φ} – плотность тока, А/м; E_{φ} – напряженность электрического поля в корпусе магнита, В/м; V – объём магнита, м³.

На рис. 5 показана временная зависимость суммарных тепловых потерь в электромагните при включении его на постоянное напряжение, рассчитанных по приведенной выше формуле. Очевидно, что данные потери существуют только в переходном режиме.

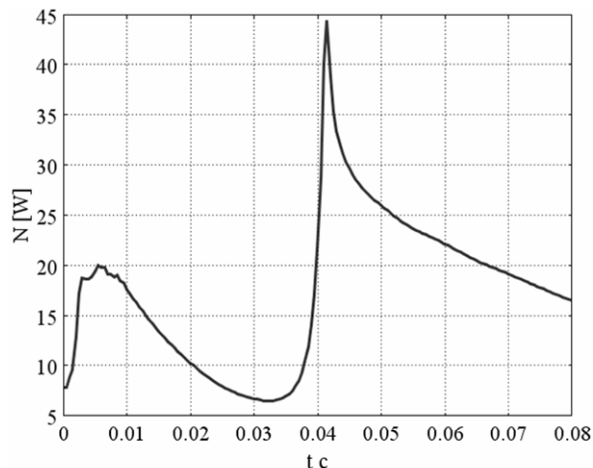


Рис. 5. Временная зависимость суммарных тепловых потерь в электромагните, включаемого на постоянное напряжение

На рис. 6 приведен график тепловых потерь для электромагнита включаемого на выпрямленное напряжение.

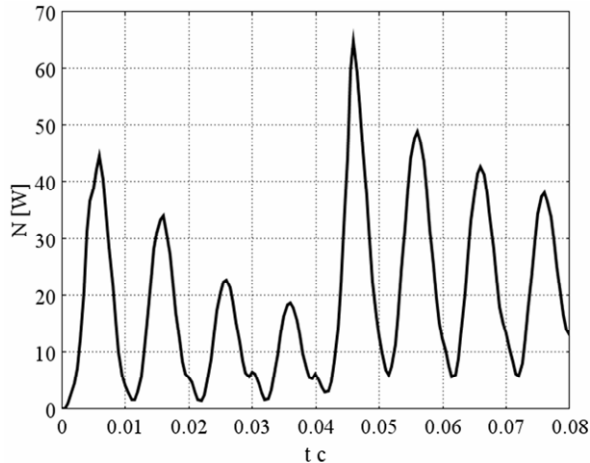


Рис. 6. Временная зависимость суммарных тепловых потерь в электромагните, включаемого на выпрямленное напряжение

На рис. 7 показан график потерь в электромагните, включенный на импульсное напряжение.

При этом значение вихревых токов в корпусе магнита достигают значительных величин (рис. 8).

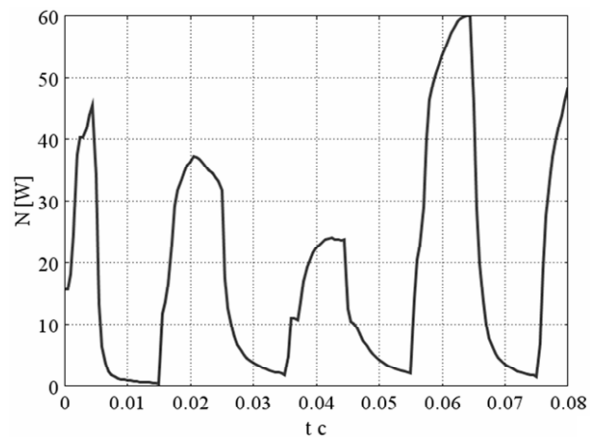


Рис. 7. Временная зависимость суммарных тепловых потерь в электромагните, включаемого на импульсное напряжение

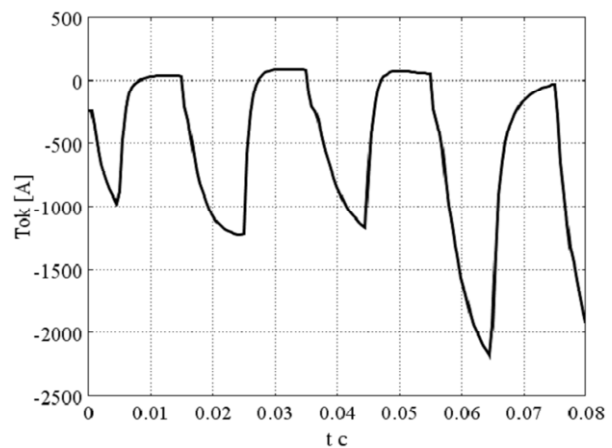


Рис. 8. Временная зависимость вихревого тока в корпусе электромагнита, включаемого на импульсное напряжение

ВЫВОДЫ

1. Наиболее благоприятным, с точки зрения быстрого действия и уменьшения тепловых потерь в электромагните является его включение на постоянное напряжение.

2. Пульсация напряжения приводит к существенному снижению электромагнитной силы, особенно в начальном положении якоря.

3. Предлагаемые схемы форсировки электромагнитов постоянного тока, использующие импульсное управление должны разрабатываться с учетом конкретного электромагнита и условий его работы (постоянная времени, начальный и конечный воздушные зазоры, противодействующая сила).

Поступила 15.07.2010

Байда Евгений Иванович, к.т.н., доц.
Национальный технический университет
"Харьковский политехнический институт"
кафедра "Электрические аппараты"
Украина, 61002, Харьков, ул. Фрунзе 21
тел. (057) 707-69-76, e-mail: baida@kpi.kharkov.ua

E.I. Bayda

Supply voltage waveform action on dynamic characteristics of a DC electromagnet.

The paper considers a problem of applied voltage waveform action on dynamic characteristics of a DC electromagnet.

Key words - supply voltage waveform, dynamic characteristics, DC electromagnet.