

УДК 621.31

ВЛИЯНИЕ ИНДУКТИВНОСТИ ЕМКОСТНОГО НАКОПИТЕЛЯ ГЕНЕРАТОРА НА ФОРМУ ИМПУЛЬСА МАГНИТНОГО ПОЛЯ

Петков А.А. докт. техн. наук

(г. Харьков, Украина, НТУ «ХПИ»)

В работе обсуждаются данные по влиянию индуктивности емкостного накопителя генератора магнитного поля на форму и параметры формируемого импульса. Приведены результаты численного моделирования.

В настоящее время уделяется большое внимание испытаниям электротехнического и электронного оборудования, в том числе содержащего микропроцессорную технику, на стойкость к различным электромагнитным проявлениям природных явлений и процессов в техносфере. Одним из важнейших испытаний такого рода является проверка работоспособности оборудования при воздействии на него импульсов магнитного поля, связанных с грозовой деятельностью, и возникающих при эксплуатации высоковольтных линий электропередачи и контактной сети электротранспорта.

Для формирования импульсов магнитного поля используются специальные электромагнитные системы, по которым протекают импульсы тока соответствующей формы. В нормативном документе [1] для имитации воздействия импульсов магнитного поля на технические средства рекомендуется применять генератор, схема которого показана на рис.1.

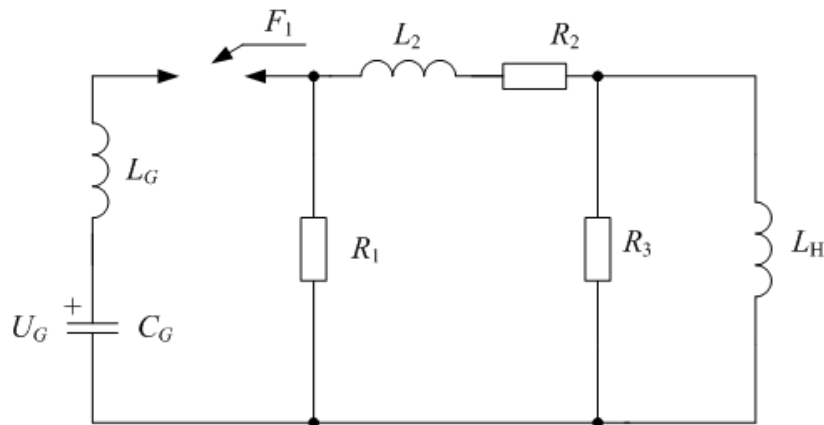


Рис. 1. Схема генератора магнитного поля

На схеме обозначено: U_G , C_G , L_G – напряжение зарядки и емкость накопителя, индуктивность накопителя, F_1 – коммутатор, R_1 , R_2 , R_3 – формирующие резисторы, L_2 – формирующая индуктивность, L_H – индуктивность системы полеобразования.

В работе [2] приведены результаты исследования формирующих возможностей генератора при $L_G = 0$. Однако при больших габаритах системы полеобразования (соответственно и емкостного накопителя энергии) величина индуктивности накопителя может достигать значительных величин и оказывать влияние на форму импульса тока (соответственно – магнитного поля).

В данной работе исследования влияния индуктивности накопителя на параметры импульса проводились с использованием численного моделирования, которое базировалось на использовании безразмерных величин, определяющих переходный процесс [3]:

$\tau = t / \sqrt{L_H C_G}$ – безразмерный аналог времени; $r_k = R_k / \sqrt{L_H / C_G}$, $k = \overline{1, 3}$ – безразмерные аналоги активных сопротивлений; $I_H = \frac{i_H}{U_G} \sqrt{\frac{L_H}{C_G}}$ –

безразмерные аналоги тока в нагрузке; где i_H – ток в нагрузке (L_H), $L_{2H} = L_2 / L_H$ – безразмерный аналог формирующей индуктивности; $L_{GH} = L_G / L_H$ – безразмерный аналог индуктивности накопителя.

Условия проведения численных экспериментов:

– безразмерное время исследования составляло, $0 \leq \tau \leq 100$ (данное условие определяется тем, что при $\tau = 100$ интересующие нас импульсы практически затухнут);

– импульс тока имеет экстремальное значение, если для этого значения выполняются условия наличия экстремума [6] и его абсолютное значение составляет не меньше 1% от абсолютной величины максимального значения тока (данное условие вытекает из практической нецелесообразности учета малых значений величины магнитного поля при испытаниях);

– импульс тока имеет переход через «0», если за ним имеется экстремальное значение, определенное по правилу предыдущего условия.

Результаты численного исследования при следующих безразмерных параметрах схемы $r_1 = 1 \cdot 10^6$; $L_{2H} = 2,24$; $r_2 = 3$ показали, что с увеличением значений безразмерного аналога индуктивности накопителя:

– импульс тока в нагрузке приобретает колебательный характер;
– безразмерный аналог времени перехода через нулевое значение составляет $\tau = 11 - 12$;

– увеличивается время нарастания первой полуволны импульса тока

(см. рис. 2);

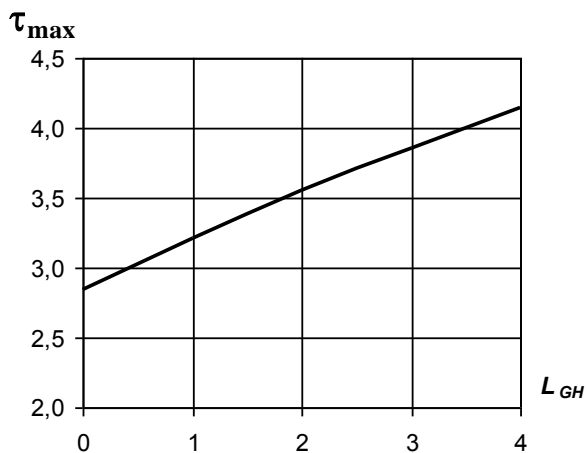


Рис. 2. Зависимость безразмерного аналога времени нарастания импульса от безразмерного аналога индуктивности накопителя

– уменьшается максимальное значение тока первой полуволны (см. рис.3);

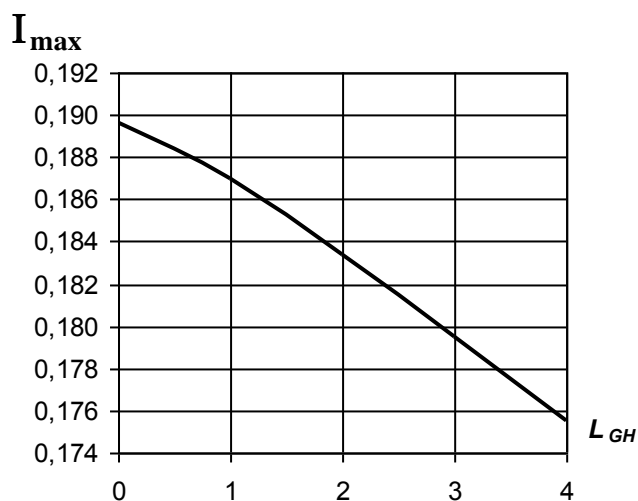


Рис. 3. Зависимость безразмерного аналога максимального значения тока в нагрузке от безразмерного аналога индуктивности накопителя

– увеличивается отношение максимальных значений второй и первой полуволн импульса тока (см. рис. 4).

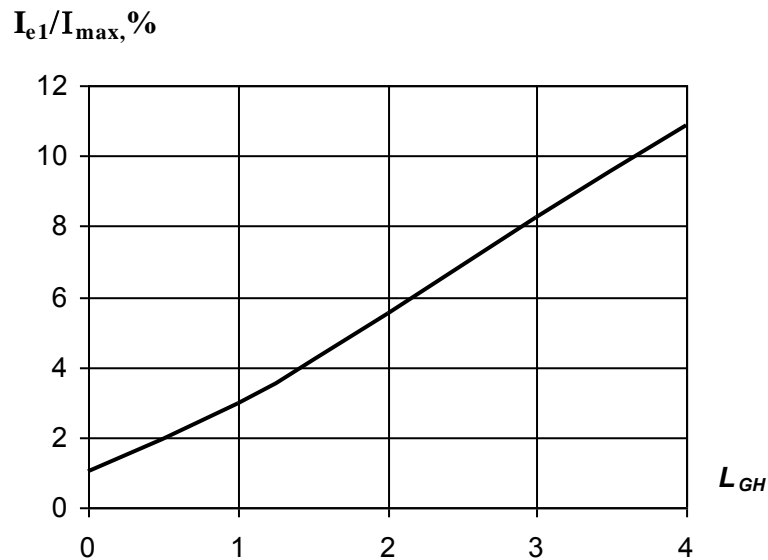


Рис. 4. Зависимость отношения амплитуды второй полу волны к максимальному значению тока в импульсе от безразмерного аналога индуктивности накопителя

Полученные в работе данные показывают существенное влияние индуктивности накопителя на форму и параметры импульса тока в системе полеобразования.

Материалы работы могут быть использованы для дальнейших исследований формирующих возможностей генератора импульсов магнитного поля.

Литература

1. Совместимость технических средств электромагнитная. Устойчивость к импульсному магнитному полю. Технические требования и методы испытаний : ГОСТ 30336-95. – [Действующий от 1995 – 04 – 26]. – М. : Издательство стандартов, 2001. – 12 с. (Межгосударственный стандарт).
2. Петков А.А. Формирующие возможности генератора импульсов магнитного поля / А.А. Петков // Електротехніка і електромеханіка. – 2015. – №2. – С. 68 – 71.
3. Петков А.А. Генерирование испытательных импульсов магнитного поля / А.А. Петков // Вісник НТУ «ХП». Серія: Техніка та електрофізика високих напруг. – Харків: НТУ "ХП". – №37. – 2006. – С. 73 – 78.
4. Корн Г. Справочник по математике для научных работников и инженеров / Корн Г., Корн Т. – СПб. : Лань, 2003. – 832 с.