

УДК 621.3.048

А.П.Пономарев (6 курс, каф. ИЭиТВН), Г.С.Кучинский, д.т.н., проф.

МОЩНЫЕ ИСКУССТВЕННЫЕ ФОРМИРУЮЩИЕ ЛИНИИ ВЫСОКОГО НАПРЯЖЕНИЯ НАНОСЕКУНДНОГО ДИАПАЗОНА

Мощные высоковольтные формирующие линии применяются для получения на низкоомной согласованной нагрузке импульсов прямоугольной формы с заданной длительностью и амплитудой. Такие импульсы необходимы для обеспечения равномерной во времени плотности накачки энергии мощных газовых лазеров, для питания ускорителей заряженных частиц и др. Эти импульсы имеют амплитуду до сотен кВ и длительность десятки и сотни нс.

До настоящего времени для этих целей использовались коаксиальные линии с жидким диэлектриком или полосковые линии с твердым диэлектриком с питанием от генераторов импульсных напряжений. При этом линии рассчитывались на полное зарядное напряжение, что влекло за собой увеличение толщины диэлектрика, снижение удельной энергии и увеличение стоимости линии.

В последнее время была разработана конструкция мощных искусственных высоковольтных формирующих линий с применением секций импульсных конденсаторов, выполненных по стандартной технологии. Последовательное включение секций позволяет снизить толщину диэлектрика, повысить рабочую напряженность и удельную энергию, а также уменьшить габариты и стоимость линии. Основная индуктивность пакета секций обеспечивается плоскими шинами. Исходными данными для расчета являются зарядное напряжение линии, сопротивление нагрузки и длительность импульса, из которых можно получить основные соотношения для параметров ячеек линии. При такой конструкции линии появляется поперечная индуктивность, складывающаяся из индуктивности фольги секций и индуктивности выводов секций, которая оказывает негативное влияние на форму импульса. Поперечная индуктивность может принимать различные значения в зависимости от конструктивного исполнения пакетов секций. Эскиз такой линии приведен на рис. 1.

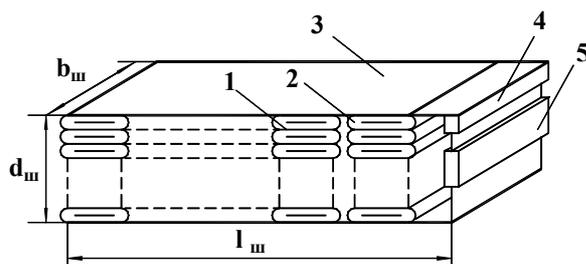


Рис. 1. Конструктивная схема компактной мощной формирующей линии: 1 - выводы секции, 2 - секция, 3 - соединительные шины, 4 - выводы линии, 5 - сопротивление нагрузки

Одиночная формирующая линия, состоящая из 6 и более ячеек, имеет, как правило, сильно вытянутую форму. Её можно существенно сократить, используя так называемую сложенную вдвое формирующую линию. Схема замещения сложенной вдвое формирующей линии на примере двойной формирующей линии приведена на рис. 2. Однако такая линия имеет существенный недостаток: на её работу оказывает негативное влияние взаимоиנדукция между верхними и нижними элементами, которая искажает форму импульса.

В работе было исследовано влияние коэффициента взаимной индукции между верхними и нижними элементами линии на форму импульса на нагрузке. Основным фактором, обуславливающим величину коэффициента взаимной индукции, является отношение ширины линии $b_{ш}$ к расстоянию между шинами $d_{ш}$. С помощью расчета на ЭВМ были получены формы импульса на нагрузке для разных значений коэффициента взаимной индукции K_v (от 0 до 0,3). Из полученных данных следует, что для сложенной вдвое формирующей линии приемлемое значение коэффициента взаимной индукции составляет не более 0,05, а для двойной формирующей линии – не более 0,1. С помощью расчета простейшей модели линии было установлено, что при увеличении отношения $b_{ш}/d_{ш}$, значение коэффициента взаимной индукции уменьшается. Для сложенной вдвое формирующей линии даже при отношении $b_{ш}/d_{ш}=10$ значение коэффициента взаимной индукции составляет 0,1, что приводит к значительному искажению формы импульса, поэтому создание сложенной вдвое линии с требуемыми параметрами крайне затруднительно.

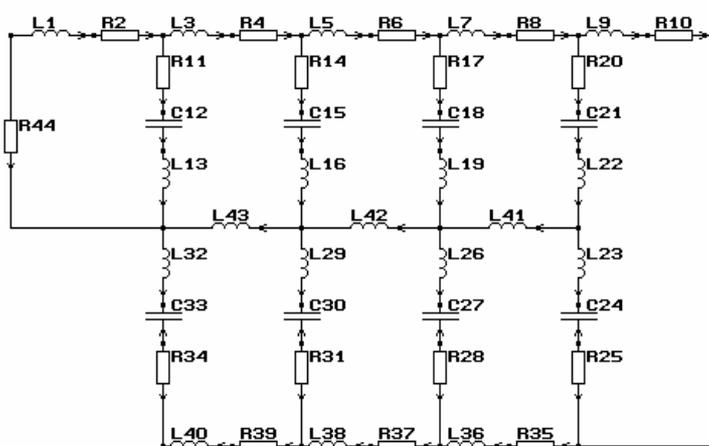


Рис. 2. Схема замещения сложенной вдвое двойной формирующей линии

Для двойной формирующей линии приемлемое значение коэффициента взаимной индукции составляет не более 0,1. Это достигается при соотношении $b_{ш}/d_{ш}$, равном 8.

Из полученных результатов можно сделать *вывод* о том, что необходимо разрабатывать специальные меры по ослаблению коэффициента взаимной индукции между верхними и нижними элементами формирующих линий.