

2 мм и, несмотря на сложность конфигурации, претерпел незначительное увеличение по площади размещения на 11 см², что не оказало существенного влияния на его размещение. Таким образом, МОУ был успешно модернизирован до МОУ-01, составлен комплект конструкторской документации.

ЛИТЕРАТУРА

1. Иосифьян А.Г. Электромеханика в космосе. – М.: Знание, 1977.
2. Хьюбинг Т., Ван Дорен Т. Проектирование печатных плат с учетом ЭМС: пер. А. Жук // Печатный монтаж. – 2008. – № 5. – С. 36–40.

РАЗРАБОТКА УПРОЩЕННОЙ КОНСТРУКЦИИ СИЛОВОЙ ШИНЫ ЭЛЕКТРОПИТАНИЯ

С.А. Тернов, магистрант, инж. «НИЛ БЭМС РЭС»

Научный руководитель М.Е. Комнатнов, к.т.н.

г. Томск, ТУСУР, каф. ТУ, stanislav.1995@mail.ru, maxmek@mail.ru

Особое внимание при проектировании силовой шины электропитания (СШЭП) уделяют погонным параметрам, а именно погонным индуктивности и емкости. Погонную индуктивность уменьшают различными способами, поскольку она может повлиять на стабильность работы радиоэлектронной аппаратуры (РЭА). Например, некорректно спроектированная СШЭП приводит к возникновению паразитных параметров, которые могут привести к нестабильной работе активных элементов из-за перенапряжения, падения напряжения, дисбаланса токов, резонанса в конденсаторах и т.д. [1, 2]. Значительное влияние на паразитные параметры СШЭП оказывает ее поперечное сечение. В [3] выполнено вычисление погонных параметров СШЭП для различных форм поперечного сечения (при $S = 50 \text{ мм}^2$) и значений диэлектрической проницаемости изоляционного материала. Представлены предварительные результаты вычислений паразитных параметров в зависимости от толщины, ширины и формы проводников СШЭП. Определены оптимальные параметры поперечного сечения СШЭП по критериям минимальной погонной индуктивности и максимальной погонной емкости. Предложена форма поперечного сечения СШЭП, представляющая экранированную полосковую линию. Подобная конструкция сложна в изготовлении, что объясняется её практическим неприменением.

Цель работы – упростить конструкцию СШЭП в виде экранированной полосковой линии для её практического применения с минимально возможными значениями паразитных параметров.

Для простоты реализации конструкция СШЭП выполнено упрощение изначальной формы (рис. 1, *a*) поперечного сечения СШЭП. На рис. 1, *б* представлена конструкция, у которой отсутствуют боковые стенки и толщина опорного проводника составляет половину толщины активного. На рис. 1, *в* показана конструкция, у которой отсутствует только одна боковая стенка.

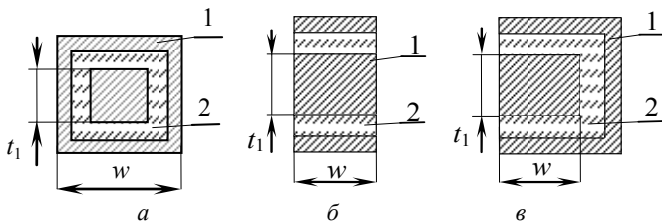


Рис. 1. Формы поперечного сечения СШЭП

Для трех моделей СШЭП (см. рис. 1) вычислены (рис. 2) значения погонных индуктивности L и емкости C в зависимости от изменения соотношения сторон w/t_1 . При этом площадь поперечного сечения оставалась неизменной ($S = 50 \text{ мм}^2$). Вычисления выполнены в программе TALGAT [4].

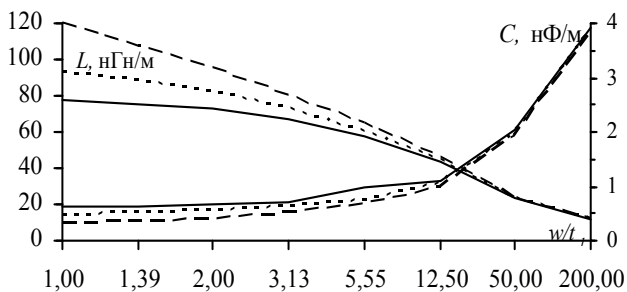


Рис. 2. Значения погонных индуктивности L и емкости C при изменении w/t_1 для моделей из рис. 1: *a* (—), *б* (---) и *в* (-·-·)

Из рис. 2 видно, что при увеличении w/t_1 значение L уменьшилось, а значение C увеличилось для конструкции (см. рис. 1, *a*) с 77,42 до 12,25 нГн/м; с 0,62 до 3,91 нФ/м (см. рис. 1, *б*), с 119,78 до 12,33 нГн/м; с 0,3 до 3,823 нФ/м (см. рис. 1, *в*), с 93,33 до 12,29 нГн/м; с 0,46 до 3,865 нФ/м.

Вычислено волновое сопротивление для поперечных сечений из рис. 1, *a–в*.

Из рис. 3 видно, что по требуемым критериям оптимальным параметром является $w/t_1 = 50$ с $Z_B = 3,5 \text{ Ом}$, поскольку при увеличении

w/t_1 в 4 раза значение Z_B уменьшается незначительно – на 1,72 Ом (1,78 Ом), при этом масса конструкции увеличивается в 2 раза (с 411,18 до 819,79 г).

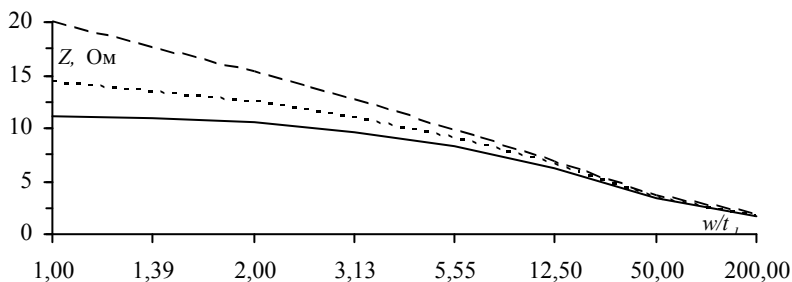


Рис. 3. Зависимость волнового сопротивления (Z , Ом) от w/t_1 для трех моделей: а (—), б (---) и в (···)

Также выполнено скругление углов для конструкции СШЭП (рис. 1 в) и вычислены параметры L , C . Анализ зависимостей, в том числе Z от w/t_1 , показал, что скругление не повлияло на погонные параметры. При этом подобное изменение поперечного сечения может оказать значительное влияние на напряжение пробоя диэлектрика СШЭП.

Таким образом, предложена модель СШЭП с оптимальными параметрами поперечного сечения и простотой в изготовлении.

Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства образования и науки Российской Федерации по проекту RFMEFI57417 X0172.

ЛИТЕРАТУРА

1. Clavel E. Influence of the cabling geometry on paralleled diodes in a high power rectifier / IEEE Conf. Record of the Industry Applications Conference. – San Diego, CA, USA. – 6–10 Oct. 1996. – P. 993–998.
2. Huiqing W. Electric vehicle drive inverters simulation considering parasitic parameters // 13th Power Electronics and Motion Control Conference, EPE-PEMC, 1–3 Sept. 2008, Poznan, Poland. – P. 417–421.
3. Ternov S. Influence of the cross-section form of the power bus bar on its parameters / S. Ternov, A.V. Demakov, M.E. Komnatnov // Moscow Workshop on Electronic and Networking Technologies (MWENT–2018) (принято к печати).
4. Куксенко С.П. Новые возможности системы моделирования электромагнитной совместимости TALGAT / С.П. Куксенко, А.М. Заболоцкий, А.О. Мелкозеров, Т.Р. Газизов // Доклады ТУСУРа. – 2015. – № 2(36). – С. 45–50.