

Разработка ступенчатого программируемого электромеханического аттенюатора до 18 ГГц

И.Н. Малышев, И.Г. Белков, Ю.В. Еремеев

АО «НПО «ЭРКОН»

Аннотация: рассмотрены результаты экспериментальных исследований материалов конструктивных элементов контактной системы и особенности численного электродинамического моделирования программируемых электромеханических аттенюаторов до 18 ГГц на основе. Приведены целевые характеристики аттенюатора, основные конструктивные решения, результаты моделирования и макетирования образцов аттенюатора.

Ключевые слова: ступенчатый аттенюатор, контакт, переключатель.

Ступенчатые программируемые электромеханические аттенюаторы являются одним из основных элементов автоматизированных измерительных систем СВЧ-цепей для переключения уровня мощности. Актуальной является разработка отечественных технических решений и построение измерительных систем на их основе.

Основные конструктивные и технико-эксплуатационные показатели рассматриваемых аттенюаторов:

- средняя входная мощность: 1 Вт
- импульсная входная мощность: 100 Вт
- рабочий диапазон частот: 18 ГГц
- тип соединителей: 3,5 мм
- номинальное ослабление: 11 дБ, 70 дБ, 110 дБ
- шаг переключения ослабления: 1 дБ, 10 дБ
- допускаемое отклонение ослабления: $\pm 1,5$ дБ
- повторяемость установки ослабления: $\pm 0,03$ дБ
- прямые вносимые потери: не более 2,22 дБ
- КСВН: не более 1,9

Важной задачей при проектировании ступенчатых электромеханических аттенюаторов является проработка конструкторско-технологического решения контактной системы, обеспечивающей надежную коммутацию встроенных фиксированных аттенюаторов и байпасных перемычек.

При разработке проведены сравнительные исследования различных контактных пружинных сплавов при переменной механической нагрузке, оптимальных режимов их предварительной термообработки, обеспечивающих максимальную надежность контактов на их основе, а также технологических контактных покрытий, обеспечивающих повторяемость электрических характеристик аттенюатора. Для исследований был разработан специальный стенд, имитирующий механическую нагрузку в аттенюаторе.

По результатам проведенных экспериментальных исследований для применения выбран пружинный материал, обеспечивающий не менее 5 000 000 циклов переключений каждой секции контактной системы ступенчатого аттенюатора.

Работоспособность высокочастотного тракта ступенчатого аттенюатора оценена и оптимизирована с применением 3D-модели посредством САПР электродинамического моделирования методом конечных элементов.

Окончательная проверка параметров, подтвердившая результаты исследований,

расчетов и моделирования, проведена на изготовленном макете ступенчатого аттенюатора.