

Импульсный ламповый автогенератор на частоту 300 МГц

Рассмотрены результаты разработки автогенератора на базе генераторного триода, обеспечивающего импульсную выходную мощность 5 МВт на частотах в диапазоне 300 ÷ 350 МГц. Работа проведена по заявке Федерального государственного бюджетного учреждения науки Объединенного института высоких температур РАН в обеспечение исследований в области теплофизики интенсивных импульсных воздействий на вещества, материалы и конструкции.

Ключевые слова: импульсное электромагнитное излучение, автогенератор, генераторная лампа, энергия высоких плотностей.

Разработка автогенератора проводилась по заявке Федерального государственного бюджетного учреждения науки Объединенного института высоких температур Российской академии наук (ОИВТ РАН) — ведущего научного центра страны в области энергетики и теплофизики экстремальных состояний. Одним из основных направлений деятельности института являются исследования в области теплофизики интенсивных импульсных воздействий на вещество, материалы и конструкции: разработка методов и создание средств генерации энергии высоких плотностей.

Автогенератор предназначен для создания источника импульсного электромагнитного излучения (радиоизлучения) на частоте 300 МГц с импульсной мощностью в нагрузке 10 МВт.

В первоначальной редакции заявки ОИВТ РАН предполагалась разработка и изготовление автогенератора (рабочая частота 300 МГц) на пятимегаваттной лампе ГИ-52А. Предполагалось получить 10 МВт путем сложения мощностей двух автогенераторов.

Однако выпуск ламп ГИ-52А прекращен еще в 70-х годах прошлого века. Возобновление производства лампы ГИ-52А в условиях современной производственно-технологической базы ЗАО «С.Е.Д.-СПб» весьма проблематично и требует значительных затрат.

С технической точки зрения использование ламп ГИ-52А крайне неэффективно из-за большой мощности накала (22 кВт на одну лампу) при средней выходной мощности несколько киловатт, больших габаритов и массы.

ЗАО «С.Е.Д.-СПб» предложило использовать в автогенераторе лампу на базе серийно выпускаемого триода ГИ-66А [1], в котором используется более эффективный оксидный губчатый катод (мощность накала 0,65 кВт), а прибор имеет значительно меньшие массу и габариты.

На первом этапе совместной с ОИВТ РАН работы на оборудовании заказчика были проведены испытания базовой лампы ГИ-66А на электрическую прочность и пиковые токи в короткоимпульсных режимах (300 наносекунд). Испытания подтвердили возможность получения от лампы необходимых токов и напряжений для реализации пятимегаваттного импульсного режима автогенератора на лампе ГИ-66А и 10 МВт на двух автогенераторах.

Автогенератор [2] представляет собой законченное высокочастотное

радиотехническое устройство, включающее в себя активный прибор - генераторную лампу, контурные системы, системы обратной связи и устройства для подачи питающих электрических напряжений и вывода высокочастотной энергии. Автогенератор рассчитывался и конструировался с учетом опыта ЗАО «С.Е.Д.-СПб» по разработке и производству комплексированных устройств - эндотронов.

При проектировании автогенератора требовалось обеспечить высокую электрическую прочность контурных систем и системы обратной связи, а также повышенную величину коэффициента обратной связи, необходимую для получения высокой скорости нарастания амплитуды автоколебаний с учетом малой длительности импульса. С этой целью в автогенераторе использована индуктивная обратная связь оригинального технического решения.

Расчет эквивалентной схемы автогенератора проводился на ПК по оригинальной программе, позволяющей определить амплитудно-частотную характеристику входа цепи, коэффициент передачи в диапазоне частот, а также распределение амплитуды и фазы напряжений и токов на элементах цепи. По результатам расчета в вакуумный объем лампы введены элементы для обеспечения требуемой величины напряжения в промежутке катод-сетка. Условия размещения автогенератора в аппаратуре потребовали изменить конструкцию анодного бачка лампы с вводом охлаждения сбоку через высоковольтный (50 кВ) анодный фильтр. Выходная колебательная система построена как коаксиальный полуволновый резонатор, связанный с нагрузкой через разделительный высоковольтный конденсатор.

В результате проведенных работ в ЗАО «С.Е.Д.-СПб» был изготовлен и испытан опытный образец автогенератора. Испытания подтвердили правильность выбранных технических решений. Совместные испытания, проведенные в аппаратуре ОИВТ РАН, подтвердили соответствие параметров автогенератора требованиям технического задания.

Основные характеристики автогенератора приведены в таблице 1.

Таблица 1. Основные параметры автогенератора.

Длительность высокочастотного импульса, нс, не менее	300
Частота повторения, имп./с, не менее	1000
Пиковая мощность на нагрузке, МВт, не менее	5
Частота излучения, МГц	300 - 330
Напряжение анодного питания (импульсное), кВ, не более	50
Напряжение накала, В	0,8
Ток накала, А	600 - 850
Габаритные размеры, мм: высота, не более диаметр, не более поперечный габарит с анодным фильтром, не более	750 270 500
Масса, кг, не более	80

Базовый прибор

Модернизированный
вариант серийно
выпускаемой импульсной
генераторной лампы ГИ-66А

Конструкция автогенератора является оригинальной, подобные устройства в России ранее не разрабатывались, сведения о разработке аналогичных радиотехнических устройств за рубежом отсутствуют.

В настоящее время 2 образца автогенератора прошли испытания в аппаратуре ОИВТ РАН с положительным результатом.



Рисунок 1. Автогенератор с нагрузкой в испытательном стенде

Библиографический список

1. Generator, Modulator, Receiving Tubes // Data Book. St.-Petersburg. 2004. 448 p.
2. Иванов А.Б. Импульсные передатчики СВЧ / А.Б. Иванов, Л.Н. Сосновкин // – Москва: Советское радио. – 2009. – С. 113-118.