

УДК 621.372.8

КОАКСИАЛЬНЫЙ ДИЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ ВОЛНОВОД ДЛЯ ПЕРЕДАЧИ ТГц-ИЗЛУЧЕНИЯ

А. В. ШИЛОВ¹, М. М. НАЗАРОВ²

¹Могилевский государственный университет имени А. А. Кулешова
Могилев, Беларусь

²Национальный исследовательский центр «Курчатовский институт»
Москва, Россия

На сегодняшний день в зарубежной литературе широко представлены исследования, проводимые для излучения терагерцового (ТГц) диапазона частот электромагнитного спектра. Интерес к таким исследованиям обусловлен уникальными свойствами данного излучения, которое нашло применение в различных приложениях науки и медицины. Особенное распространение получила импульсная ТГц-спектроскопия различных материалов, взрывчатых веществ, биологических тканей и органических соединений, полосы поглощения которых попадают в ТГц-диапазон. Как известно [1], импульсная ТГц-спектроскопия основана на сравнении частотных спектров импульсов, пропущенных через сухой воздух (опорный сигнал) и через исследуемый слой вещества (или отраженный от него). Поэтому существует потребность в создании гибких волноводов для доставки излучения к исследуемому образцу. Трудности их изготовления сопряжены с тем, что все известные материалы, кроме сухого воздуха и некоторых видов полимеров, сильно поглощают ТГц-волны. Поэтому волновод должен обеспечивать транспортировку ТГц-излучения преимущественно по воздуху. Особый интерес с позиций создания медицинских ТГц-зондов представляют полимерные волноводы, работающие в диапазоне 0,1...0,5ТГц.

В [1] в качестве гибкого волновода был предложен и теоретически обоснован коаксиальный диэлектрический волновод, имеющий низкие потери передаваемого сигнала вблизи отсечки рабочей моды HE_{11} и слабую связь поля этой моды с окружающей средой. В настоящем сообщении приводятся результаты создания образца такого волновода, а также проводится теоретический анализ спектров широкополосных импульсов, полученных методом импульсной ТГц-спектроскопии во временной области.

На рис. 1 представлены временные формы измеренных импульсов (электрические поля опорного E_{ref} , прошедших E_{out} сигналов), их частотные спектры (фурье-образы $|\hat{E}_{ref}|, |\hat{E}_{out}|$), а также экспериментальные и теоретические (рис. 1, б, кривые 1, 1', 1'', 2, 2', 2'') спектры пропускания



коаксиального (кривые 1, 1'', 2, 2'' для мод HE₁₁, HE₁₂) и круглого (кривые 1', 2') диэлектрических волноводов.

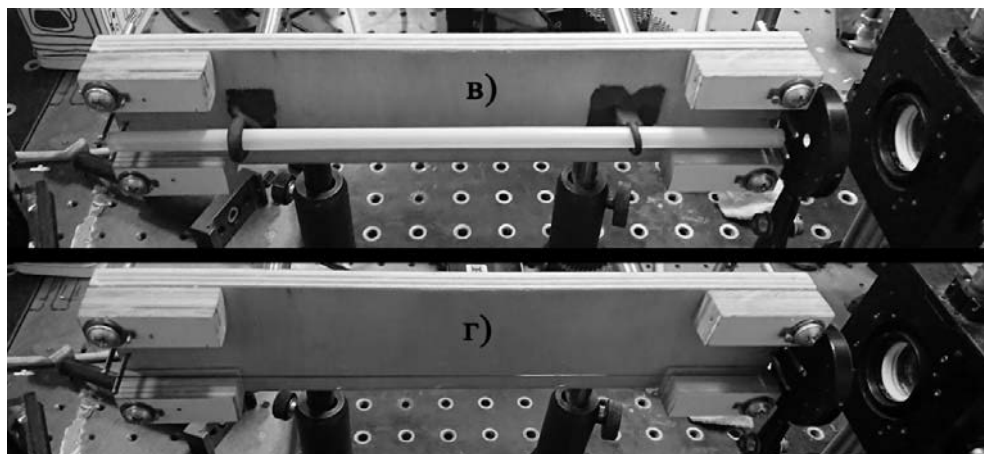
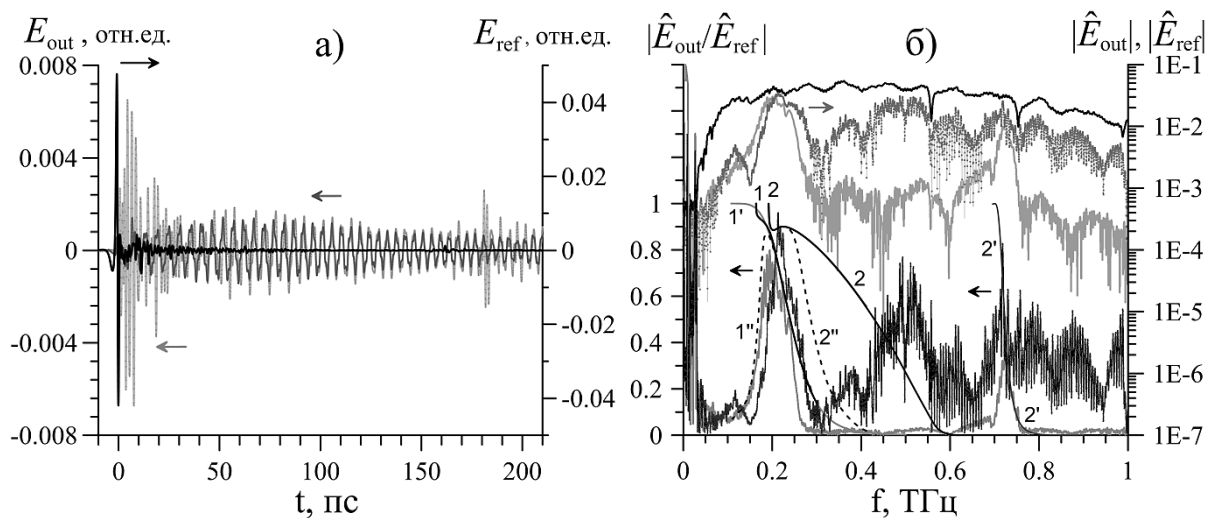


Рис. 1. Временные (а) и частотные (б) формы измеренных импульсов, а также спектры пропускания для коаксиального (в) и круглого (г) диэлектрических волноводов

Как видно из рис. 1, б, получено удовлетворительное согласие расчетов с экспериментальными данными. На частоте $f = 0,2130$ ТГц измеренное пропускание коаксиального волновода длиной 30 см составляет 95...96 %, что соответствует рекордно низким потерям 3,2 дБ/м.

Работа выполнена при поддержке БРФФИ (грант F18R-143) и РФФИ (грант №18-52-00040).

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Коаксиальный диэлектрический волновод для ТГц-диапазона / А. Б. Сотский, А. В. Шилов, С. С. Михеев, М. М. Назаров // Проблемы взаимодействия излучения с веществом: материалы V Междунар. науч. конф. – Гомель: ГГУ им. Ф. Скорины, 2018. – Ч. 2. – С. 212–217.