

УДК 62-03

ПРИМЕНЕНИЕ ПОЛИМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ В ИЗГОТОВЛЕНИИ ВОЛНОВОДОВ В СУДОВЫХ РАДИОСТАНЦИЯХ

Малышев Ярослав Владимирович¹, студент

e-mail: malyshev1902@mail.ru

Власов Владимир Николаевич¹, старший преподаватель кафедры подъемно-транспортных машин и машиноремонта

e-mail: vn_vlasov@mail.ru

¹ Волжский государственный университет водного транспорта, Нижний Новгород, Россия

Аннотация. В данной статье рассмотрены различные виды волноводов. Произведена анализ характеристик полимерных материалов и оценка возможности их использования в процессе изготовления волноводов для судовых радиостанций. Рассмотрены методы металлизации.

Ключевые слова: волновод, передача сигналов, полимерные материалы.

THE USE OF POLYMER MATERIALS IN THE MANUFACTURE OF WAVEGUIDES IN SHIP RADIO STATIONS

Yaroslav V. Malyshev¹, Student

e-mail: malyshev1902@mail.ru

Vladimir N. Vlasov¹, Senior Lecturer at the Department of Lifting and Transport Machines and Mechanical Repair

e-mail: vn_vlasov@mail.ru

¹ Volga State University of Water Transport, Nizhny Novgorod, Russia

Abstract. This article examines various types of waveguides. The characteristics of polymer materials have been analyzed and the possibility of their use in the manufacture of waveguides for marine radio stations has been assessed. Metallization methods are considered.

Keywords: waveguide, signal transmission, polymer materials.

Волновод в радиотехнике — это структура, предназначенная для передачи электромагнитных волн. Он представляет собой проводник, обычно выполненный в виде трубки или канала, который ограничивает распространение волн в определённой области пространства (рисунок 1). Волноводы чаще всего используются в микроволновой, оптической и телекоммуникационной технологии [1].



Рисунок 1 – Волноводы

Волноводы эффективно передают радиочастотную или микроволновую энергию от одной точки к другой с минимальными потерями (рисунок 2).

Они могут использоваться для управления формой электромагнитных волн и направления их распространения.

Волноводы защищают передаваемые сигналы от воздействия внешних факторов, таких как шум и затухание [1].

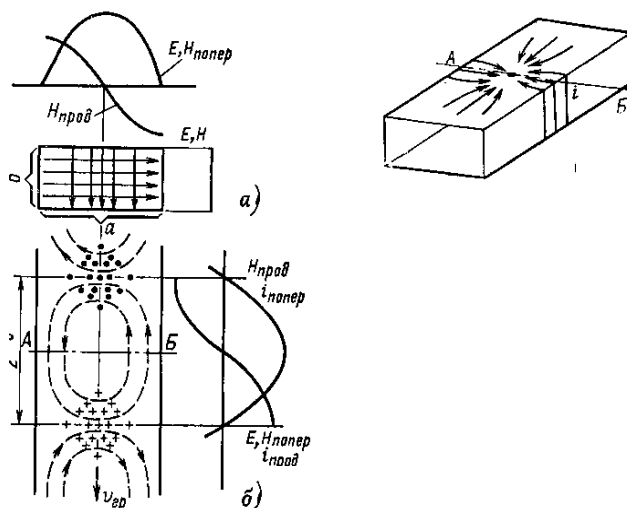


Рисунок 2 – Структура поля волны в волновом

Наибольшее распространение получили:

- прямоугольные волноводы имеют прямоугольное сечение и применяются для передачи микроволн (рисунок 3) [2];

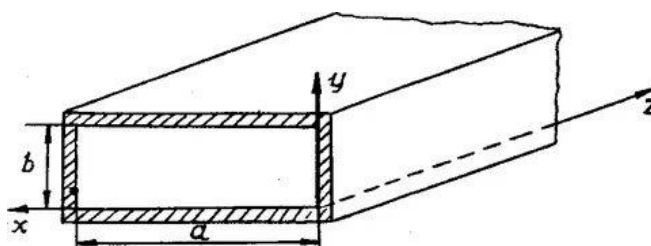


Рисунок 3 – Прямоугольный волновод

- цилиндрические волноводы имеют круглое сечение и чаще всего используются для передачи волн в более низких частотных диапазонах (рисунок 4) [1];

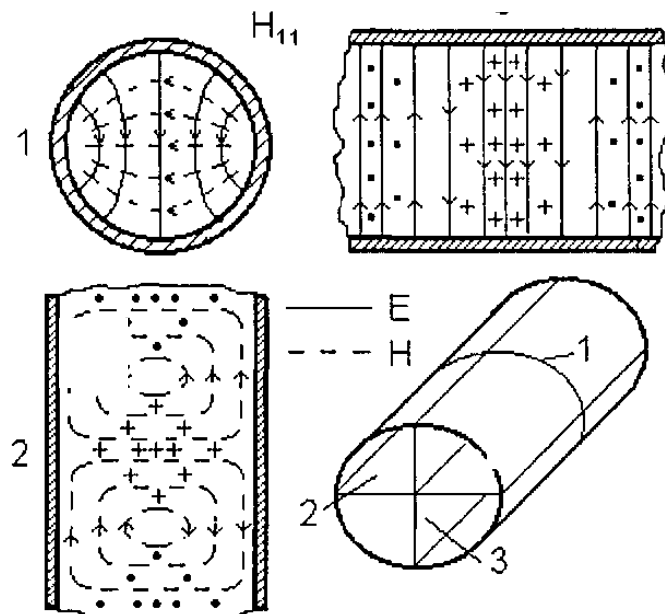


Рисунок 4 – Цилиндрический волновод

- оптические волноводы используются в оптоволоконной связи для передачи световых сигналов (рисунок 5) [1].

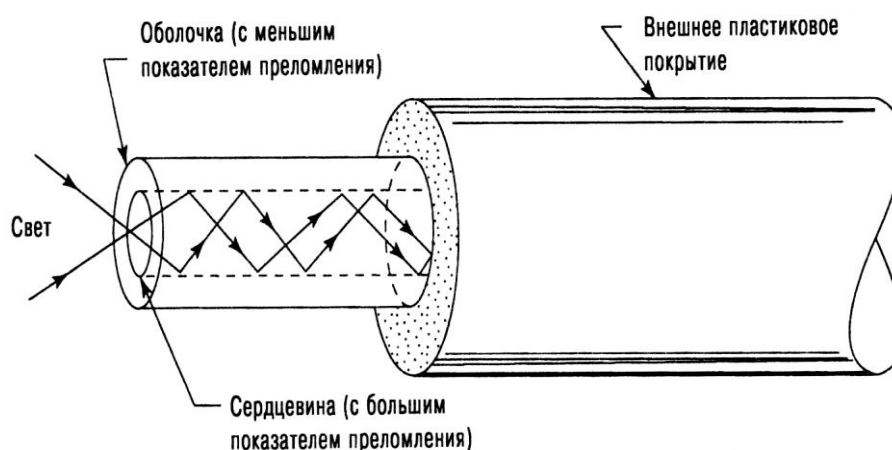


Рисунок 5 – Оптический волновод

Каждый тип волновода имеет свои характеристики и область применения, что делает их важным элементом современных коммуникационных систем. Для передачи электромагнитных волн, волноводы могут быть изготовлены из металлов и сплавов на основе меди и алюминия, из-за их хороших проводящих свойств. В оптических же, волноводах, напротив, используются диэлектрические материалы (стекло, пластик) [1].

В некоторых случаях волноводы могут иметь дополнительную наружную защитную оболочку из другого материала [2].

В волноводах потери энергии минимальны по сравнению с традиционными проводами, что делает их более эффективными для передачи сигналов на большие расстояния.

Волноводы менее подвержены внешним электромагнитным помехам, что обеспечивает более надежную связь.

В судовых радиостанциях волноводы используются для передачи высокочастотных радиосигналов от передающих антенн к радиопередающим устройствам.

Они часто применяются в качестве элементов системы радиолокации, а также в системах связи для передачи информации между различными судовыми системами [1].

Несмотря на высокие коррозионностойкие свойства меди, алюминия и сплавов на их основе, волноводы, изготовленные из этих материалов, в судовых условиях подвергаются коррозионному разрушению. Решением данной проблемы могло бы стать применение неметаллических материалов.

Полимерные материалы — это вещества, состоящие из длинных цепочек молекул, называемых полимерами. Они образуются путем объединения маломолекулярных соединений, называемых мономерами, через химическую реакцию, известную как полимеризация. Полимеры могут быть как естественными (например, целлюлоза, белки, резина), так и синтетическими (например, полиэтилен, полипропилен, поливинилхлорид) [3].

Основные свойства полимерных материалов:

- легкость (полимеры обладают низкой плотностью по сравнению с металлами и стеклом);
- гибкость и прочность (многие полимеры можно делать гибкими или жесткими в зависимости от их структуры и добавок);
- химическая стойкость (полимерные материалы часто устойчивы к коррозии и воздействию различных химических соединений);
- удобство обработки (полимеры легко формуются, поэтому их можно использовать в различных технологиях, таких как экструзия, литье, прессование);
- диэлектрические свойства (многие полимеры являются хорошими изоляторами электричества) [4].

Применение полимеров, в качестве волноводов позволит обеспечить электромагнитную совместимость. Выбор полимеров с определенными диэлектрическими свойствами позволяет минимизировать интерференцию и улучшить качество передачи сигналов, что важно для радиостанций, работающих в условиях высокой электромагнитной нагрузки.

Кроме того, полимерные материалы могут использоваться для создания термоусадочных трубок и защитных оболочек, которые обеспечивают дополнительную защиту волноводов от механических повреждений и внешних факторов.

Полимерные волноводы могут быть легко формованы и обработаны с использованием современных технологий, таких как 3D-печать. Это позволяет создавать сложные детали со сложной геометрией и оптимизировать конструкции под конкретные условия эксплуатации [3].

Несмотря на перспективы изготовления волноводов из полимеров, актуальной задачей остается создание проводящего слоя металла на внутренней поверхности волновода.

Существуют несколько методов позволяющих нанести тонкий слой металла внутри распечатанного на 3D принтере волновода:

Химическое осаждение из паровой фазы (CVD) позволяет создавать тонкие металлические пленки толщиной несколько микрон. Химический способ довольно часто используется для получения высококачественных покрытий.

Лазерная наплавка — это возможность использование лазера для плавления металла и его нанесения на поверхность волновода.

Электролитическое осаждение — это метод, при котором металлические ионы из раствора осаждаются на поверхности проводящих элементов (рисунок 7) [5].

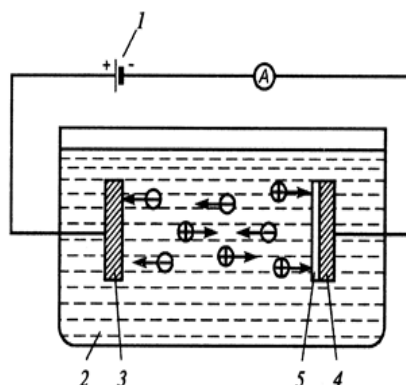


Рисунок 7 – Схема процесса электроосаждения металлов:
1 – источник тока; 2 – электролиты; 3 – анод; 4 – катод; 5 – металл

Поиск оптимального способа и параметров процесса металлизации внутренней поверхности волноводов, исходя из обеспечения качественной передачи сигнала, является задачей для дальнейшего исследования.

Применение полимерных материалов в изготовлении волноводов для судовых радиостанций выявляет ряд значительных преимуществ, которые могут существенно повысить эффективность и надежность радиосистем на судах. Полимеры, благодаря своей легкости, коррозионной стойкости и возможностям к модификации, позволяют создавать более компактные и гибкие конструкции, что особенно важно в ограниченных пространствах судна.

Таким образом, использование полимерных материалов в волноводах для судовых радиостанций является перспективным направлением для исследования, позволяющим улучшить характеристики связи и продлить срок службы оборудования.

Список литературы:

1. Полухин Ю. Н. Цилиндрические волноводы учебное пособие: Куйбышев 1973, 70 с.
2. ГОСТ 20900-2014 Трубы волноводные медные и латунные прямоугольные. Технические условия //Межгосударственный стандарт: Москва Стандартинформ 2015, 20 с.
– URL: <https://almet.ru/images/docs/gosts/gost-20900-2014.pdf?ysclid=ma5qrzlv1e394683745> (дата обращения 19.04.2025)
3. Мельникова М.А. Полимерные материалы: свойства, практическое применение Учебное пособие: Благовещенск 2013, 87 с.
4. Сутягин В. М. Общая химическая технология полимеров: 2023, 207 с.
5. Гамбург Ю. Д. Теория и практика электроосаждения металлов: Учебное пособие 2020, 438 с.