

7. Kim V.L., Andreev S.A., Merkulov S.V. Installation for researching medical electrode // Proceedings of the XV Russia-Korea Conference on Science and Technology. – Ekaterinburg, 2014. – P. 120–123.
8. DE Patent 1997/19531386 A1 Evaluation circuit for thick film pressure sensor for ohmic measuring bridge / Hilberer E.
9. Проектирование с использованием процессоров Analog Devices [Электронный ресурс] – Режим доступа: https://kit-e.ru/articles/elcomp/2010_03_52.php
10. ЦАП (Цифро-аналоговый преобразователь) [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://ru.bmstu.wiki/>

АЛЬТЕРНАТИВА ПОЛУЖЕСТКИМ РАДИОЧАСТОТНЫМ КООКСИАЛЬНЫМ КАБЕЛЯМ

А.П. Леонов, М.А. Муравьев
Национальный Томский политехнический университет
E-mail: mam44@tpu.ru

ALTERNATIVE TO SEMI-FREQUENCY RADIO FREQUENCY COAXIAL CABLES

A.P. Leonov, M.A. Muravyev
National Research Tomsk Polytechnic University

***Annotation.** The article provides information about the advantages of using a radio-frequency coaxial cable with a tin-plated outer conductor and the prospects for its development.*

Радиочастотные коаксиальные кабели широко применяются в разных областях радиоэлектроники и радиотехники, системах передачи информации и управления: от передачи телевизионных сигналов до передачи и распределения высокочастотной энергии передающих антенн в широком диапазоне частот. Коаксиальное расположение проводников обеспечивает высокую надежность конструкции кабеля.

Одним из важнейших конструктивных элементов радиочастотного коаксиального кабеля является внешний проводник, который служит многим целям:

- выполняет роль элемента, определяющего распределение электрического и магнитного поля в пространстве кабеля;
- является силовым элементом конструкции кабеля (защищает от внешнего воздействия);
- является одним из определяющих элементов важнейшего эксплуатационного и монтажного параметра кабеля – гибкости.

Радиочастотные коаксиальные кабели по гибкости разделяются на следующие группы [1]:

- полужесткие кабели;
- полугибкие кабели;
- гибкие и особо гибкие кабели.

К полужестким кабелям относятся кабели с внешним проводником в виде сплошной трубки или гофры. Такой вариант конструкции внешнего проводника позволяет обеспечить низкие потери, высокое экранное затухание и стабильность волнового сопротивления по всей длине кабеля. Одним из главных недостатков данного типа кабеля, это его гибкость. Для формования и монтажа кабеля в аппаратуре, требуется специальный сгибающий инструмент.

В гибком и особо гибком кабеле в качестве внешнего проводника используется одинарная и двойная оплетка, а также комбинация металлизированной фольги и оплетки. За счет взаимной подвижности всех элементов конструкции обеспечивается

необходимая гибкость кабеля, при этом электрические характеристики таких кабелей ухудшаются, из-за увеличенных активных потерь в проволоках оплетки [1,2].

Полужесткие и гибкие конструкции кабелей использовались на протяжении многих лет, однако с развитием радиоэлектроники, электротехники и машиностроения, сформировалась потребность в альтернативе данному кабелю, обладающего большей гибкостью и возможностью фиксации формы.

Решением данного вопроса стали, так называемые, кабели ручной формовки (hand-formable cable), появившиеся за рубежом в эпоху развития сотовой связи, как более экономичная и технологичная альтернатива полужестким кабелям.

Уникальным конструктивным элементом данного типа кабеля, отличающего его от всех остальных, является внешний проводник, который выполнен в виде оплетки из круглых проволок, покрытой расплавом олова. Благодаря технологии нанесения оловянированного покрытия, расплав проводящего олова заполняет межпроволочное пространство в оплетке, тем самым обеспечивает приближение по своим электрическим и механическим параметрам к кабелю со сплошной цилиндрической трубкой.

Одним из преимуществ оловянированных кабелей в сравнении с полужесткими кабелями, это способность формоваться на малый радиус изгиба без помощи специального формовочного инструмента и повышенная механическая стойкость. Данные кабели способны выдержать в нормальных климатических условиях до 50 циклов изгибов, а также обеспечить фиксированный изгиб радиусом от 6 до 8 мм без повреждения внешнего проводника и ухудшения электрических характеристик.

Также перспективным направлением развития оловянированных кабелей является применение в оплетке внешнего проводника медно-посеребряной проволоки.

В высокочастотном диапазоне частот в результате возникновения «скин-эффекта» [2] происходит вытеснение тока на внутреннюю поверхность внешнего проводника, поэтому удельное электрическое сопротивление материала покрытия проволоки будет определять величину потерь в кабеле. Чем выше частота и меньше габариты кабеля, тем больше влияние электрических свойств материала покрытия проволоки.

Применение покрытия из олова в существующей конструкции кабеля позволяет повысить коррозионную стойкость и надежность кабеля [3], но из-за высокого удельного электрического сопротивления потери в кабеле больше, чем у кабеля с медной или медно-луженной проволокой. Использование покрытия проволоки из серебра позволяет увеличить коррозионную стойкость и надежность кабеля, а также улучшает электрические характеристики оловянированного кабеля.

За счет применения разных проволок в конструкции внешнего проводника, появляется возможность выбрать конструкцию оловянированного кабеля, которая позволяет обеспечить предъявляемые ей требования по электрическим параметрам, рабочей температуре или стоимости кабельного изделия.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Хренков Н.Н., Лобанов А.В. Радиочастотные кабели. – М.: Де'Либри, 2019. – 344 с.
2. Ефимов И.Е., Останькович Г.А. Радиочастотные линии передачи. Радиочастотные кабели. – М.: Издательство «Связь», 1977. – 408 с.
3. Данцлер А.А., Хренков Н.Н. Уточнение коэффициента покрытия высокочастотных биметаллических проводников // Электричество. – 1988. – № 4. – С. 81–84.