

# КОМПЛЕКСНЫЙ ПОДХОД К ЭКРАНИРОВАНИЮ РАДИОЭЛЕКТРОННОЙ АППАРАТУРЫ

Кузнецов Д.В., Медведь И.В., Фиканюк Т.А.

Научный руководитель: канд. техн. наук, доц. Харланов А.И.

Академия военно-морских сил им. П.С. Нахимова, Украина

E-mail: kuznet-1972@rambler.ru

**Аннотация** — Рассмотрены способы экранирования радиоэлектронной аппаратуры от мощных электромагнитных излучений. Приведены расчеты эффективности экранирования для различных материалов экрана.

## 1. Введение

В мире, наряду с бурно развивающейся техникой, все острее становится проблема формирования электромагнитной обстановки, обеспечивающей нормальное функционирование электронных устройств. Одним из путей решения этой проблемы является экранирование электромагнитных волн. Экранирование позволяет решать задачи: защиты радиоэлектронных средств (РЭС), защиты информации, электромагнитной совместимости, защиты персонала и обеспечения благоприятной экологической обстановки вокруг работающих РЭС.

## 2. Основная часть

Под экранированием понимается как защита приборов, так и локализация излучения каких-либо средств, препятствующая проявлению этих излучений в окружающей среде. В любом случае эффективность экранирования — это степень ослабления составляющих электромагнитного поля, определяемая как отношение действующих значений напряженностей электрического (магнитного) полей в данной точке пространства, при отсутствии  $E(H)$  и наличии  $Eэ(Hэ)$  экрана. Для электрически герметичного экрана эффективность экранирования электромагнитного поля согласно [1] равна

$$A = \frac{E}{Eэ} = \frac{H}{Hэ} = e^{-\frac{d}{\delta}} = e^{-\frac{d}{\delta} \frac{377}{4\sqrt{2\pi f \mu_r}}}} = e^{-0,52 \sqrt{\frac{\rho}{\mu_r f}} \frac{377}{4\sqrt{2\pi f \mu_r}}},$$

где  $d$  — толщина экрана, м;  $\delta$  — эквивалентная глубина проникновения, м;  $\rho$  — удельное сопротивление материала экрана, Ом/м;  $\mu_r$  — относительная магнитная проницаемость;  $\sigma$  — удельная проводимость материала экрана, См/м;  $f$  — частота, Гц.

На практике, ввиду невозможности создания абсолютно электрически герметичного экрана, эффективность экранирования рассчитывают, учитывая линейные размеры, конфигурацию, наличие отверстий и материал экрана по формуле

$$A_{E(H)} = \sqrt{\frac{\delta}{\rho}} Z_{E(H)} \sqrt[3]{\frac{\lambda}{R_e}} e^{-\frac{2\pi d}{m}} \left(1 - \frac{\pi m}{\lambda}\right)^6,$$

где:  $\delta$  — эквивалентная глубина проникновения, м;  $\rho$  — удельное сопротивление материала экрана, Ом/м;  $Z_{E(H)}$  — волновое сопротивление электрического (магнитного) поля, Ом;  $R_e$  — эквивалентный радиус экрана, м;  $m$  — наибольший размер отверстия, м;  $d$  — толщина экрана, м;  $\lambda$  — длина волны, м.

Исходя из этого, эффективность экранирования в зависимости от частоты экранируемого поля для экранов, выполненных из стали (Ac), меди (Am),

электротехнической стали (Aec) и пермаллоя (Ap) в (Дб) представлена на рис.1.

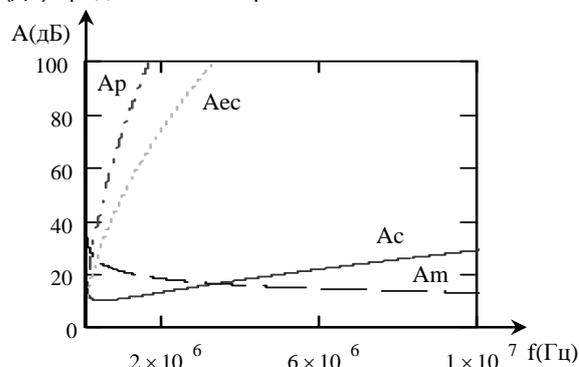


Рис. 1

Наиболее приемлемыми для применения являются экраны, изготовленные из металлических материалов. Они выбираются из условий достижения заданной величины ослабления электромагнитного поля, при соответствующих ограничениях размеров, устойчивости против коррозии и механической прочности. Недостатком их являются дороговизна материала и низкая технологичность. Применение многослойных экранов позволяет достигать максимального экранирующего действия и достижения минимальных потерь, вносимых в экранируемые узлы, правда при соответствующем утяжелении и удорожании конструкции. В экранировании отверстий и каналов применяются металлические сетки, имеющие меньшую эффективность, но обеспечивающие вентиляцию и светопроницаемость.

## 3. Заключение

Таким образом, рассмотрев различные материалы и способы экранирования РЭА, можно прийти к выводу, о том, что не существует однозначного метода, удовлетворяющего всем требованиям по защите аппаратуры. К защите надо подходить комплексно, используя все преимущества и стараясь исключить недостатки различных методов.

## 4. Список литературы

- [1] Винников В.В. Основы проектирования РЭС. Электромагнитная совместимость и конструирование экранов / В.В. Винников. — СПб: Северо-западный технический университет, 2006. — 174 с.

## COMPREHENSIVE APPROACH TO THE SHIELDING OF THE RADIOELECTRONIC EQUIPMENT

Kuznetsov D.V., Medved I.V., Fikanjuk T.A.

Scientific adviser: Kharlanov A.I.

Naval Academy named after P.S. Nakhimov, Ukraine

**Abstract** — The methods of the shielding of the electronic equipment from a strong electromagnetic radiation are considered. The calculations of a shielding effectiveness for various shields' materials are presented.