

1.6 Формулы расчета эффективности экранов (сплошных, с перфорацией, сетчатых, из тонких материалов, из токопроводящей краски)

1.6.1. Эффективность металлического сплошного экрана рассчитывается по формуле из книги [5, с. 139]:

$$\mathcal{E}_{\text{экр}} = (\delta \cdot Z / \rho)^{1/2} \cdot (\lambda / R_э)^{1/3} \cdot (1 - \pi \cdot m / \lambda)^6 \cdot \exp(2\pi \cdot d / m), \quad (18)$$

где $\mathcal{E}_{\text{экр}}$ - эффективность экранирования (по электрической составляющей ЭМП, магнитной составляющей ЭМП, или по плотности потока энергии);

δ - глубина проникновения (расстояние, на котором напряженность поля уменьшается в $e = 2,73$ раза), м;

Z - волновое сопротивление электромагнитного поля, Ом;

ρ - удельное сопротивление материала экрана, Ом · м;

λ - длина волны ЭМП, м;

$R_э$ - эквивалентный радиус экрана, м;

d - толщина металлического листа экрана, м;

m - наибольший размер технологических отверстий (щелей), м.

Глубина проникновения δ вычисляется по формуле (19), где параметры ρ и μ принимаются по таблице 4.

$$\delta = 0,52 \sqrt{\frac{\rho}{\mu f_M}} = 0,03 \sqrt{\frac{\lambda \cdot \rho}{\mu}}, \quad (19)$$

где μ - относительная магнитная проницаемость материала экрана (таблица 2.2);

f_M - частота колебаний электромагнитного излучения, МГц;

λ - длина волны ЭМП, м.

Таблица 4 – Характеристики материалов экранов

Материал	Удельное сопротивление ρ , Ом · м	Относительная магнитная проницаемость
Алюминий	$0,28 \cdot 10^{-7}$	1
Медь	$0,17 \cdot 10^{-7}$	1
Сталь	$1,5 \cdot 10^{-7}$	150

Волновое сопротивление Z имеет различное значение для электрической и магнитной составляющих поля, поэтому в формуле (18) при определении эффективности экрана по электрической составляющей нужно подставлять волновое сопротивление $Z = Z_E$, по магнитной составляющей $Z = Z_H$, по плотности потока энергии $Z = Z_0$.

Волновое сопротивление Z_E определяется выражением

$$Z_E = \frac{Z_0 \lambda}{2\pi R_э} \text{ при } \frac{2\pi R_э}{\lambda} \ll 1, \quad (20)$$

в остальных случаях $Z_E = 377 \text{ Ом}$,
 где Z_0 - волновое сопротивление воздуха, $Z_0 = 377 \text{ Ом}$.
 Волновое сопротивление Z_H определяется выражением

$$Z_H = \frac{2\pi R_э}{\lambda} Z_0. \quad (21)$$

для экрана прямоугольной формы

$$R_э = 0,62 (V_{экр})^{1/3}, \quad (22)$$

где $V_{экр}$ - внутренний объем экрана, м^3 .

1.6.2. Эффективность металлического экрана с перфорацией (отверстиями) рассчитывается по формуле из книги [5, с. 139]:

$$\mathcal{E}_{экр.п} = (\delta Z/\rho)^{1/2} \cdot (\lambda/R_э)^{1/3} \cdot (1 - D/\alpha_{ц})^2 \cdot (1 - \pi m/\lambda)^6 \cdot \exp(2\pi d/m), \quad (23)$$

где $\alpha_{ц}$ - расстояние между центрами отверстий перфорации или щелей в экране, м;

D - диаметр отверстий перфорации, м;

Формула (23) применима для широкого диапазона волн пока $\lambda > \pi \lambda$. При $\lambda \rightarrow \pi \lambda$ множитель $(1 - \pi m/\lambda)^6$ резко уменьшается и эффективность экрана становится незначительной.

1.6.3. Эффективность сетчатых экранов вычисляется по формуле

$$\mathcal{E}_{экр.с} = \left(d_э \cdot \frac{Z_0}{\rho} \right)^{1/2} \cdot \left(\frac{\lambda}{R_э} \right)^{1/3} \cdot \left(1 - \pi \frac{m}{\lambda} \right)^6 \cdot \exp\left(\frac{\pi \cdot d_s}{S - d_s} \right), \quad (24)$$

где $d_э$ - эквивалентная толщина сетки, м,

$$d_э = \frac{\pi \cdot d_s^2}{4S}, \quad (25)$$

где d_s - диаметр провода сетки, м;
 S - шаг сетки, м.

Для обеспечения эффективности сетчатого экрана его эквивалентная

толщина d_3 должна быть не менее, чем в π раз больше глубины проникновения электромагнитного поля δ , то есть

$$d_3 > \pi \delta.$$

1.6.4. Эффективность экранов, изготовленных из электрически тонких материалов, в том числе с металлизированными поверхностями, определяется выражением [5, с. 140]:

$$\mathcal{E}_{\text{экр.т}} = 1,25\pi \cdot (d \cdot Z/\rho)^{1/2} \cdot (\lambda/R_3)^{1/3} \cdot (1 - \pi m/\lambda)^6. \quad (26)$$

За толщину экрана d принимается толщина нанесенного слоя металла. Для обеспечения эффективности экрана толщина должна быть больше 3δ .

1.6.5. Эффективность экранирования токопроводящей краской, нанесенной на экраны, кабины и т.п. изготовленных из диэлектрических материалов (дерева, пластмассы), вычисляется по формуле из книги [5, с. 140]:

$$\mathcal{E}_{\text{экр.кр}} = 1,25\pi(Z/R_0)^{1/2} \cdot (\lambda/R_3)^{1/3} \cdot (1 - \pi m/\lambda)^6, \quad (27)$$

где R_0 - поверхностное сопротивление краски, Ом.

Для лака 9-32 и 300%-ного карандашного графита марки КГБ, поверхностное сопротивление примерно равно 7-7,5 Ом при толщине покрытия 0,15-0,17 мм и 5-6 Ом - при толщине покрытия 0,20-0,21 мм.