

**Л.А. Ковригин, Н.А. Ситчихин**

Пермский национальный исследовательский  
политехнический университет

## **ИССЛЕДОВАНИЕ ЭКРАНИРУЮЩИХ СВОЙСТВ ПЛЕТЕНОК В СТАЦИОНАРНОМ ЭЛЕКТРИЧЕСКОМ ПОЛЕ**

*Рассмотрены экранирующие свойства плетенок из медной проволоки, покрытой серебром, и облегченных плетенок из микшурных водорастворимых нитей, и медной круглой проволоки, покрытой серебром, смоделировано проникновение электрического поля внутрь плетенки, вычислен коэффициент экранирования.*

Проблема помехозащищенности электротехнических и радиоэлектронных устройств требует самого пристального внимания, так как неверный выбор схемы подключения, неправильный метод разводки кабелей, ошибка проектирования системы заземления и экранирования могут вызвать полный отказ или сбои в работе системы, нарушить ее безопасность. Применение относительно несложных и недорогих методов защиты от помех поможет решить эту проблему.

Экранирование – надежное конструктивное средство, позволяющее ослабить любые излучения. Экранирование может быть выполнено с применением металлических экранов, с помощью напыления проводящего материала на внутреннюю поверхность корпусов, путем экранирования проводов.

В электроприборах защиту кабелей и проводов от взаимного влияния, от влияния внешних полей и защиту элементов схемы от влияния помех, исходящих от кабеля, производят с помощью экранирования металлическими экранами.

Металлический экран уменьшает энергию электромагнитных волн при помощи либо поглощения этой энергии проводящей средой, либо при помощи отражения энергии в месте границы двух сред. Материал экрана должен обеспечивать максимальную защиту и ослабление электромагнитного поля помех, тип материала выбирается в зависимости от того, является ли поле помех магнитным или электрическим. Магнитные

материалы защищают от электромагнитной энергии, а проводники (например, медь и алюминий) имеют хорошую отражающую способность и защищают от электрических полей помех [1–2].

Для экранирования проводов в электроприборах применяется плетенка ПМЛ (рис.1), соответствующая ТУ 4833-002-08558606-95.



Рис. 1. Внешний вид плетенки ПМЛ

Эффективность экранирования учитывают коэффициентом экранирования  $\mathcal{E}$ , представляющим собой отношение напряженностей электромагнитного поля в какой-либо точке экранированного пространства при наличии экрана ( $E_{\mathcal{E}}$  и  $H_{\mathcal{E}}$ ) к напряженности поля в этой же точке без экрана ( $E$  и  $H$ ) [2]:

$$\mathcal{E} = \frac{E_{\mathcal{E}}}{E} \quad \text{или} \quad \mathcal{E} = \frac{H_{\mathcal{E}}}{H}.$$

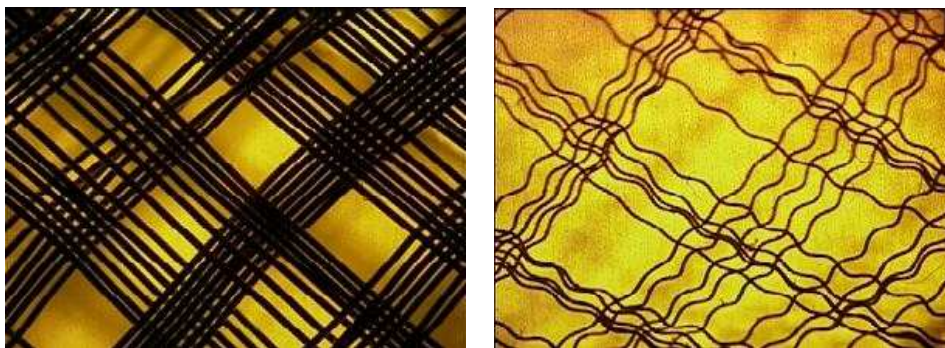
Коэффициент экранирования  $\mathcal{E}$  может находиться в пределах от 0 (полное экранирование) до 1 (отсутствие действия экрана) [3].

Наиболее часто применяемые плетенки марки ПМЛОС (плетенка из медной проволоки, покрытой серебром) сейчас заменяются плетенками ПСКС (плетенка спиральная из мишурных нитей на основе водорастворимых нитей и медной круглой проволоки, покрытой серебром), которые имеют меньший вес.

Внешний вид плетенок под микроскопом показан на рис. 2. Плетенка марки ПМЛОС имеет следующие характеристики: количество пасм – 24; количество проволок в пасме – 7; диаметр одной проволоки – 0,12 мм. У плетенки марки ПСКС: количество пасм – 22; количество проволок в пасме – 5; диаметр одной проволоки – 0,06 мм.

Моделирование электрического поля, проникающего в проводник, защищенный плетенкой, произведено в многоцелевом конечно-элементном пакете *Ansys* версии 12.0. Построение модели осуществ-

лено в системе моделирования «Компас» версии 11 и импортировано в *Ansys*. На рис. 3 показаны расположение плетенки ПМЛЮС на проводе диаметром 8 мм и внешний источник. Потенциал экрана равен нулю, на влияющий провод подано постоянное напряжение 250 В.



*a*

*б*

Рис. 2. Внешний вид плетенки под микроскопом: *a* – плетенка ПМЛЮС; *б* – плетенка ПСКС

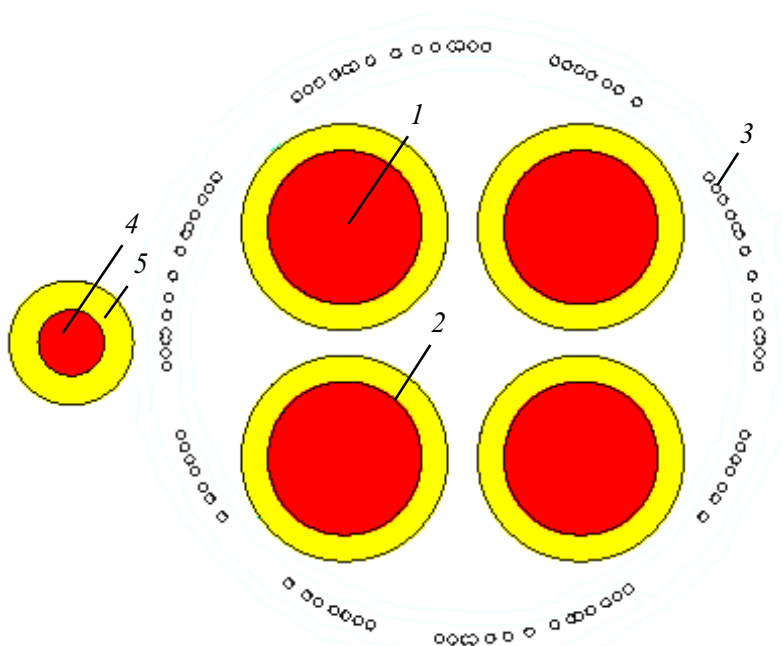


Рис. 3. Схема расположения проводов: 1 – токопроводящая жила, скрученная из медных посеребрённых проводов; 2 – изоляция из фторопластовой пленки; 3 – плетенка из медных лужённых оловом проводов; 4, 5 – токопроводящая жила и изоляция из фторопластовой пленки влияющего провода

На рис. 4 показано распределение потенциала пленки ПМЛОС; на рис. 5 – пленки ПСКС. На рис. 4 видно, что при использовании пленки ПМЛОС наблюдается слабое проникновение электрического поля в экран. Коэффициент экранирования

$$\Theta = \frac{30}{250} = 0,12.$$

На рис. 6 видно, что при использовании пленки ПСКС наблюдается проникновение электрического поля в экран большее, чем у пленки ПМЛОС. Коэффициент экранирования

$$\Theta = \frac{60}{250} = 0,24.$$

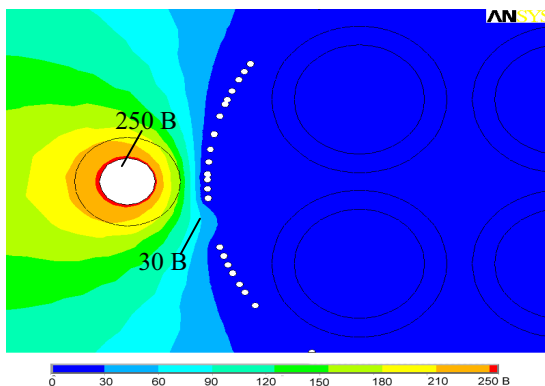


Рис. 5. Распределение напряжения электрического поля для пленки ПМЛОС

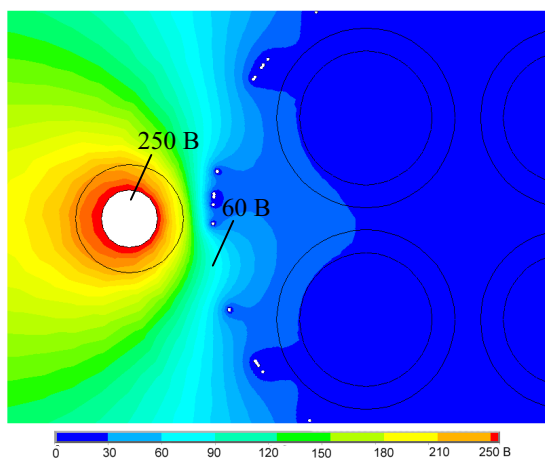


Рис. 6. Распределение напряжения электрического поля для пленки ПСКС

### **Вывод**

Экранирующие свойства плетенки ПМЛОС 6×10 больше в 2 раза, чем у плетенки ПСКС 6×10. Коэффициент экранирования плетенки ПМЛОС 6×10  $K_{\text{экр}} = 0,12$ , плетенки ПСКС 6×10  $K_{\text{экр}} = 0,24$ . Необходимо увеличить плотность плетения плетенки ПСКС 6×10.

### **Библиографический список**

1. Экранирование проводов и кабелей (ПМЛ – провод). – URL: [http://www.rt-kabel.ru/stat/ekranirovanie\\_provodov\\_i\\_kabeley/](http://www.rt-kabel.ru/stat/ekranirovanie_provodov_i_kabeley/).
2. Шапиро Д.Н. Электромагнитное экранирование. – Долгопрудный: Интеллект, 2010. – 120 с.
3. Белоруссов Н.И. Электрические кабели и провода (теоретические основы кабелей и проводов, их расчет и конструкции). – М.: Энергия, 1971 . – 512 с.

Получено 05.09.2012