

А.Ю. Воробьев, генеральный директор ЗАО «НПО Энергоформ»,  
г. Москва, Российская Федерация

## **ИНДИВИДУАЛЬНЫЕ ЭКРАНИРУЮЩИЕ КОМПЛЕКТЫ ДЛЯ ЗАЩИТЫ ОТ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ИЗЛУЧЕНИЙ РАДИОЧАСТОТНОГО ДИАПАЗОНА**

Большинство мощных радиопередающих установок, таких как антенны сотовой и спутниковой связи, теле- и радиопередающие устройства, радиолокаторы, по данным многочисленных медико-биологических исследований являются источником биологически активного электромагнитного излучения. Обслуживание и ремонт этих устройств в силу ряда технических и экономических причин на практике часто выполняются персоналом вблизи приёмо-передающих антенн без прерывания нормального функционирования систем. По имеющимся данным в этих случаях велик риск развития у персонала, обслуживающего указанные установки, ряда серьезных патологий, в том числе, злокачественные опухоли, серьезные функциональные расстройства жизненно важных органов и систем организма человека.

Важным фактором является накопление биологического эффекта в условиях ежедневного, длительного, многолетнего воздействия на человека электромагнитных излучений, обусловленных производственными факторами.

Перечисленные обстоятельства заставляют относить электромагнитные излучения радиочастотного диапазона к опасным и вредным производственным факторам.

Изучение сложнейших процессов, происходящих в организме человека под воздействием электромагнитных полей, займет еще не одно десятилетие, в то время как защита от этого фактора тем, кто подвергается его воздействию ежедневно, нужна сегодня. Сомнений нет - при уровнях, превышающих допустимые значения, негативное воздействие электромагнитных полей есть, и от него надо защищаться. Решение проблемы сводится к тому, чтобы создать эффективное, удобное в эксплуатации и, вместе с тем, простое средство защиты.

Среди всего многообразия средств защиты от электромагнитных полей (ограничение времени работы вблизи источника поля, увеличение расстояния между источником поля, применение стационарных экранов и т. п.), с точки зрения обеспечения достаточного защитного эффекта, при одновременном удобстве и простоте в эксплуатации, наиболее оптимальными являются индивидуальные экранирующие комплекты. Важным преимуществом является возможность использования таких комплектов как специальной рабочей одежды с необходимыми элементами индивидуальной защиты. Реализация этого преимущества на практике дает возможность существенно упростить производственный процесс с точки зрения обеспечения персонала средством индивидуальной защиты, в котором можно выполнять работы по обслуживанию функционирующего оборудования без риска негативного воздействия полей на организм в течение всего рабочего дня.

Такой подход был взят на вооружение московской фирмой ЗАО «НПО Энергоформ», которая разработала и в настоящее время серийно выпускает индивидуальные экранирующие комплекты нового поколения. Они лишены недостатков своих предшественников, о чем свидетельствует опыт эксплуатации около 1000 этих изделий, выпущенных к концу 2004 года.

**Экранирующие комплекты типа Эи-2** (рис. 1) предназначены для исключения вредного воздействия электромагнитного поля радиочастот на организм пользователя. Они создают замкнутую оболочку (индивидуальную клетку Фарадея) с эффективными проводящими уплотнениями в соединительных швах, а также между элементами комплекта, затрудняющими проникновение электромагнитного поля радиочастот внутрь экранированного пространства.



Рис. 1. Экранирующий комплект типа Эи-2

Экранирующий комплект Эи-2 представляет собой полностью замкнутую пространственную конструкцию, препятствующую проникновению излучения, вредного для биологических объектов.

Эффективность непрерывного экрана для электромагнитного поля (ЭМП) определяется формулой:

$$A_s = 20 \lg E1/E2 \quad (1)$$

где  $E1$  – напряженность первичного поля, падающего на экран;

$E2$  – напряженность ЭМП, прошедшего через экран.

Поле  $E1$ , проходя через экран, затухает при отражении на внешней границе экрана, затем поглощается материалом экрана и затухает при отражении на внутренней границе. Известно, что затухание при отражении определяется волновым и поверхностным сопротивлением экрана, его формой и формой падающей на него волны, наличием микронеровностей и коррозионного покрытия на поверхности, что вызывает значительные трудности для его расчёта. На практике для его оценки используют формулу, полученную для отражения плоской волны от плоской поверхности экрана:

$$A_{э0} = 108 + 10 \lg \sigma_{п \text{ отн}} / \mu_{отн} * f_i \quad (2)$$

где  $\sigma_{п \text{ отн}}$  – электропроводность материала экрана относительно меди;

$\mu_{отн}$  – относительная магнитная проницаемость (для железа и стали равна 1000, для алюминия и меди равна 1);

$f_i$  – частота ЭМП, МГц.

На частотах свыше 300 МГц преобладает затухание за счет поглощения. Оно характеризуется толщиной скин-слоя, то есть, глубиной проникновения ЭМП в материал, при котором его напряженность уменьшается в  $e$  раз. Толщина скин-слоя не зависит от типа падающей волны, а определяется электромагнитными свойствами материала экрана. Затухание при поглощении можно определить по формуле:

$$A_{\text{эл}} = 0,132t_3 (\sigma_{\text{п отн}}/\mu_{\text{отн}} * f_i)^{1/2} \quad (3)$$

где  $t_3$  – толщина экрана, мкм.

Однако, как показывает анализ экранов, подавляющее большинство из них имеют разного рода щели, отверстия, стыки сопрягаемых деталей конструкции, диэлектрические прокладки и т.д. При этом нарушается непрерывность экрана, существенно уменьшается его эффективность, что даёт ЭМП возможность на определенных частотах проникать через такие экраны.

Так как форма экранов, отверстий, щелей, их направлений в экранах достаточно неопределённые и сложны, то оценка экранирующих свойств представляет значительные трудности, особенно при математических расчётах.

Экранирующий комплект Эи-2 изготовлен из специальной экранирующей ткани, выполненной по технологии гальванического нанесения электропроводящего слоя на тканевую основу. Ткань, выполненная по данной технологии, обладает не только высокими электрической проводимостью и коэффициентом экранирования в широком диапазоне частот, но и хорошими воздухопроницаемостью и стойкостью к истиранию в течение длительного срока эксплуатации при внешних механических воздействиях.

Конструктивное отличие Эи-2 от экранирующих комплектов, которые предназначены для защиты от вредного воздействия электрического поля промышленной частоты, применяющихся, например в электроэнергетике, при эксплуатации установок высокого и сверхвысокого напряжения, состоит в том, что все элементы соединены между собой гальванически не при помощи контактных выводов, а поверхностями концевых участков одежды, перчаток и обуви (манжет рукавов и перчаток, голенищ ботинок, низа брюк комбинезона, шейной части экранирующего головного убора). Кроме того, шлем комплекта (рис. 2) снабжен специальными электропроводящими клапанами для исключения проникновения ЭМП через зазоры между экранирующей тканью и лицевым экраном. Благодаря этому отличию и достигается эффективное экранирование от поля высоких частот.



Рис. 2. Экранирующий головной убор (шлем) комплекта Эи-2

Комплекты Эи-2 выполнены по ТУ-8572-003-49352590-2001, разработанными ЗАО «НПО Энергоформ». В состав комплекта входят следующие элементы:

- экранирующий комбинезон;
- экранирующий головной убор (шлем) с экраном для лица;
- экранирующие трикотажные перчатки;
- кожаные экранирующие ботинки;
- пояс с монтерской сумкой для инструментов.

**Экранирующие комплекты типа Эи-2 имеют следующие технические характеристики (защитные свойства):**

Коэффициент экранирования электромагнитного поля комплектом, включая головной убор с экраном для лица, дБ, не менее:

40-80 МГц	15
80-300 МГц	25
300-22000 МГц	30
сопротивление экранирующей одежды, Ом, не более	10
сопротивление экранирующих перчаток, Ом, не более	30
сопротивление экранирующей обуви, Ом, не более	500

### **В заключении коротко об испытаниях экранирующих комплектов.**

Испытаниям экранирующих комплектов всех типов предшествуют испытания экранирующих тканей. Дополнительно проводится токсикологическая оценка с целью подтверждения нетоксичности тканей, определяются гигиенические свойства, а также стойкость к истиранию, разрывная нагрузка, другие механические характеристики.

Типовые испытания комплектов Эи-2 проводятся в безэховой экранированной камере (рис. 3). При этом комплект, надетый на манекен, подвергается воздействию электромагнитного излучения от мощного источника (генератора) с регулируемой частотой излучения. Приемные антенны, подключенные через экранированный соединительный кабель к измерительному устройству, размещаются на манекене под комплектом на уровне груди и под экраном для лица. Далее приемные антенны настраиваются на частоту источника и при помощи измерительного устройства фиксируется ослабление электромагнитного поля комплектом в диапазоне частот от 0,1 МГц до 22 ГГц с переменным шагом (рис. 4).



Рис. 3. Испытания экранирующих комплектов Эи-2

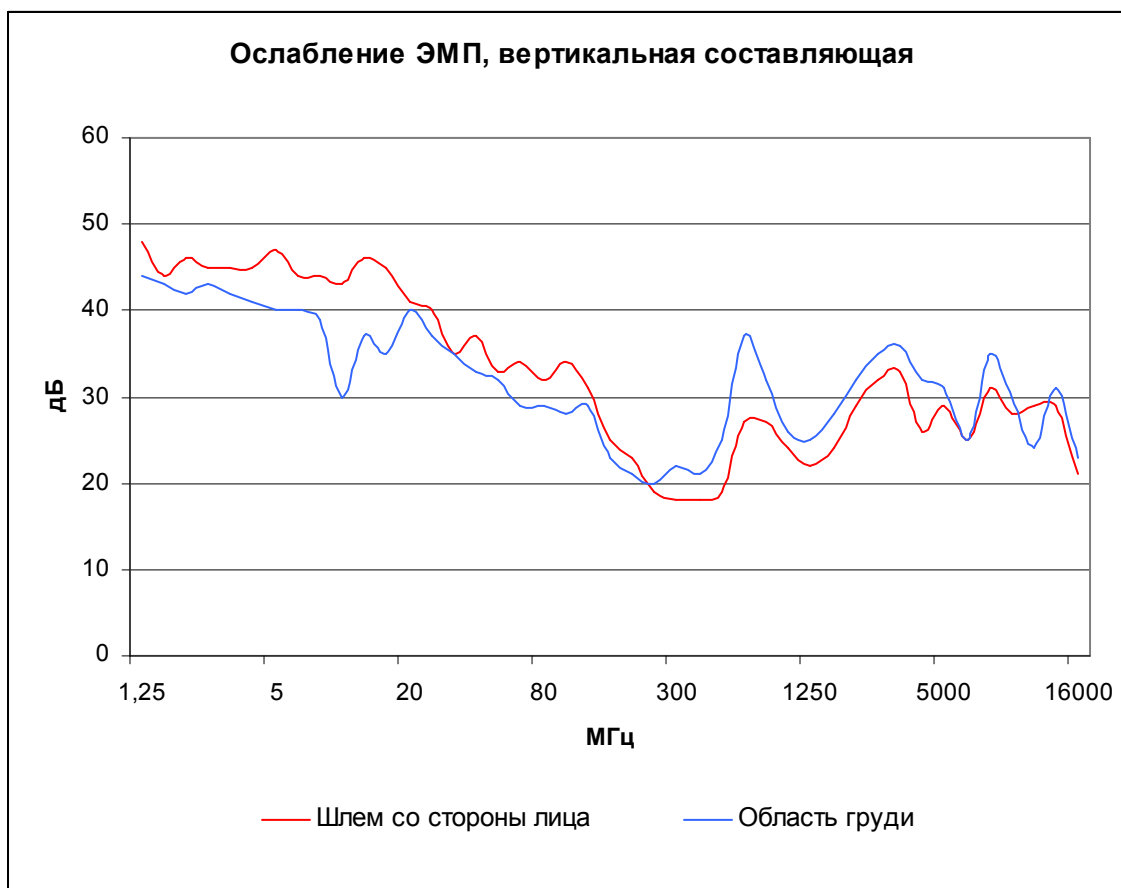


Рис. 4. Значения измеренных параметров защитных свойств экранирующего комплекта Эи-2, приёмные антенны - внутри костюма в области головы со стороны лица и в области груди.

В ходе производственного цикла каждый комплект, включая все его элементы, подвергается приемо-сдаточным испытаниям посредством измерения его электрического сопротивления. Такие испытания в соответствии с инструкцией по эксплуатации необходимо периодически повторять в процессе эксплуатации комплектов для подтверждения соответствия их защитных свойств установленным требованиям.

На сегодняшний день по результатам испытаний и оценок выпускаемые ЗАО «НПО Энергоформ» индивидуальные экранирующие комплекты Эи-2 сертифицированы Органом по сертификации средств индивидуальной защиты Госстандарта России. На комплекты получено санитарно-эпидемиологическое заключение Департамента Госсанэпиднадзора Минздрава РФ.