

КОМПЛЕКСНОЕ ЭКРАНИРОВАНИЕ АЛЬТЕРНАТИВНОЙ ИЗМЕРИТЕЛЬНОЙ ПЛОЩАДКИ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ СПЕЦИАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ

И.С. Антясов, Н.И. Войтович, А.Н. Соколов

Проанализированы особенности построения альтернативных измерительных площадок для выполнения требований по затуханию внутренних электромагнитных излучений и экранированию от внешних электромагнитных помех. Рассмотрено комплексное экранирование альтернативной измерительной площадки для проведения специальных исследований технических средств, которое включает три этапа: экранирование, радиопоглощение и применение радиочастотных фильтров. Исследованы принципы экранирования и радиопоглощения электромагнитных волн. Проведен анализ и выбор оптимальных экранирующих материалов. Проанализированы особенности экранирования для создания целостного контура защиты от промышленных электромагнитных излучений. Выполнен расчет глубины проникновения электромагнитного поля в материал экрана, эквивалентной толщины сетчатого материала и эффективности экранирования выбранного сетчатого материала в диапазоне частот. Проведен обзор радиопоглощающих материалов с учетом их преимуществ и недостатков. Показано, что предпочтительнее использовать композитные радиопоглощающие материалы, так как они более широкополосные и имеют меньшую массу и габариты.

Ключевые слова: измерительная площадка; канал утечки информации; коэффициент стоячей волны (КСВ), побочные электромагнитные излучения и наводки (ПЭМИН); радиопоглощение; радиопоглощающий материал (РПМ); сетчатый экран; специальные исследования (СИ); фоновые промышленные помехи; экранирование; экран; электромагнитная волна, электромагнитное поле (ЭМП).

Введение

Для проведения специальных исследований (СИ), т. е. выявления с использованием контрольно-измерительной аппаратуры возможных технических каналов утечки защищаемой информации, а также оценки соответствия защиты информации требованиям нормативных документов используются так называемые альтернативные измерительные площадки (АИП). Существенными характеристиками при аттестации АИП являются эффективности экранирования и поглощения. Экранирование порождает проблему стоячих волн внутри АИП, препятствующих проведению измерений. Тем не менее, при недостаточном экранировании внешние промышленные помехи затрудняют проведение СИ. Поэтому при построении АИП актуальной является проблема выбора экранирующих и поглощающих материалов [1].

Универсального способа экранирования не существует, так как в каждом конкретном помещении возникают проблемы на различных частотах. Под экранированием понимают локализацию электромагнитной энергии в определенном пространстве за счет ограничения распространения ее всеми возможными способами [2]. Из определения следует, что в понятие экрана могут входить как детали механической конструкции, так и электромеханические детали фильтрующих цепей и развязывающих ячеек: только их совместное действие приводит к ожидаемому результату. В связи с этим, мероприятия по ослаблению побочных электромагнитных излучений и наводок (ПЭМИН) можно разделить на три этапа: экранирование, радиопоглощение и применение радиочастотных фильтров.

Все радиопомехи классифицируются на помехи естественного (атмосферные, космические и флукуационные) и искусственного происхождения (промышленные или промышленные) [3]. Естественные помехи с малой вероятностью могут иметь амплитудные выбросы, значительно превышающие фоновый уровень [4]. Поэтому целесообразно применять электромагнитное экранирование, прежде всего, для снижения уровня искусственных радиопомех, которые мешают проведению СИ. Применение электромагнитного экранирования против промышленных радио-

помех имеет ряд особенностей, среди которых можно выделить совместное применение экранирования и фильтрации сетей питания.

1. Экранирование

Решение задачи экранирования в общем случае чрезвычайно затруднительно, поэтому в зависимости от типа поля рассматриваются отдельные виды экранирования: электростатическое, магнитостатическое и электромагнитное. Поскольку в большинстве случаев при измерениях приходится иметь дело с переменными (может быть, слабо флуктуирующими) полями, достаточным при построении АИП является применение электромагнитного экранирования.

С точки зрения теоремы эквивалентности теории ЭМП действие электромагнитного экрана S можно заменить действием эквивалентных поверхностных электрических зарядов и токов, возникающих на поверхности S (рис. 1).

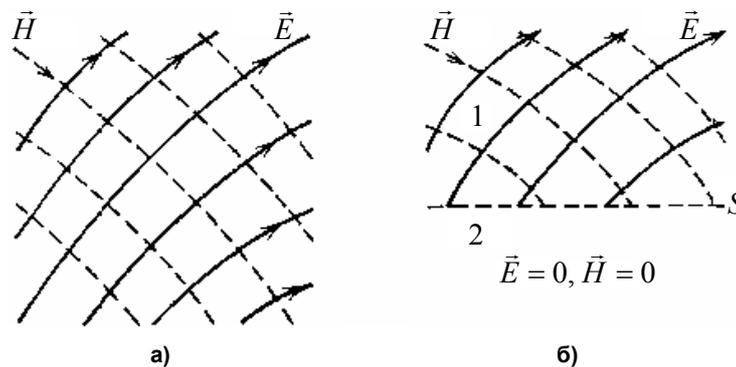


Рис. 1. Электромагнитное поле в пространстве (а) и полупространстве, ограниченном экраном S (б)

Первоначальное поле \vec{E} , \vec{H} (рис. 1, а) будет существовать в области 1 (рис. 1, б) вплоть до границы S (без продолжения в область 2), если на поверхности S распределены электрические заряды ξ и токи $\vec{\eta}$, связанные с полем \vec{E} , \vec{H} следующими соотношениями:

$$\xi = \varepsilon E_v^S, \quad \vec{\eta} = [\vec{v}_0, \vec{H}^S],$$

где ξ – поверхностная плотность электрических зарядов, Кл/м²; ε – диэлектрическая проницаемость пространства 1; E_v^S – нормальная компонента вектора напряженности электрического поля в области 1 вблизи поверхности S ; $\vec{\eta}$ – поверхностная плотность электрических токов, А/м; \vec{v}_0 – единичная нормаль к поверхности S , направленная в сторону источника поля; \vec{H}^S – вектор напряженности магнитного поля вблизи поверхности S .

Физическая сущность экранирования заключается в том, что электрические заряды ξ и токи $\vec{\eta}$, возникающие на поверхности экрана S , обращенной к источнику, создают вторичное ЭМП, которое во внешнем пространстве (область 2, рис. 1, б) по интенсивности близко к полю источника, а по направлению противоположно ему. Это приводит к взаимной компенсации поля источника и вторичного поля эквивалентных поверхностных электрических зарядов и токов.

С точки зрения волновых представлений эффект экранирования проявляется из-за многократного отражения электромагнитных волн от поверхности экрана и затухания энергии волн в его металлической толще. Отражение электромагнитной энергии обусловлено несоответствием волновых характеристик диэлектрика, в пределах которого расположен экран, и материала экрана. Чем больше это несоответствие, чем больше отличаются волновые сопротивления экрана и диэлектрика, тем интенсивнее частичный эффект экранирования, определяемый отражением электромагнитных волн [3].

Амплитуда напряженности электрического поля отражённой волны зависит от поверхностного сопротивления материала, из которого выполнен экран, и волнового сопротивления среды, в которой распространяется волна.

При подавлении ЭМИ используются такие особенности распространения волн, как поглощение электромагнитной энергии в материале и отражение электромагнитной волны от границы раздела двух сред. Поглощение может быть обусловлено электромеханическими, электротепловыми, электрохимическими, фотоэлектрическими и другими преобразованиями поля в материале экрана, а отражение – в основном несоответствием электромагнитных свойств сопрягаемых сред. Энергия отраженной волны тем больше, чем больше разница волновых сопротивлений сред.

Плоская электромагнитная волна $P_{\text{волн}}$, двигаясь в среде с волновым сопротивлением Z_1 , на границе с экраном частично отражается $P_{\text{отр1}}$ в обратном направлении, и частично проходит $P_{\text{прош1}}$ в среду с волновым сопротивлением Z_2 (рис. 2). Прошедшая за внешнюю поверхность волна распространяется в том же направлении, что и падающая, но часть ее поглощается в материале экрана. На границе с внутренней поверхностью волна вновь частично отражается $P_{\text{отр2}}$, а частично проходит в эту область $P_{\text{прош2}}$. В результате, в экранируемое пространство попадает энергия, оставшаяся после отражения на внешней и внутренних границах, и после поглощения в материале экрана. Отражением на внутренней поверхности, как правило, в большинстве случаев можно пренебречь, так как волна проходит из большего сопротивления материала в меньшее сопротивление среды.

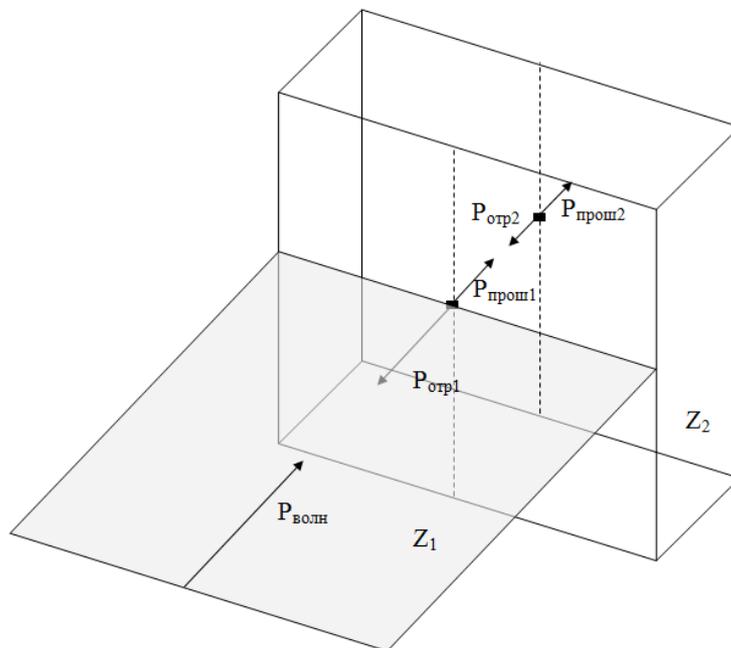


Рис. 2. Нормальное падение плоской электромагнитной волны на границу раздела двух сред

В случае плоских волн экранирующий эффект рассчитывается отдельно для каждого из перечисленных факторов, влияющих на эффективность экранирования, а полученные результаты суммируются.

В металле электромагнитная волна затухает по экспоненциальному закону. Мерой скорости этого процесса является глубина проникновения волны или толщина поверхностного слоя δ . При прохождении волны через толщину поверхностного слоя δ она ослабевает в e раз. Если же толщина будет равной d , она будет ослабевать в $e^{d/\delta}$ раз. Эффективность поглощения при этом определяется выражением

$$\mathcal{E}_{\text{погл}} = 16,7d \sqrt{\frac{\mu_r f}{\rho}}, \text{ дБ}, \quad (1)$$

где μ_r – относительная магнитная проницаемость материала экрана; ρ – его удельное сопротивление, Ом·м; f – частота, МГц.

Из (1) видно, что чем выше частота и толще экран, тем больше величина экранного затухания за счет поглощения.

Эффективность отражения по амплитуде для экрана с относительной магнитной проницаемостью μ_r составляет:

$$\mathcal{E}_{\text{отр}} = 5,5 + 10 \lg \frac{Z_0}{f \mu_r}, \text{ дБ}, \quad (2)$$

где Z_0 – волновое сопротивление пространства, в котором распространяется волна, Ом.

Из (2) видно, что эффективность отражения уменьшается с увеличением частоты. Из формул (1) и (2) также следует, что экранирование за счет отражения преобладает на низких частотах, а за счет поглощения – на высоких частотах.

Для решения задачи эффективного экранирования и поглощения в заданном диапазоне (от 30 МГц до 2000 МГц) используется два экрана. Внешний экран применен с целью максимального экранирования (для отражения посторонних ЭМИ), а внутренний – с целью максимального поглощения (для успешного выполнения норм по затуханию). Соответственно, внешний экран выполнен из материала с наименьшим сопротивлением, а внутренний – из радиопоглощающего материала.

При построении АИП возникает необходимость создания полноценного контура экрана, в котором не должно быть нарушений целостности. Учитывая, что защитный контур экрана нельзя разрывать, оконные проемы должны отсутствовать. К входной двери пристраивается тамбур, стены, пол и потолок которого так же обрабатываются радиозащитным материалом. Двери тамбура – металлические, со «ступеньками», либо «провоолокой» по периметру.

Для обеспечения надежного экранирования необходимо обеспечить хороший электрический контакт по швам в местах соединений. Длина щелей при этом не должна превосходить 0,01–0,001 длины волны [2]. Использование листового материала при этом крайне неудобно, так как тяжело обеспечить целостность контура экрана в местах стыковки и изгибов металлических листов. Более практичными с технологической точки зрения являются сетчатые материалы: они легко гнутся в угловых местах, поставляются длинными рулонами, что уменьшает количество разрывов и мест соединения внахлест.

Глубина проникновения ЭМП в материал экрана в [3, с. 42] определена выражением

$$\delta = 0,52 \sqrt{\frac{\rho}{\mu_r f}}, \text{ дБ}. \quad (3)$$

На рис. 3 представлена зависимость глубины проникновения ЭМП от частоты для стального экрана с $\mu_r = 150$, $\rho = 1,5 \cdot 10^{-7}$ Ом·м. Из рис. 3 видно, что с ростом частоты глубина проникновения ЭМП резко падает.

Для электрически толстого экрана, его толщина d должна быть больше глубины проникновения: $d > \delta$. Поэтому, с учетом рассматриваемого диапазона частот возможно использование пространственной стальной сетки (рис. 4) с радиусом проволоки 0,05 мм и шагом сетки 1 мм.

Эквивалентная толщина d_s сетчатого экрана в [3, с. 56] определена формулой

$$d_s = \pi r_s^2 / s, \quad (4)$$

где s – шаг сетки (размер ячеек), r_s – радиус проволоки.

На рис. 4 представлена зависимость от размера ячеек эквивалентной толщины сетки с радиусом проволоки 0,05 мм.

Эффективность экранирования сетки в зависимости от частоты в [3, с. 140] определена формулой

$$\mathcal{E}_{\text{шт}} = \left(d_s \frac{Z_0}{p} \right)^{1/2} \left(\frac{\lambda}{R_s} \right)^{1/3} \left(1 - \pi \frac{m}{\lambda} \right)^6 \exp \left(\frac{\pi d_s}{S - d_s} \right), \quad (5)$$

где Z_0 – волновое сопротивление пространства распространения волны, Ом; m – наибольший размер технологических отверстий – щелей, м; R_s – эквивалентный радиус экрана, м; d_s – диаметр провода сетки, м.

На рис. 5 представлена эффективность экранирования сетки с радиусом проволоки 0,05 мм и шагом 1 мм в диапазоне частот.

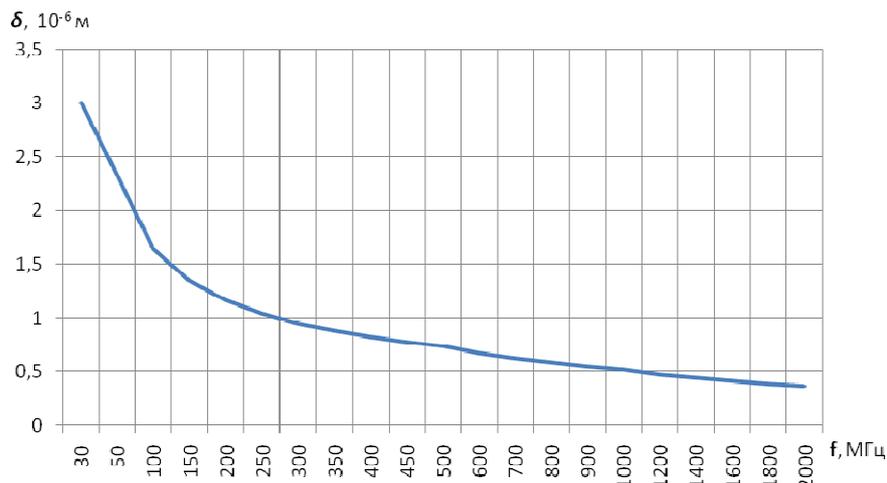


Рис. 3. Глубина проникновения электромагнитного поля в материал экрана

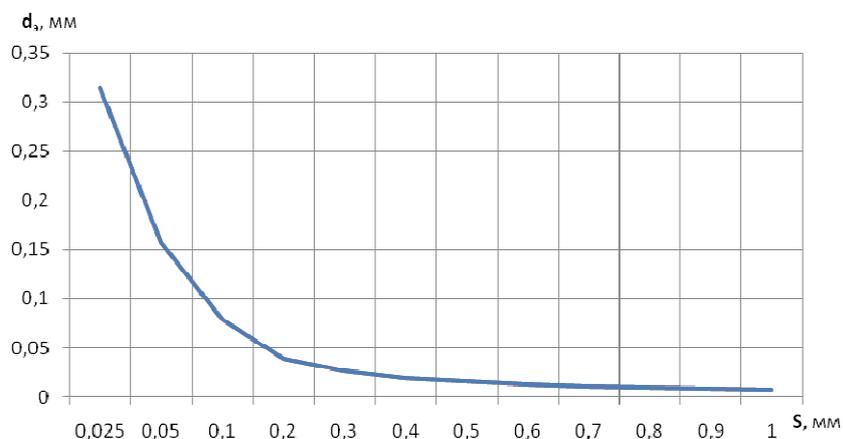


Рис. 4. Эквивалентная толщина сетчатого материала

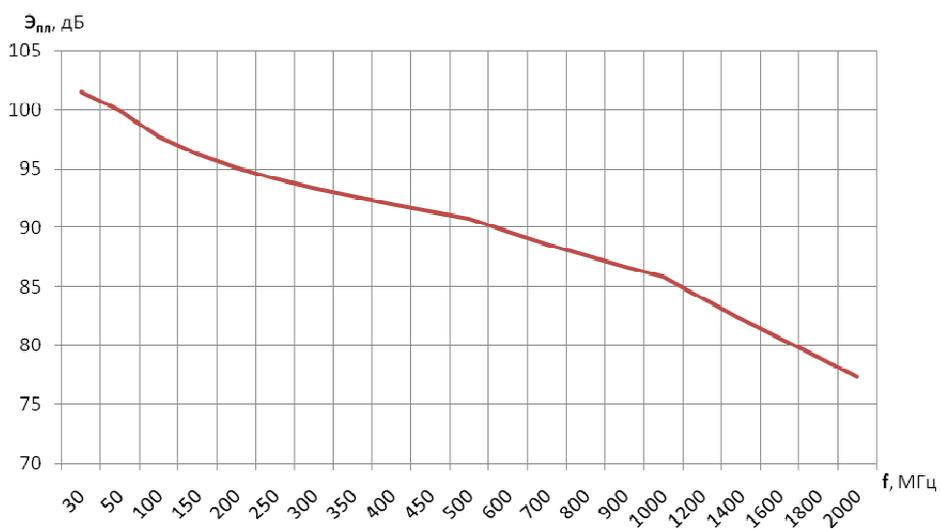


Рис. 5. Эффективность экранирования стальной сетки

Лучшими экранирующими свойствами обладают материалы с меньшим поверхностным сопротивлением, такие как медь, латунь, серебро. Но они, как правило, имеют высокую себестоимость.

Количество границ разделов существенно увеличивает эффективность отражения. Поэтому оптимально использовать два стальных, разнесенных в пространстве экрана, чем один медный.

Эффект экранирования при этом будет выше, а себестоимость примерно в три раза меньше. Поскольку коррозия может существенно снизить эффективность экранирования, экраны дополнительно покрывают антикоррозийным лаком.

2. Радиопоглощение

При оснащении помещения АИП необходимо обеспечивать радиопоглощение электромагнитных волн с целью минимизации стоячих волн, возникающих вследствие переотражений от стен экрана. Стоячие волны очень опасны: при их возникновении затрудняются процессы переноса энергии, в пучностях стоячей волны имеют место значительные погрешности измерений ЭМИ от аппаратуры.

Для уменьшения КСВ используются особые РПМ. В состав РПМ входят неметаллическая (обычно полимерная или керамическая) матрица и мелкодисперсные порошкообразные или дискретные волокнистые проводящие наполнители (или их сочетание). При взаимодействии электромагнитного излучения с РПМ происходят одновременные процессы поглощения (обуславливающие тепловые потери), рассеяния (вследствие структурной и геометрической неоднородности материала) и интерференции радиоволн.

РПМ имеют несколько типов классификаций:

– по рецептурному составу: немагнитные диэлектрические (в качестве поглощающего наполнителя используются проводящие частицы и волокна на основе модификаций углерода (сажа, графит и др.) и немагнитные металлы (алюминий, медь и др.)), магнитодиэлектрические (мелкодисперсные порошки железа, никеля, кобальта, ферритов в диэлектрической полимерной матрице) и магнитные (ферритовые) материалы;

– по эффективному рабочему частотному диапазону, определяемого обычно коэффициентом отражения электромагнитных волн: широкодиапазонные и частотнонастроенные (или резонансные);

– по структурному признаку: однослойные, интерференционные, градиентные и комбинированные РПМ. Однослойные РПМ, имеющие однородную по толщине структуру и обладающие диэлектрическими и магнитными свойствами, являются узкодиапазонными и обеспечивают эффективное поглощение электромагнитного излучения при толщине, равной четверти длины волны. В интерференционных РПМ, представляющих собой чередование диэлектрических и проводящих слоев, уменьшение уровня отражённого сигнала достигается за счёт противофазного сложения волн, отразившихся от металлической поверхности объекта, диэлектрических прослоек и электропроводящих слоев. Градиентные РПМ — многослойные структуры с плавным или ступенчатым изменением по толщине комплексной диэлектрической (или магнитной) проницаемости. Разновидность РПМ градиентного типа — материалы с геометрическими неоднородностями, имеющие рельеф поверхности в виде пирамид, конусов, трубок, шипов, гофров и т. п., уменьшение коэффициента отражения от которых достигается в результате многократного отражения волны от поверхностных неоднородностей и поглощения энергии при каждом отражении [5].

Для обеспечения требований по затуханию, для поверхности экрана, обращенного к исследуемому ТС, необходимо реализовать плавный переход волновых характеристик от воздуха к рабочему материалу экрана, т. е. сгладить границу раздела двух сред. Существует большое количество РПМ, основанных на гашении падающей волны путем ее преобразования в поверхностную с последующим подавлением. Гашение может быть основано на свойствах самих материалов и свойствах формы материалов.

В РПМ со сложной структурой материалу придается структура или форма, увеличивающая его активную поверхность, обращенную к излучению. Материал делается волокнистым или пористым, со сложной, покрытой пирамидами (рис. 6) или конусами, поверхностью. Падая на такую поверхность, электромагнитная волна многократно отражается и теряет значительно больше энергии, чем при падении на ровную поверхность. Подобного эффекта добиваются, когда слои поглощаемого материала (активированный уголь, сажа, порошок карбонильного железа и т. п.) располагают в порядке возрастания их плотности по мере удаления от внешней поверхности экрана, т. е. при постепенном увеличении концентрации проводящих добавок по мере удаления от поверхности материала. Угол наклона граней пирамиды подбирается таким образом, чтобы максимально уменьшить энергию отраженного сигнала. Экспериментально было обнаружено, что оптимальным является угол около $12,5^\circ$.

РПМ со сложной структурой имеют ряд существенных недостатков: они имеют значительные габариты и вес (толщина пропорциональна длине волны), высокую стоимость, неудобство при сборке. Для необходимого нам диапазона частот средняя толщина РПМ пирамидального типа составляет 50 см, что существенно уменьшает полезный объем АИП. Тем не менее, несмотря на перечисленные недостатки РПМ со сложной геометрической формой крайне эффективны для узкого диапазона частот, поэтому без их использования в некоторых помещениях невозможно выполнить требования нормативно-технической документации.

Более эффективное поглощение можно реализовать за счет свойств самих материалов (со значениями тангенса угла потерь, большими 1). Это уменьшает общую толщину РПМ. Экраны, выполненные из таких материалов, поглощают электромагнитную энергию в широком диапазоне частот и являются более широкополосными по сравнению с поглотителями резонансного типа, использующими четвертьволновое согласование или специфические особенности материала.

Отдельно можно выделить РПМ на основе бетона (рис. 7). Данные материалы выполнены на основе магнезиально-шунгитовой сухой штукатурной смеси. Их основные достоинства – высокая прочность, огнестойкость, ремонтпригодность. Но РПМ на основе бетона утолщают пол, потолок и стены, как минимум, на 50 см, а возведение таких конструкций обходится довольно дорого.

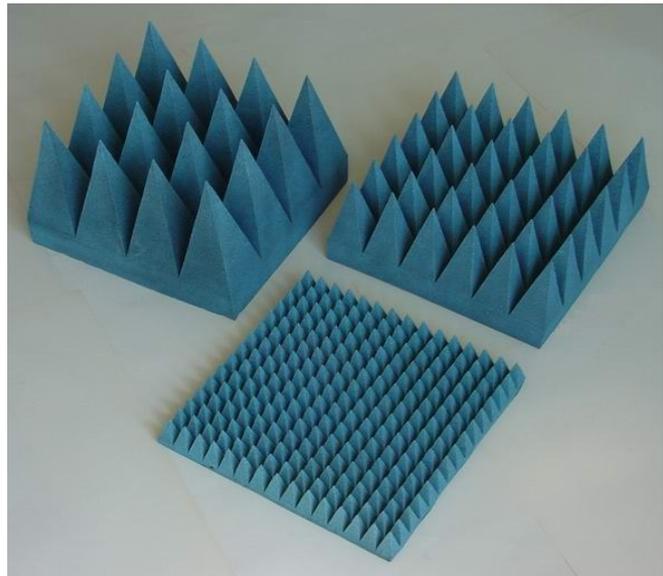


Рис. 6. РПМ пирамидального типа



Рис. 7. РПМ на основе бетона



Рис. 8. Изделие «ИКУР»

К наиболее перспективным можно отнести композитные РПМ. Их можно классифицировать по способу получения: спекание смеси порошков, приводящее к синтезу металлокерамики или керметов, и смешение неорганической части со смолами, парафинами, пластмассами.

Одним из композиционных материалов, полученных спеканием, является углеродистое изделие «ИКУР» (рис. 8). Данный материал обладает уникальным составом, благодаря которому толщина в среднем составляет 2 см, при этом наблюдается эффективное поглощение электромагнитной волны в широком диапазоне частот.

3. Фильтрация сетей питания

Комплексное экранирование против промышленных радиопомех невозможно без фильтрации сетей питания. С этой целью используются сетевые помехоподавляющие фильтры, которые обеспечивают защиту электросетей, ослабляя нелинейные сигналы в разных участках частотного

диапазона. Основное значение фильтров – пропускать без значительного ослабления сигналы с частотами, лежащими в рабочей полосе, и подавлять сигналы за пределами полосы. Применение помехоподавляющих элементов позволяет минимизировать или полностью устранить паразитные генерации и побочные излучения, снизить восприимчивость аппаратуры к внешним электромагнитным полям и импульсным сигналам, устранить возможные каналы утечки информации. Чаще всего подобные фильтры представляют собой *n*-звенные пассивные *LC*-фильтры, выполненные в герметичных металлических корпусах [6].

В качестве фильтра, используемого для подавления промышленных помех, распространяющихся по питающей сети, на вход электропитания помещения устанавливается сетевой фильтр «ФСПК-40» или аналогичный с вносимым затуханием не менее 60 дБ в требуемом диапазоне частот. Он предназначен для защиты информации от утечки по однофазным двухпроводным сетям электропитания и подавления напряжений внешних помех питающей сети. Для эффективной работы помехоподавляющих фильтров необходимо предусмотреть их качественное заземление.

Выводы

При комплексном экранировании АИП можно выделить на три этапа: экранирование, радиопоглощение и применение радиочастотных фильтров. Для защиты от искусственных радиопомех, которые мешают проведению СИ, в АИП обеспечивается экранирование, а для защиты от внутренних ЭМИ – затухание.

Подходя к выбору материалов для АИП, необходимо исходить из размеров и исходных параметров помещения, а также из экономических возможностей заказчика. Для эффективного экранирования используется несколько экранов, разнесенных в пространстве. При этом в качестве экранирующих материалов применяются сетчатые материалы с размером ячеек, много меньшим половины длины волны. Для обеспечения целостности защитного контура оконные проемы закладываются, а к входной двери пристраивается тамбур. Двери тамбура оборудуются «ступеньками», либо «провоолокой» по периметру. На вход электропитания помещения ставится сетевой помехоподавляющий фильтр с качественным заземлением.

Для обеспечения соответствия требованиям по затуханию предпочтительнее использовать композитные РПМ, так как они более широкополосные и имеют меньшую массу и габариты. В случае возникновения стоячих волн на определенных частотах, дополнительно ставятся РПМ пирамидального типа в проблемном диапазоне.

Литература

1. Антясов, И.С. Особенности валидации альтернативной измерительной площадки для проведения специальных исследований технических средств / И.С. Антясов, Н.И. Войтович, А.Н. Соколов // Вестник УрФО. Безопасность в информационной сфере. – Челябинск: Издат. центр ЮУрГУ, 2014. – № 1 (11). – С. 10–14.
2. Богуш, В.А., Электромагнитные излучения, методы и средства защиты / Т.В. Борботько, А.В. Гусинский. – Минск: Бестпринт, 2003. – 406 с.
3. Полонский, Н.Б. Конструирование электромагнитных экранов для радиоэлектронной аппаратуры / Н.Б. Полонский. – М.: Сов. радио, 1979. – 216 с.
4. Тутевич, В.Н. Автоматика и телемеханика / В.Н. Тутевич. – М.: Высш. шк., 1985. – 423 с.
5. Авиация: Энциклопедия / гл. ред. Г.П. Свищев. – М.: Большая Российская Энциклопедия, 1994. – 736 с.
6. Зайцев, А.П. Технические средства и методы защиты информации / А.П. Зайцев, А.А. Шелупанов. – М.: Машиностроение, 2009. – 507 с.

Антясов Иван Сергеевич, аспирант кафедры безопасности информационных систем, Южно-Уральский государственный университет (г. Челябинск); antyasov@gmail.com.

Войтович Николай Иванович, д-р техн. наук, профессор, заведующий кафедрой конструирования и производства радиоаппаратуры, Южно-Уральский государственный университет (г. Челябинск); VoytovichNI@mail.ru.

Соколов Александр Николаевич, канд. техн. наук, доцент, заведующий кафедрой безопасности информационных систем, Южно-Уральский государственный университет (г. Челябинск); ANSokolov@inbox.ru.

Поступила в редакцию 1 марта 2014 г.

COMPLEX SCREENING OF THE ALTERNATIVE MEASURING SITE TO CARRY OUT SPECIAL RESEARCH OF TECHNICAL MEANS

*I.S. Antyasov, South Ural State University, Chelyabinsk, Russian Federation,
antyasov@gmail.com,*

*N.I. Voytovich, South Ural State University, Chelyabinsk, Russian Federation,
VoytovichNI@mail.ru,*

*A.N. Sokolov, South Ural State University, Chelyabinsk, Russian Federation,
ANSokolov@inbox.ru*

This article examines design features of alternative study test sites for performing requirements on attenuation of inside electromagnetic waves and screening against outside industrial backgrounds noise. The article discusses the complex screening for alternative study test sites, which includes three phases: screening, absorption of electromagnetic waves and applying the network noise filters. Investigates the principles of screening and absorption of electromagnetic waves. The analysis and selection of optimum screening matter are conducted. The features of the screening to create a holistic protection circuit industrial electromagnetic radiation are analyzed. Calculated depth of penetration of the electromagnetic field in the screen material, equivalent thickness of the mesh material and screening effectiveness of the selected mesh material in the range of frequencies. Provides an overview of matter for absorption of electromagnetic wave are the advantages and disadvantages of different types of materials. It is shown that it is preferable to use composite materials for absorption of electromagnetic wave, because they have a greater band and smaller mass and dimensions.

Keywords: test site; covert channel; coefficient of standing wave; side electromagnetic radiation and pickups; absorption of electromagnetic wave; matter for absorption of electromagnetic wave; mesh screen; special examinations; industrial backgrounds noise; screening; screen; electromagnetic wave; electromagnetic field.

References

1. Antyasov I.S., Voitovich N.I., Sokolov A.N. [Features of Validation of an Alternative Measuring Site for Carrying out Special Researches of Technical Means] *Bulletin of Ural Federal District. "Safety in the Information Sphere"*. Chelyabinsk, South Ural St. Univ. Publ., 2014, no 1 (11), pp. 10–14. (in Russ.)
2. Bogush V.A., Barbot'ko T.V., Gusinskiy A.V. *Electromagnitnye izlychenia, metody i sredstva sashchity* [Electromagnetic Radiations, Methods and Security Means]. Minsk, Bestprint Publ., 2003. 406 p.
3. Polonskiy N.B. *Konstruirovaniye elektromagnitnykh ekranov dlya radioelektronnoy apparatury* [Construction of Electromagnetic Screens for Radioelectronic Equipment]. Moscow, Sov. Radio Publ., 1979. 216 p.
4. Tutevich V.N. *Avtomatika i telemekhanika* [Automatic Equipment and Telemechanics]. Moscow, High School Publ., 1985. 423 p.
5. *Aviatsiya: Entsiklopediya*. [Aviation: Encyclopedia]. Moscow, Big Russian Encyclopedia Publ., 1994. 736 p.
6. Zaitsev A.P., Shelupanov A.A. *Tekhnicheskie sredstva i metody zashchity informatsii* [Technical Means and Information Security Methods]. Moscow, Mechanical Engineering Publ., 2009, 507 p.

Received 1 March 2014