

ПОГЛОТИТЕЛИ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ ДЛЯ ЗАЩИТЫ БИОЛОГИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ

*Богуш В.А., Борботько Т.В., Колбун Н.В.,
Лыньков Л.М., Терех И.С., Украинец Е.А.*

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,
г. Минск, Республика Беларусь, aleks@bsuir.unibel.by*

- ◆ *ELECTROMAGNETIC RADIATION ABSORBERS FOR PROTECTION OF BIOLOGICAL OBJECTS. Biological impact of electromagnetic radiation (EMR) upon human organism is described. Flexible constructions of EM shields based on knitted fabric and rigid constructions, containing fluid filler material for biological objects protection from EMR are suggested.*

В связи с развитием электронных средств значительное влияние на электромагнитный фон Земли, который ранее формировался за счет естественных источников космического, земного и околоземного происхождения, стали оказывать антропогенные источники электромагнитных полей. Электромагнитная энергия широко применяется в промышленности и быту, медицине, радиолокации и радионавигации и других сферах деятельности человека. В результате уровень электромагнитного излучения, воздействующего на биологические объекты, возрос на несколько порядков.

К антропогенным источникам электромагнитного излучения относятся ортехника, микроволновые печи, персональные компьютеры, средства мобильной связи, бытовые электроприборы, электропроводка, генераторы электроэнергии, преобразователи, линии электропередачи (ЛЭП), системы контроля и управления, телекоммуникационное оборудование, электротранспорт, навигация, медицинское оборудование, радиолокационные станции и др. [1].

Биологическое действие ЭМИ

Электромагнитная энергия (ЭМЭ) СВЧ и УВЧ диапазона обладает выраженным биологическим действием. При систематическом действии на организм человека уровней ЭМЭ, превышающих предельно допустимый уровень (ПДУ), вначале возникают компенсаторно-приспособительные реакции, являющиеся общими неспецифическими реакциями организма. Затем, при продолжении облучения, могут развиваться патологические изменения, обычно носящие обратимый характер. И только в редких случаях, если облучение продолжалось в течение многих лет, возникают необратимые изменения со стороны нервной, сердечно-сосудистой и эндокринной систем [2]. Уровень воздействия ЭМИ на живые организмы определяется как его энергетическими так и информационными характеристиками.

ЭМИ радиочастотного диапазона могут вызывать заболевания нервной, сердечно-сосудистой, дыхательной систем, изменять показатели крови, обмена веществ. При длительном воздействии СВЧ излучений могут иметь место изменения в крови, помутнение хрусталика глаза, нервно-психологические заболевания, нарушение работы механизмов адаптации организма к изменениям условий внешней среды, а при увеличении энергии излучений — к нагреванию тканей, ожогам [3].

Развитие электронной техники происходит в направлении интенсификации использования электромагнитной энергии, особенно радио- и СВЧ диапазонов. В связи с этим возникает проблема защиты биологических объектов от воздействия ЭМИ все возрастающего по интенсивности. Простейшими методами защиты является защита расстоянием и ограничением мощности излучения источников. Однако даже при соблюдении норм излучения при определенном расположении нескольких источников в результате суперпозиции ЭМП может создаваться неблагоприятная электромагнитная обстановка по интенсивности излучения в несколько раз превышающая предельно допустимый уровень.

Защита от ЭМИ

Одним из эффективных методов защиты от электромагнитного излучения является экранирование, предполагающее прелюстование проникновению электромагнитного поля в защищаемую область либо существенное снижение его до безопасного уровня.

В основе принципа экранирования лежат такие особенности распространения волн, как поглощение электромагнитной энергии в материале и отражение электромагнитной волны от границы раздела двух сред.

Существуют радиопоглощающие материалы и покрытия (РПМ и РПП), которые характеризуются низким коэффициентом отражения и обеспечивают эффективное поглощение электромагнитной энергии за счет конструктивных особенностей либо за счет диэлектрических или магнитных потерь используемых материалов.

Конструктивно защитные радиопоглощающие покрытия чаще всего представляют собой композиционные материалы, в которых в качестве основы используются диэлектрические волокна или полимерное связующее с низкой диэлектрической проницаемостью. Поглощение ЭМИ в них обеспечивается за счет создания на поверхности тонкого электропроводящего слоя или диспергирования в подложке частиц вещества с высокими магнитными потерями (ферриты, металлы и др.). Рабочий диапазон частот таких покрытий определяется как свойствами используемых материалов, так и их конструктивными особенностями.

Результаты

Для защиты биологических объектов, в частности, организма человека от воздействия электромагнитного излучения предпочтительно использование радиопоглощающих материалов, обладающих небольшим весом, гибкостью и высокой технологичностью. Такие экраны могут быть получены на основе машинно-вязаных полотен из волокнистых материалов различными способами:

- осаждением тонких пленок металлов на машинно-вязаную основу;
- ввязыванием в структуру полотна микропровода;
- пропиткой капиллярно-пористой основы технологическим наполнителем.

Осаждение тонких пленок металлов (Co и Ni) позволяет сформировать на поверхности волокон микрокластерную проводящую структуру (рис. 1) с электромагнитными характеристиками, позволяющими обеспечить высокую эффективность ослабления ЭМИ. Полученное покрытие имеет относительно невысокий коэффициент отражения вследствие развитой поверхности, на которой происходит рассеяние падающего ЭМИ с последующим поглощением. Ослабление ЭМИ таким материалом составляет 15 дБ в диапазоне частот 20–100 ГГц [4].



Рис. 1. Фрагмент структуры машинно-вязаного полотна. Микрокластерное проводящее покрытие на поверхности волокон

Конструкции экранов ЭМИ на основе машинно-вязаного полотна с микропроводом представляют собой сетчатый экран. Эффективность экранирования такого материала обеспечивается за счет создания проводящей структуры. Ослабление такой конструкции составляет 20 дБ в диапазоне частот 30–1000 МГц.

Материалы, содержащие микроразмерные металлические включения и микропровод, имеют небольшой вес и толщину около 3 мм, обладают повышенной гибкостью и технологичны, что позволяет применять их для изготовления специальной одежды или ее элементов для защиты человека от ЭМИ.

Из машинно-вязаного полотна с микропроводом был изготовлен жилет для защиты пользователя ПК от ЭМИ. Использование жилета позволяет защитить жизненно важные органы человека от электромагнитного поля, создаваемого отдельными компонентами персонального компьютера.

Пропитка волокнистых материалов жидким технологическим наполнителем позволяет получить ослабление ЭМИ порядка 30 дБ в диапазоне частот 1–120 ГГц [5]. Капиллярно-пористое строение волокнистых материалов приводит к формированию гидродисперсной структуры. Падающая электромагнитная волна рассеивается и поглощается локальными растворными объемами. Коэффициент ослабления конструкции не выше 30 дБ в широком диапазоне частот, что позволяет снизить уровень излучаемой мощности в 1000 раз.

Пропитанное жидким технологическим наполнителем машинно-вязаное полотно может быть использовано для создания чехла для мобильного телефона. Мобильный телефон является источником электромагнитного излучения переменной интенсивности. Во время разговора по телефону вокруг его антенны создается электромагнитное поле, воздействующее на мозг человека, уровень которого возрастает в несколько раз. Радиопоглощающее покрытие, встроившееся в чехол, предотвращает распространение электромагнитного излучения антенны в сторону пользователя.

Электромагнитное поле, создаваемое современным персональным компьютером (ПК), имеет сложный спектральный состав в диапазоне частот от 0 Гц до 4000 МГц. Наибольший вклад в неблагоприятную электромагнитную обстановку на рабочем месте пользователя вносит монитор. По обобщенным данным [6], у работающих за монитором до 6 часов в сутки чаще наблюдаются случаи функционального нарушения центральной нервной системы, болезни сердечно-сосудистой системы, верхних дыхательных путей, опорно-двигательного аппарата. Для защиты пользователя, сидящего за монитором предлагается использовать экран электромагнитного излучения, представляющий собой жесткую конструкцию из прозрачного материала, содержащую жидкий технологический наполнитель. Поглощение электромагнитного излучения происходит в результате взаимодействия с растворным наполнителем. Такая конструкция не снижает оптических характеристик дисплея: освещенность экрана снижается на 1–2 %, контрастность и четкость изображения не ухудшаются. Ослабление электромагнитной энергии составляет порядка 15 дБ в широком диапазоне частот 100–1000 МГц.

Литература

1. Лыньков Л.М., Богуш В.А., Глыбин В.П. и др. Гибкие конструкции экранов электромагнитного излучения / Под ред. Л.М. Лынькова. Мн., 2000. 284 с.
2. Готовский Ю.В., Перов Ю.Ф. Электромагнитная безопасность в офисе и дома (видеодисплейные терминалы и сотовые телефоны). – М.: ИМЕДИС, 1998. 176 с.
3. Григорьев О.А. Электромагнитные поля и здоровье человека. Состояние проблемы // Энергия: Экон., техн., экол. 1999. № 5. С.26-32.
4. Лыньков Л.М., Борботько Т.В., Богуш В.А., Колбун Н.В. Конструкции гибких поглотителей электромагнитной энергии СВЧ диапазона // Доклады БГУИР. 2003. Т.1, №1. С.92–101.
5. Колбун Н.В., Терех И.С. Распределение в капиллярно-пористых матрицах жидкие поглотители электромагнитного излучения для средств защиты информации // Известия Белорусской инженерной академии. 2003. №2(14)/2.
6. Григорьев Ю.Г., Григорьев О.А. Персональный компьютер: физические факторы воздействия и здоровье пользователя // Энергия: Экон., техн., экол. 1999. № 7. С.29–33.