

УДК 699.887

О. В. Саввова, д-р техн. наук; **Н. С. Цапко**, канд. техн. наук
(УКРНДІЕП)

КОНСТРУКЦІЙНІ МАТЕРІАЛИ ЯК МЕТОДИ ЕФЕКТИВНОГО ЗАХИСТУ ЖИВИХ ОРГАНІЗМІВ ВІД ЕЛЕКТРОМАГНІТНОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ

Вивчено основні принципи захисту об'єктів житвої природи від впливу електромагнітного випромінювання. Проведено аналіз різноманітних типів захисних екранів, конструкцій і матеріалів, що використовуються для їх виготовлення. Обґрунтовано ефективність використання радіопоглинаючих матеріалів на основі композитів із склокераміки для захисту від впливу електромагнітного випромінювання на навколошнє середовище.

Ключові слова: електромагнітне випромінювання, захист, об'єкти житвої природи, екранування, склокераміка.

Вступ

Життя сучасної людини практично неможливо уявити без щоденного використання електрики: метро та електропотягів, телебачення, мобільного зв'язку та комп'ютерів, мікрохвильових печей та багатьох інших пристрій. Проте, використання електричної енергії має і зворотну сторону.

Електромагнітне поле, окрім падком якого є електромагнітне випромінювання (EMB), можна вважати особливою формою матерії, за допомогою якої здійснюється взаємодія між зарядженими частинками. Це взаємопов'язані між собою змінне електричне та магнітне поля. Їх взаємозв'язок полягає в тому, що будь-яка зміна одного призводить до появи іншого. Таким чином, електромагнітне поле поширюється від точки до точки простору в вигляді електромагнітних хвиль (випромінювань). У зв'язку з кінцевою швидкістю поширення, що залежить від властивостей середовища, поле може існувати автономно від джерела випромінювання та не зникає при усуненні джерела [1].

Всі штучно згенеровані електричні, магнітні та електромагнітні поля складають електромагнітне забруднення навколошнього середовища, для якого існує спеціальний термін — електросмог [2, 3].

Його джерелами є всі види електроприладів, причому, чим потужніший прилад, тим агресивніше поле. Якщо біологічний організм потрапляє в зону підвищеного рівня електромагнітного випромінювання — відбуваються збої у функціонуванні всіх органів і систем.

Існує кілька гіпотез, що пояснюють біологічну дію електромагнітного поля. В основному вони зводяться до індуктування струмів в тканинах і безпосереднього впливу поля на клітинному рівні, в першу чергу на мембрани структури. Передбачається, що під дією електромагнітного поля може змінюватися швидкість дифузії через біологічні мембрани, орієнтація та конформація біологічних макромолекул, крім того, стан електронної структури вільних радикалів. Мабуть, механізми біологічної дії електромагнітного поля мають, в основному, неспецифічний характер і пов'язані зі зміною активності регуляторних систем організму [4].

Аналіз сучасного стану. Як слабкі, так і сильні ЕМВ мають досить виражений вплив на морфологічні, фізіологічні, біохімічні та біофізичні характеристики багатьох рослин [4]. У районі дії електричного поля ЛЕП у рослин поширені аномалії розвитку — часто змінюються форми і розміри квіток, листя, стебел, з'являються зайви пелюстки. Відзначено негативний вплив ЕМВ на величину потенційної нітрогеназної активності ґрунтової ризосферної популяції, довжину проростків рослин.

Дія ЕМВ на комах свідчить про те, що цей фактор може викликати зміни в поведінці, діючи на рівні інформаційних відносин між особинами, може бути фізична дія в силу особливостей будови тіла та життєдіяльності комах; а може також відбуватися дія на деякі фізіологічні характеристики (обмін речовин, ріст і розвиток). Можлива також деяка дія ЕМВ на генетичному рівні. Необхідно підкреслити, що значна частина представників фауни, на відміну від людини, має прямі рецептори ЕМВ і використовує природні ЕМВ для підтримки нормальної життєдіяльності. На думку авторів [5], такі види є найбільш уразливими в ситуації електромагнітного забруднення. У районі дії електричного поля ЛЕП у комах проявляються зміни в поведінці: так у бджол фіксується підвищена агресивність, неспокій, зниження працездатності та продуктивності, схильність до втрати маток; у жуків, комарів, метеликів та інших літаючих комах спостерігається зміна поведінкових реакцій, в тому числі зміна напрямку руху в бік з меншим рівнем поля [6].

У районах з підвищеним рівнем ЕМВ виникають зміни й у житті тварин, пов'язані перш за все з порушеннями функціонування центральної нервової системи. Факт кореляції змін природних ЕМВ і біологічних процесів ставить проблему екологічної значимості ЕМВ [7].

Аналіз результатів експерименту з вивчення впливу на тварин (щури-самці) електромагнітного випромінювання (50 Гц) напруженістю від 100 до 5000 В/м при цілодобовому впливі фактора дозволив встановити, що спостерігаються зміни загального стану організму тварин, порушення метаболізму і процесів нейрогуморальної регуляції, крім того при тривалому безперервному впливі електромагнітного поля (напруженість 1-5 кВ/м) виникають зміни генеративної функції піддослідних тварин і їх потомства (порушення внутрішньоутробного і постнатального його розвитку)[8]. Вплив ЕМВ на репродуктивну систему тварин, можна очікувати в природних екосистемах порушення кількісного співвідношення особин деяких видів, що порушує стійкість екосистеми. Серйозні зміни були виявлені в імунологічних та морфологічних показниках стану організму у всіх досліджених видів ссавців. Причому, фізіологічні реакції мали оборотний характер і зникали через кілька днів після завершення опромінення, в той час як морфологічні зміни були незворотними.

Вищезазначені факти призводять до постановки вкрай важливого питання: Яким же чином можна захисти від електромагнітного випромінювання біологічні об'єкти?

Методи і засоби захисту від електромагнітних полів можна умовно розділити на:

- інженерно-технічні;
- організаційні;
- лікувально-профілактичні [9].

До них слід віднести раціональне розміщення випромінюючих і опромінювальних об'єктів, що виключає або послаблює вплив випромінювання на людину; обмеження місця і часу перебування людини в електромагнітному полі; захист відстанню; зменшення потужності джерела випромінювань; використання поглинаючих чи що відбивають екранів; застосування засобів індивідуального захисту і деякі ін.

Залежно від типу поля, яке потрібно екранувати, розрізняють електростатичне, магнітостатичне та електромагнітне екранування.

Екранування високочастотних полів ґрунтуються на двох основних фізичних властивостях — відображені і поглинанні електромагнітних хвиль при переході з одного середовища в інше. Обидва ці ефекти знижують енергію електромагнітної хвилі, що пройшла за екран. Найчастіше в якості матеріалу екрану використовується електричні провідники. Вони містять в своєму складі металеві волокна (мідні, срібні або сталеві), що утворюють сітку. Електромагнітна хвилья при взаємодії з екраном частково відбивається від його поверхні, частково проникає в стінку екрану, там частково поглинається, багаторазово відбивається від його стінок і, в кінцевому підсумку, тільки частково проникає в екрануючу область. При цьому всі перераховані вище процеси супроводжуються втратами енергії електромагнітної хвилі, а отже послаблюють її дію.

Екранування низькочастотних полів має свої особливості. В цьому випадку головну роль відіграють процеси поляризації і намагніченості матеріалу екрану. Поляризація зарядів в металевій стінці екрану створює поле, яке компенсує зовнішнє низькочастотне електричне поле. Оскільки рухливість електронів в металі дуже висока, то товщина стінок екрану може бути малою. Аналогічно для магнітного поля. В металевому екрані з високою провідністю магнітне поле викликає вихрові струми, які в свою чергу створюють магнітне поле, спрямоване назустріч зовнішньому, і компенсує його. Тут важлива в першу чергу висока провідність матеріалу екрану [10]. Для екранування низькочастотних полів використовують як правило феромагнетики з магнітною проникністю $\mu \gg 1$. У разі екранування високочастотного поля основною вимогою є висока електропровідність.

Розробка систем захисту, екранування та поглинання ЕМВ у широкому спектрі частот є досить складним завданням як з теоретичної, так і з практичної точки зору. Жорсткі технічні вимоги до таких систем обумовлюють необхідність пошуку комплексних рішень завдання захисту від ЕМВ. Такі рішення включають у себе використання не тільки спеціальних матеріалів і покриттів, але й елементів конструкцій (будівельних або технічних), урахування електродинамічних властивостей навколошнього середовища, тощо.

Таким чином, актуальним постає питання створення спеціальних матеріалів, на основі яких можна розробляти різноманітні типи

екранів для захисту від електромагнітного випромінювання для різних умов експлуатації.

Мета та завдання дослідження. Метою даної роботи є визначення ефективності використання конструкційних радіопоглинаючих матеріалів для захисту навколошнього середовища від впливу електромагнітного випромінювання.

Для досягнення означененої мети були поставлені наступні завдання:

- встановлення впливу електромагнітного забруднення навколошнього середовища;
- аналіз накопиченого досвіду у напрямку створення захисних матеріалів.

У даний статті основну увагу приділено таким базовим компонентам систем захисту від ЕМВ, як екрани та поглиначі матеріали. Різноманіття матеріалів і конструкцій для цих елементів призводить до необхідності визначення доцільності застосування тих чи інших пристройів та матеріалів для вирішення конкретних завдань.

Тривалий час в якості захисних екранів використовувалися суцільні металеві листи, які мали велику вагу, були вартісними і мали дуже велике загасання, що на практиці не завжди було потрібно. Тому для захисту від ЕМВ було запропоновано використовувати тонкі або перфоровані листи, які проводять плівки або металеві сітки, що волотіють достатнім ослабленням, але відрізняються від листових матеріалів меншою вагою і вартістю.

При малих товщинах металеві плівки виявляють ряд цікавих властивостей, як, наприклад, майже повне збереження ідеальної відбивної здатності в радіодіапазоні при товщині, багато меншої товщини скіншару, що відповідає частоті падаючої хвилі. Нанесення тонких провідних прозорих плівок дозволяє отримати захисне скло з ослабленням ЕМВ [11].

Радіопоглинаючі покриття, які застосовуються сьогодні, є в основному композити на основі феритових матеріалів. Також добре себе зарекомендували композити на основі Sr-анортитової склокераміки з введенням в якості наповнювачів графена й інших армуючих добавок [12].

До перспективних радіопоглинаючих матеріалів наряду з Ni-Zn-феритами відносяться й Mg-Zn-ферити [13], оскільки вони також дуже

інтенсивно поглинають електромагнітні хвилі в інтервалі частот від 50 МГц до 1000 МГц. Основною перевагою Mg-Zn-феритів є використання в якості сировини недорогого оксиду магнію. Коефіцієнт відображення електромагнітного випромінювання, який визначається як відношення потужності відбитого випромінювання до падаючої потужності в значній мірі залежить від процесів поглинання електромагнітного випромінювання в результаті резонансних явищ у фериті [14].

Спінені при випалюванні стекла і склокристалічні композиції дають можливість отримати високопористі температуростійкі піноматеріали із замкнутою комірчастою структурою, що є необхідною умовою при створенні атмосферостійких радіопрозорих і радіопоглинаючих пінодіелектриків. Для радіопоглинаючих або теплоізоляційних матеріалів можуть бути використані найрізноманітніші склади на основі силікатів, алюмосилікатів, алюмобороносилікатів як з лужними, так і з лужно-земельними оксидами. Визначальним фактором тут буде температура служби матеріалу, його здатність поглинати електромагнітне випромінювання, а так само його термомеханічні властивості [15].

Цікава також нещодавно розроблена технологія отримання радіопоглинаючих матеріалів на основі тонких плівок аморфного гідрогенізованого вуглецю з наночастинками 3d металів (Ni, Co, Fe і ін.), нанесених методом іонно-плазмового магнетронного напилення на гнучкі підкладки з арамідної тканини (кевлар). Нові матеріали дозволяють створювати легкі над широкосмугові радіопоглинаючі покриття з високим рівнем поглинання електромагнітного випромінювання (модуль коефіцієнта відбиття електромагнітної хвилі не гірше — 10 дБ) в надвисокочастотному, інфрачервоному і оптичному діапазонах частот [16].

Однак, використання вищезазначених матеріалів спрямовано, в основному, на захист людини. Використання відомих вищеперечислених матеріалів, що використовуються всередині приміщень для захисту від ЕМВ, обмежуються невідповідністю їх захисних властивостей в умовах змінних факторів (погодні умови, відстань від джерела випромінювання, тощо). Тому, для захисту об'єктів живої природи доцільно було б запропонувати універсальні методики захисту від основних джерел ЕМВ, а саме: ліній високовольтних електропередач, аеропортів, залізничних споруд та ін.

Як правило, для захисту від ЕМВ, що виникають вздовж ліній високовольтних електропередач збільшують висоту підвісу дротів, зменшують відстань між ними, створюють санітарно-захисні зони.

Результати дослідження. Для забезпечення ефективного захисту довколишнього середовища від негативного впливу ЕМВ доцільно використовувати екологічно безпечні неорганічні силікатні матеріали з високими експлуатаційними характеристиками. До них відносяться, градієнтні радіопоглинаючі матеріали та щільно спечені керамічні матеріали, які вміщують оксиди металів з низьким електричним опором (наприклад, Ti_3O_4 і $(AlTi)_2O_3$) або оксиди і нітриди бору і алюмінію з добавкою металів (W, Mo, Ti, Zr, Hf) або їх карбідів. Однак, через їх високу вартість та складність технологічного процесу ефективного використання набули склокристалічні пористі матеріали з високою механічною, хімічною та термічною стійкістю й заданими електричними властивостями.

У якості ефективних заходів захисту від ЕМВ, що виникають вздовж ліній високовольтних електропередач, можна було б запропонувати використовувати невисокі паркани з пористої феромагнітної склокераміки, яка завдяки своїм унікальним феромагнітним властивостям буде притягувати та поглинати надлишки електромагнітного випромінювання.

Феромагнітна склокераміка була отримана в системі ZnO — Bi_2O_3 — Fe_2O_3 шляхом додавання в цинковий ферит $ZnFe_2O_4$ і кальцієвий ферит $CaFe_2O_4$ $BiFeO_3$, розплавлення суміші і швидкого охоложення розплаву [17].

На основі вищезазначененої системи була отримана Ва-феритна склокераміка, яка складається з частинок Ва-фериту (пластиноч діаметром 50–500 нм), вплавлених в матрицю SiO_2 . Зразки містили ~ 30 мас. % фази Ва-фериту. Вимірювання проводили при вихідному залишковому намагнічуванні і перемагнічуванні в імпульсному магнітному полі до повного перемагнічування. Середній розмір доменів у вихідному стані (випал при 800 К, 1 год.) складає 240 нм. Анізотропія деполяризації свідчить про відсутність або наявність тільки незначної магнітної текстури. Середній розмір доменів збільшувався до 580 нм при залишковій намагнічованості насищення. До того ж текстура безперервно розвивалась у напрямку переважної орієнтації намаг-

ніченості доменів відповідно до магнітного поля. При перемагнічуванні середній розмір доменів повільно зменшувався і потім досягав максимуму ≈ 1 мкм. Середній розмір доменів перевищував середній розмір частинок Ва-фериту. Магнітні властивості склокераміки обумовлені високою магнітною взаємодією між з'єднаними частинками на відстанях, які перевищують розмір частинок.

Перевагою таких феромагнітних склокристалічних матеріалів є технологічність процесу їх отримання, можливість покращення захисних властивостей за допомогою введення у склокристалічну матрицю волокон SiC або графену.

Висновки

Таким чином, використання невисоких парканів, виготовлених з феромагнітної склокераміки, вздовж ліній високовольтних електропередач дозволяє знизити негативний вплив електромагнітного випромінювання на об'єкти живої природи. Різноманіття типів допування запропонованих склокристалічних матеріалів та отримання різних текстур (пористі, різношарові і т.д.) дозволяє вирішувати багато задач із захисту навколошнього природного середовища від електромагнітного випромінювання.

Література

1. Богуш В. А. Электромагнитные излучения. Методы и средства защиты /В. А. Богуш / М.:Бестпринт. — 2003. — С. 406.
2. Brauner C. Electromagnetic fields — a phantom risk. // Christian Brauner// Swiss Reinsurance Company Author; D-Freiburg — 1996. — 33 p.
3. Geetha S. EMI Shielding: Methods and Materials—A Review //S. Geetha, K.K. Satheesh Kumar, Chepuri R.K. Rao, M. Vijayan, D.C. Trivedi // Journal of Applied Polymer Science. — 2009 — Vol. 112. — P. 2073–2086.
4. Антипов В.В, Давыдов Б.И., Тихончук В.С. Биологическое действие, нормирование и защита от электромагнитных излучений. / В.В. Антипов, Б.И.Давыдов, В.С. Тихончук/ М.: Энергоатомиздат. — 2002. — 177 с.
5. Максимов М.Т. Экологические загрязнения и их измерения / М.Т. Максимов— М.: Графика М, 2003. — 287 с.

6. Васильева Е.Г. Механизм влияния электромагнитных полей на живые организмы // Е.Г. Васильева// Вестник АГТУ: Экология. — № 3. — 2008. — С. 186-191.
7. Антонов В. Ф. Физика и биофизика. Курс лекций для студентов медицинских вузов./ В. Ф. Антонов, А. В. Кожуев/ 3-е изд., ГЭОТАР-Медиа, 2007. — 240 с.
8. Пресман А.С. Электромагнитная сигнализация в живой природе /А.С. Пресман/ М.:Наука, 2004. — 143 с.
9. Горюшко Д.Н. Отражение радио-импульса от гиротропной ферритовой пленки на диэлектрическом слое //Д.Н. Горюшко, А.А. Шматъко /Вісник ХНУ ім. В.Н. Каразіна, № 544. — “Радіофізика та електроніка”. — 2002. — № 1. — С. 104-107.
10. Островский О.С. Защитные экраны и поглотители электромагнитных волн // О.С. Островский, Е.Н. Одаренко, А.А. Шматъко/ ФИП, 2003, том1, №2. — С. 161-173.
11. Beall G.H. Refractory glass-ceramics based on alkaline earth aluminosilicates // G.H.Beall / J. of the European Ceramic Society, 2009, №29. — Р. 1211-1219.
12. Refractory glass ceramics. Patent 2009/0056380A1 US. № 11/895847; filed 28.08.07; pub. date 05.03.09. — 5 p.
13. Gruskova A. Microwave properties of some substituted LiZn ferrites // Anna Gruskova, JozefSlama, RastislavDosoudil, Marianna Usakova, Vladimir Jancarik, ElemirUsak// Journal of Magnetism and Magnetic Materials, 2008. — V.32. — P.860-864.
14. Костишин В.Г. Влияние микроструктуры на свойства радиопоглощающих никель-цинковых ферритов// В.Г. Костишин, Р.М. Вергазов, В.Г. Андреев, С.Б. Бибиков, С.В. Подгорная, А.Т. Морченко // Известия вузов. Материалы электронной техники, 2010. — № 4. — С.18-22.
15. Черепанов Б.С. Макроструктура пенокерамики и ее прочностные свойства// Б.С. Черепанов, Д.И. Давидович // Стекло и керамика, 1981, № 6 — С. 13-24.
16. Николайчук Г. Радиопоглощающие материалы на основе наноструктур// Г. Николайчук, В. Иванов, С. Яковлев// Электроника: Наука, Технология, Бизнес. — № 1. — 2010. — С.92-95.
17. Брагіна Л.Л. Структура та властивості склокристалічних матеріалів: монографія / Л.Л. Брагіна, О.В. Саввова, О.В. Бабіч, Ю.О. Соболь. — Х.: ООО «Компанія СМІТ», 2016. — 253 с.

References

1. Bogush V.A. *Jelektromagnitnye izluchenija. Metody i sredstva zashchity* /V. A. Bogush / M.: Bestprint. — 2003. — S. 406.
2. Brauner C. *Electrosmog — a phantom risk.* // Christian Brauner// Swiss Reinsurance Company Author:, D-Freiburg — 1996. — 33 p
3. Geetha S. *EMI Shielding: Methods and Materials—A Review* //S. Geetha, K.K. Satheesh Kumar, Chepuri R.K. Rao, M. Vijayan, D.C. Trivedi // *Journal of Applied Polymer Science.* — 2009 — Vol. 112. — P. 2073–2086.
4. Antipov V.V, Davydov B.I., Tihonchuk V.S. *Biologicheskoe dejstvie, normirovanie i zashchita ot jelektromagnitnyh izluchenij.* / V.V. Antipov, B.I. Davydov, V.S. Tihonchuk/ M.: Jenergoatomizdat. — 2002. — 177 s.
5. Maksimov M.T. *Jekologicheskie zagrjaznenija i ih izmerenija* / M.T. Maksimov— M.: Grafika M, 2003. — 287 s.
6. Vasil'eva E.G. *Mehanizm vlijaniya jelektromagnitnyh polej na zhivye organizmy* // E.G. Vasil'eva// *Vestnik AGTU: Jekologija.* — № 3. — 2008. — S. 186-191.
7. Antonov V. F. *Fizika i biofizika. Kurs lekcij dlja studentov medicinskikh vuzov.*/ V.F. Antonov, A. V. Kozhuev/ 3-e izd., GJeOTAR-Media, 2007. — 240 s.
8. Presman A.S. *Jelektromagnitnaja signalizacija v zhivoj prirode* /A.S. Presman/ M.: Nauka, 2004. — 143 s.
9. Gorjushko D.N. *Otrazhenie radio-impul'sa ot girotropnoj ferritovojo plenki na dijelektricheskom sloe* // D.N. Gorjushko, A.A. Shmat'ko /Visnik HNU im. V.N. Karazina, №544. — “Radiofizika ta elektronika”. — 2002. — № 1. — C. 104-107.
10. Ostrovskij O.S. *Zashhitnye jekrany i poglotiteli jelektromagnitnyh voln* // O.S. Ostrovskij, E.N. Odarenko, A.A. Shmat'ko/ FIP, 2003, tom1, №2. — S. 161-173.
11. Beall G.H. *Refractory glass-ceramics based on alkaline earth aluminosilicates* // G.H.Beall / J. of the European Ceramic Society, 2009, №29. — P. 1211-1219.
12. *Refractory glass ceramics. Patent 2009/0056380A1 US. № 11/895847; filed 28.08.07; pub. date 05.03.09.* — 5 p.
13. Gruskova A. *Microwave properties of some substituted LiZn ferrites* // Anna Gruskova, Jozef Slama, Rastislav Dosoudil, Marianna Usakova, Vladimir Jancarik, Elemir Usak// *Journal of Magnetism and Magnetic Materials*, 2008. — V.32. — P.860-864.

14. Kostishin V.G. *Vlijanie mikrostruktury na svojstva radiopogloshhajushhih nikel'-cinkovyh ferritov*// V.G. Kostishin, R.M. Vergazov, V.G. Andreev, S.B. Bibikov, S.V. Podgornaja, A.T. Morchenko // *Izvestija vuzov. Materialy jelektronnoj tehniki*, 2010. — № 4. — S.18-22.
15. Cherepanov B.S. *Makrostruktura penokeramiki i ee prochnostnye svojstva*// B.S. Cherepanov, D.I. Davidovich // *Steklo i keramika*, 1981, №6 — S. 13-24.
16. Nikolajchuk G. *Radiopogloshhajushchie materialy na osnove nanostruktur*// G. Nikolajchuk, V. Ivanov, S. Jakovlev// *Jelektronika: Nauka, Tehnologija, Biznes*. — № 1. — 2010. — S.92-95.
17. Brahina L.L. *Struktura ta vlastyvosti sklokrystalichnykh materialiv: monohrafiya* / L.L. Brahina, O.V. Savvova, O.V. Babich, Yu.O. Sobol'. — Kh.: OOO «Kompaniya SMIT», 2016. — 253 s.

Саввова О. В., Цапко Н. С. КОНСТРУКЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ КАК МЕТОДЫ ЭФФЕКТИВНОЙ ЗАЩИТЫ ЖИВЫХ ОРГАНИЗМОВ ОТ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ

Изучены основные принципы защиты объектов живой природы от влияния электромагнитного излучения на основе экранирования и использования радиопоглощающих материалов. Приведен обзор разнообразных типов защитных экранов, конструкций и материалов, которые применяются для их изготовления. Рассмотрены электромагнитные свойства радиопоглощающих материалов и сред, в том числе композитов из стеклокерамики.

Ключевые слова: электромагнитное излучение, защита, объекты живой природы, экранирование, стеклокерамика.

Savvova O.V., Tsapko N. S. CONSTRUCTION MATERIALS AS METHODS OF EFFECTIVE PROTECTION OF LIVING ORGANISMS FROM ELECTROMAGNETIC RADIATION

The main principles of protection of wildlife objects from the influence of electromagnetic radiation based on shielding and the use of radio-absorbing materials are studied. The review of various types of protective screens, structures and materials, which are used for their manufacture, is given. The electromagnetic properties of radio-absorbing materials and media, including composites from glass ceramics, are considered

Key words: electromagnetic radiation, protection, objects of wildlife, shielding, glass ceramics.