



УДК 539.421:620.179.17

О.В. Панова, асистент КНУБА

## ОЦІНКА ЕФЕКТИВНОСТІ ЕЛЕКТРОМАГНІТНИХ ЕКРАНІВ НА ОСНОВІ РІЗНИХ МАГНІТОМ'ЯКИХ МАТЕРІАЛІВ

**Актуальність проблеми.** Постійне зростання енергонасиченості житлових виробничих та адміністративних будівель і споруд має наслідком збільшення електромагнітного навантаження на побутове та виробниче середовище. Виходячи з цього, дослідження з захисту людей від впливу електромагнітних полів і випромінювань є одним з пріоритетних напрямів екологічних та праце охоронних досліджень і прикладних розробок [1].

**Аналіз основних досліджень і публікацій та постановка задачі.** Особливо актуальною ця проблематика є для багатофункціональних житлових комплексів великої поверховості, у яких крім потужних електротехнічних компонентів систем вентиляції і водопостачання, монтуються вбудовані трансформаторні підстанції, що дозволено чинними будівельними нормами [2].

Традиційний підхід до захисту від електромагнітних полів та випромінювань полягає у захисті часом (обмеження часу перебування людини у зоні впливу цих факторів) та відстанню (просторове розмежування джерела електромагнітного поля та людини), що детально опрацьовано та регламентується вимогами національних санітарних норм щодо роботи з джерелами електромагнітних полів [3].

Проте такі підходи на сьогоднішній день практично вичерпано (за винятком специфічних умов виробництв з підвищеними рівнями електромагнітних полів). Обмеження часу перебування та збільшення відстаней до джерел не завжди можливі як з точки зору часу перебування людей (житлові приміщення), так і виходячи з обсягів та характеру робіт, виконуваних персоналом. Тому норматив [3] регламентує низку організаційно-технічних заходів з електромагнітної безпеки, зокрема екранування окремих установок, приміщень тощо. Рекомендації щодо екрануючих матеріалів носять загальний характер, не надають кількісних характеристик екранів в залежності від параметрів полів, що блокуються. Дослідження останніх років довели, що стандартні захисні конструкції електротехнічного обладнання не завжди забезпечують нормативні рівні електричних, магнітних та електромагнітних полів у приміщеннях [4].

На сьогоднішній день як в Україні, так і за кордоном виконуються поодинокі роботи з визначення екрануючих властивостей магнітом'яких матеріалів [5, 6], у яких розглядаються окремі їх класи без надання практичних рекомендацій в залежності від параметрів полів, що екрануються та характеристик їх джерел. Значною мірою це обумовлене відсутністю надійних методик визначення екрануючих властивостей матеріалів різних класів в залежності від частотних та амплітудних характеристик генерованих електромагнітних полів.

**Метою роботи** є аналіз екрануючих характеристик традиційних та новітніх магнітом'яких матеріалів та надання практичних, науково обґрунтованих рекомендацій щодо їх використання.

**Виклад основного матеріалу.** В якості екрануючих матеріалів нормативом [3] рекомендуються алюміній, мідь, а також алюмінієві, мідні сплави та сталь і сплав пермалой у вигляді листів або сіток. Ці рекомендації не надають конкретних орієнтирів щодо їхнього використання і мають загальний характер. В більшій кількості випадків, дослідження екрануючих властивостей матеріалів стосується одного матеріалу і високочастотних полів, що ініціюється його виробником. Тому

така невизначеність має, значною мірою, суб'єктивний характер. До того ж з часом зростає кількість високочастотних джерел, що викликає занепокоєння у суспільстві.

За умови забезпечення надійного електричного контакту між частинами конструкції та заземлення (крім задач, пов'язаних з технічним захистом інформації), екранування таких випромінювань здійснюється будь-яким провідним матеріалом. Проте основною складовою електромагнітного фону є низькочастотні електромагнітні поля, що генеруються мережами електроживлення, електрообладнанням промислових підприємств та побутовими приладами. Відомо, що електрична компонента низькочастотного поля легко екранується за допомогою металевих рукавів, корпусів розподільчих щитів тощо, але екранування магнітної компоненти електромагнітного поля є складним технічним завданням. Для вирішення цієї проблеми необхідні матеріали, які мають великі магнітні проникності ( $\mu > 20000$ ) з високою стабільністю магнітних властивостей. Найчастіше вживаними з них є кристалічні залізокрем'яні сплави (електротехнічні сталі). Коефіцієнти екранування таких матеріалів залежать від режимів їхньої попередньої обробки і не завжди задовільні.

У виробничих умовах, найбільш поширеним засобом екранування магнітних полів є саме електротехнічні сталі. Такі сталі виготовляють у вигляді стрічок, що містить 2,8 – 3,8 % Si. Уздовж напрямку вальцювання їх магнітні властивості, значно вищі, ніж уперек (магнітна проникність – до 5000), що не ураховується при виготовленні захисних корпусів. Сталь завтовшки 0,2 – 0,6 мм використовується для роботи на частотах 50 Гц, а сталь товщини 0,2 – 0,05 мм використовується для частот 400 Гц та вище, але, у повсякденній практиці, як правило, їхні властивості та механізм зменшення рівнів полів за екраном не враховуються.

Дослідження, проведені з використанням стандартних методик (калібрований ферорезонансний датчик, персональний комп'ютер та таблиця поправочних коефіцієнтів) довели, що використання електротехнічних сталей доцільне для екранування наднизькочастотних електромагнітних полів низьких напруженостей (до 2 – 5 мк Тл за магнітною складовою). При цьому вага захисних екранів значна і потребує стаціонарного монтажу. Матеріалами, найбільш придатними для захисту від магнітних полів, є залізнікелеві сплави (пермалої) та аморфні металеві сплави з високим вмістом кобальту.

Пермалої виробляють у вигляді листів або стрічок завтовшки 0,12 – 2,5 мм та листів завтовшки 3 – 22 мм. Ці сплави містять від 45% до 89% нікелю. Високонікелеві пермалої (сплави з вмістом нікелю до 89%) використовуються в якості магнітних екранів. Це сплави марок 79НМ, 80НХС, 68НМП. На відсотковий вміст нікелю у маркуванні сплаву вказує цифра і літера Н, а літера П – про прямокутність властивостей сплаву від рівня зовнішнього магнітного поля. Основним недоліком пермалоїв є нестабільність захисних властивостей. Так, деформація найбільш поширеного сплаву 79НМ у 10% має наслідком зниження магнітної проникності (тобто екрануючих властивостей) майже у 20 разів, що обумовлює їх відповідне використання. Відновлення захисних властивостей потребує відпалу виробу у середовищі чистого водню, що технічно складно та економічно недоцільне.

Аморфні мангітом'які сплави, придатні для практичного використання, мають у складі основні метали – Fe, Ni, Co та аморфоутворюючі домішки – P, B, Si, C, Al. Сплави типу 85КСР та 71КНСР є найбільш поширеними матеріалами з високим вмістом кобальту. Аморфні металеві сплави виробляються у вигляді дуже тонких стрічок (до кілька десятків мкм), що обумовлено технологією швидкісного гартування (так зване «спінінгування») розплаву.

Як показують дослідження, при використанні однакових екрануючих матеріалів їхні екрануючі властивості значно підвищуються зі зростанням частоти навіть у



низькочастотних магнітних полях, проте зростає залежність цих властивостей від амплітудних рівнів цих полів.

Аналіз отриманих результатів свідчить, що з підвищенням частоти зовнішнього магнітного поля коефіцієнти екранування аморфного сплаву значно більші, ніж у пермалою (враховуючи різницю товщини екранів).

Унікальні захисні властивості аморфних магнітом'яких сплавів обумовлюються кількома факторами:

- великі магнітні проникності (до 800000 – 1500000 у відпаленому стані). При цьому відпал здійснюється за температур 350-400°C у атмосферному повітрі;
- малі товщини за однаковими з іншими матеріалами захисними властивостями;
- нечутливість до механічних впливів, що робить їх перспективними для розроблення засобів індивідуального захисту (енергетика, зварювальне виробництво тощо).

Слід враховувати, що аморфні сплави однакового хімічного складу різних виробників значно відрізняються за магнітними властивостями, що необхідно враховувати при впровадженні заходів з екранування електромагнітних полів та випромінювань.

**Висновки.** Для екранування електромагнітних полів та випромінювань необхідне врахування їх амплітудно-частотних характеристик, розмірів джерел та віддаленості від людей.

Електротехнічні сталі та пермалої доцільно використовувати для екранування електромагнітних полів наднизької та низької частот від стаціонарних джерел (трансформатори, електродвигуна тощо), де виключаються механічні ушкодження екранувальних конструкцій.

Магнітом'які аморфні сплави є найбільш ефективними і перспективними матеріалами для екранування електромагнітних полів частотою широкого діапазону і різних амплітуд.

Необхідна розробка високочутливого малогабаритного датчика магнітного поля, який би не спотворював результати вимірювань і мав би лінійні частотні характеристики чутливості.

Необхідне проведення ретельних комплексних досліджень захисних властивостей магнітом'яких матеріалів різних марок з метою формування інформаційної бази щодо їх практичного використання, що є **предметом подальших розвідок** у даному напрямку.

### *Література*

1. Томашевська М.А. Електромагнітні поля як біологічно активний фактор навколишнього середовища / М.А. Томашевська, Л.Г. Андрієнко, Т.Е. Кравчук // Гігієна населених місць. – 2006. – Вип.48. – С. 213-217.
2. Проектування електрообладнання об'єктів цивільного призначення: ДБНВ.25-23-2003. – [Чинний від 2004-01-06] – К.: Держбуд України, 2004. – 123с (Державні будівельні норми України).
3. Державні санітарні правила при роботі з джерелами електромагнітних полів: ДСан Пін 3.3.6.096 – 2002 [Чинний від 2003-01-04]. – К.: МОЗ України, 2003 – 16с. – (Державні санітарні норми України).
4. Акіменко В.Я. Магнітне поле 50 Гц як потенціальний фактор ризику житлового середовища багатофункціональних житлових комплексів / В.Я. Акіменко, П.В. Семашко, О.В. Коваленко, Л.В. Пелех // Гігієна населених місць. – 2007. – Вип.50. – С. 178-185.
5. Дисмюкс Д.Р. Аморфные сплавы для магнитных экранов / Д.Р. Прокошина. – М.: Металургия. – 1989. – 472с.
6. Оцінка захисних властивостей магнітом'яких матеріалів (О.І. Запорожець, В.А. Глива, В.І. Клапченко та ін. // Проблеми охорони праці в Україні. – 2007. – Вип. 14. – С. 35-42.