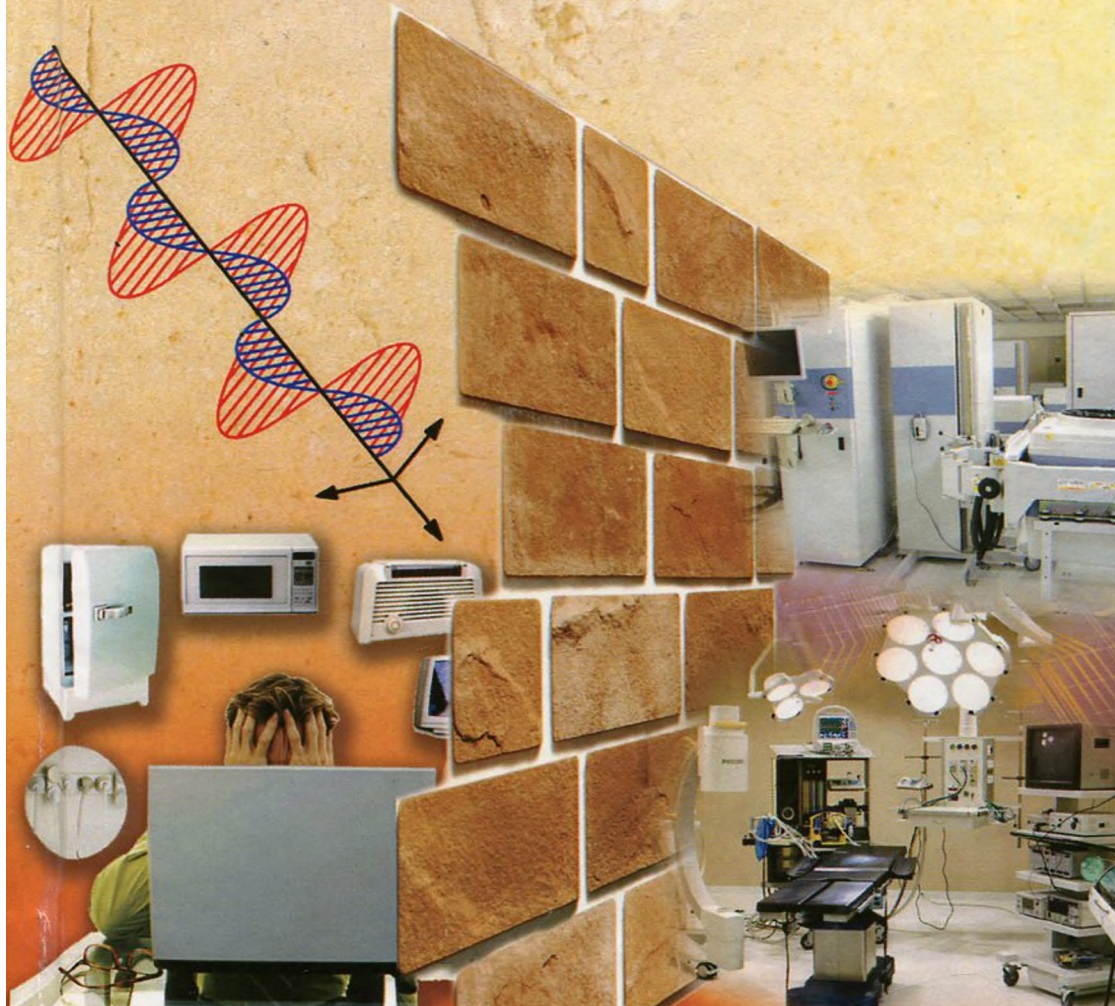


Г.В. ЛІСАЧУК

ФУНКЦІОНАЛЬНА КЕРАМІКА

**КЕРАМІЧНІ МАТЕРІАЛИ, ЩО ЗАХИЩАЮТЬ
ВІД ЕЛЕКТРОМАГНІТНОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ**



МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
«ХАРКІВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ»

Г. В. ЛІСАЧУК

ФУНКЦІОНАЛЬНА КЕРАМІКА

**КЕРАМІЧНІ МАТЕРІАЛИ, ЩО ЗАХИЩАЮТЬ
ВІД ЕЛЕКТРОМАГНІТНОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ**

Харків – 2013

УДК 666.646; 666.29; 537.874.7
ББК 35.41
Л 63

Рецензенти:

В. А. Свідерський, д-р техн. наук, проф., лауреат Державної премії України, за-
служ. діяч науки і техніки України, Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут»

О. В. Катрич, д-р фіз.-мат. наук., проф., завідувач кафедри «Фізична та біоме-
дична електроніка і комплексні інформаційні технології», Харківський національний
університет ім. В. Н. Каразіна

Публікується за рішенням Вченої Ради НТУ «ХПІ», протокол № 7 від
06.07.12.

Г. В. Лісачук

Л63 Функціональна кераміка. Керамічні матеріали, що захищають від елект-
ромагнітного випромінювання: монографія. – Харків: ТОВ «Планета-прінт»,
2013. – 280 с.

ISBN 978-966-97317-2-2

Вперше представлено дані про одержання електропровідної кераміки на основі преку-
рсорів феритового складу в системах $Fe_2O_3 - Al_2O_3 - CoO$ та $Fe_2O_3 - Al_2O_3 - NiO$. Розглянуто
процеси фазоутворення кераміки та захисних покриттів, отриманих як за композиційним
методом, так і шляхом спрямованої кристалізації з розплаву. Досліджено захисні властивості
від дії електромагнітного випромінювання в діапазоні частот 26 ГГц – 36 ГГц композиційної
кераміки на основі графітовмісної маси і феритвмісного покриття.

Книга становить інтерес для аспірантів та магістрів, які спеціалізуються в області тех-
нології функціональних неметалевих матеріалів, а також може бути корисною для науково-
технічних працівників.

Лл. 142. Табл. 95. Бібліогр. 267.

G. V. Lisachuk

Functional ceramics. Ceramic materials protecting against the electromagnetic
irradiative influence: monography. – Kharkiv: «Planeta-Print», 2013, – 280 p.

First time data the obtaining of electrospending ceramics on the basis of precursors
of ferrite compositions in the systems of $Fe_2O_3 - Al_2O_3 - CoO$ та $Fe_2O_3 - Al_2O_3 - NiO$. were
presenting. Phase forming processes of the ceramics and coatings, gotten both a composi-
tion method and way of directed crystallization from melt are considered. The protective
properties against the action of electromagnetic radiation in the frequency range 26-36
GHz composition ceramics that based on graphite-containing mass and ferrite-containing
coatings are determined.

The book is of interest for the graduate students and master's degrees, that special-
ized in area of technology of functional non-metal materials, and also useful for scientists,
investigators and technologists.

Ill. 142. Tab. 95. Bibl. 267.

ISBN 978-966-97317-2-2

УДК 666.646; 666.29; 537.874.7
ББК 35.41

© Г. В. Лісачук, 2013 р.

ЗМІСТ

ПЕРЕДМОВА	2
ГЛАВА 1. ЕЛЕКТРОМАГНІТНА БЕЗПЕКА ПРОМИСЛОВИХ І БІОЛОГІЧНИХ ОБ'ЄКТІВ	5
1.1. Теоретичні основи і методи захисту від дії електромагнітного випромінювання	5
1.1.1. Електромагнітне поле та його характеристики. Поняття радіочастотний діапазон. Електромагнітні параметри речовини	5
1.1.2. Основні джерела електромагнітного випромінювання та його вплив на організм людини та електронні системи	7
1.1.3. Допустимі рівні впливу електромагнітних полів на організм людини	9
1.1.4. Класифікація матеріалів за електромагнітними властивостями. Фізичні основи ослаблення електромагнітного випромінювання	11
1.1.5. Методи і засоби захисту від дії електромагнітного випромінювання	14
1.2. Створення керамічних матеріалів, що захищають від дії електромагнітного випромінювання	16
1.3. Теоретичні основи створення електропровідних і магнітних керамічних матеріалів, що захищають від дії електромагнітного випромінювання	23
1.3.1. Електропровідна і магнітна композиційна кераміка	23
1.3.2. Вимоги до керамічних композиційних матеріалів, що захищають від дії електромагнітного випромінювання	25
1.3.3. Технологічні особливості створення електропровідних і магнітних керамічних композиційних матеріалів	27
1.4. Різновиди феритів, їх структура і властивості	28
1.4.1. Дослідження в галузі синтезу феритвміщуючих склокристалічних матеріалів та покриттів	32
1.5. Напрямки створення захисних склокристалічних покриттів	36
ГЛАВА 2. ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ СТВОРЕННЯ КЕРАМІЧНИХ ТА СКЛОКРИСТАЛІЧНИХ МАТЕРІАЛІВ	39
2.1. Вибір феромагнітної добавки	39
2.1.1. Теоретичні основи та параметри синтезу кобальт-, мідь-	

та цинковмісних феритів	41
2.1.2. Вивчення фазового складу та властивостей феритів	42
2.1.3. Термодинамічне обґрунтування використання фериту кобальту для створення неорганічних покриттів з магнітними властивостями	48
2.2. Теоретичні розрахунки в системах оксидів $Fe_xO_y - Al_2O_3 - RO$	52
2.3. Пошук та обґрунтування хімічних складів феритвмісних склокомпозицій	60
2.3.1. Теоретичні розрахунки складів прекурсорів	60
2.3.2. Вибір складу вихідної скломатриці	63
2.3.3. Розрахункове прогнозування структури і властивостей склокомпозицій в досліджуваних системах оксидів	67
2.3.4. Експериментальні дослідження властивостей склокристалічних покриттів	70
2.3.5. Дослідження фазового складу та структури склокомпозицій	72
2.3.6. Дослідження механічних характеристик склокристалічних покриттів	82
2.4. Термодинамічна оцінка реакцій фазоутворення у склокристалічних покриттях	85
2.5. Розрахунки характеристик структури і властивостей скоригованих складів склокомпозицій	90
2.6. Дослідження процесів фазових перетворень у склокомпозиціях	93
2.7. Визначення кінетичних характеристик фазоутворення в експериментальних складах склокристалічних покриттів	98
2.8. Дослідження електрофізичних і магнітних властивостей модельних склокомпозицій	106
2.9. Дослідження фазового складу, структури і властивостей покриттів, випалених у різних окисно-відновних умовах	108
ГЛАВА 3. СИНТЕЗ КЕРАМІЧНИХ МАТЕРІАЛІВ, ЩО ЕКРАНЮЮТЬ ЕЛЕКТРОМАГНІТНІ ВИПРОМІНЮВАННЯ	122
3.1. Вибір напрямку досліджень	122
3.2. Дослідження питомого об'ємного опору, фізико-механічних та експлуатаційних властивостей діелектричних матриць	124

3.3. Вибір електропровідної добавки для створення композиційної кераміки	127
3.4. Розробка технологічних параметрів виробництва електропровідної композиційної кераміки	159
ГЛАВА 4. СИНТЕЗ СКЛОКРИСТАЛІЧНИХ ПОКРИТТІВ, ЩО ЕКРАНЮЮТЬ ЕМВ	167
4.1. Отримання електропровідних нефритованих покриттів по кераміці	167
4.2. Обґрунтування вибору хімічних складів базових склокомпозицій	181
4.3. Розробка хімічних складів покриттів зі спеціальними властивостями	184
4.4. Розрахунки структурних характеристик вихідних стекол і властивостей їх розплавів. Вибір режиму випалу покриттів	189
4.5. Дослідження фазового складу, фізико-хімічних та експлуатаційних властивостей покриттів	193
4.5.1. Фазовий склад покриттів	193
4.5.2. Теплофізичні властивості покриттів	198
4.5.3. Механічні властивості покриттів	203
4.5.4. Хімічна стійкість покриттів	204
4.6. Оптимізація хімічних складів покриттів за результатами симплекс-гатчастого планування	206
4.7. Вивчення магнітних властивостей склокристалічних покриттів оптимальних складів	213
ГЛАВА 5. ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ФАКТОРІВ НА ЕЛЕКТРОПРОВІДНІ ТА МАГНІТНІ ВЛАСТИВОСТІ КЕРАМІЧНИХ ЗАХИСНИХ МАТЕРІАЛІВ	219
5.1. Розрахунок коефіцієнта загасання, питомого опору та магнітної проникності композиційної кераміки	219
5.1.1. Розрахунок коефіцієнта загасання	219
5.1.2. Розрахунок об'ємного питомого опору композиційної кераміки	222
5.1.3. Розрахунок магнітної проникності композиційної кераміки	222
5.2. Дослідження захисних властивостей електропровідної	

композиційної кераміки	224
5.2.1. Вивчення технологічних прийомів створення монолітної керамічної комірки з провідними властивостями	224
5.2.2. Вивчення коефіцієнта екранного загасання електропровідної композиційної кераміки	227
5.3. Старіння електропровідної композиційної кераміки	233
5.4. Дослідження впливу другого випалу на властивості електропровідної композиційної кераміки	234
5.5. Вивчення фазового складу та мікроструктури електропровідної композиційної кераміки	236
5.6. Дослідження захисних властивостей склокристалічних покриттів	239
5.7. Розробка багат шарових композиційних матеріалів	246
СПИСОК ДЖЕРЕЛ ІНФОРМАЦІЇ	253