

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ЦИВІЛЬНОГО ЗАХИСТУ УКРАЇНИ

(повне найменування вищого навчального закладу)

ФАКУЛЬТЕТ ОПЕРАТИВНО-РЯТУВАЛЬНИХ СИЛ

(повне найменування інституту, назва факультету (відділення))

КАФЕДРА СПЕЦІАЛЬНОЇ ХІМІЇ ТА ХІМІЧНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ

(повна назва кафедри (предметної, циклової комісії))

Пояснювальна записка

до кваліфікаційної роботи

за другим (магістерським) рівнем вищої освіти

на тему: «Розробка спеціальних цементів для захисту від електромагнітного випромінювання»

Виконав: здобувач вищої освіти 2 курсу за
другим (магістерським) рівнем вищої освіти,
групи ЗМХТ-18-213

галузі знань (освітньо-професійної програми))

16 «Хімічна та біоінженерія»,
(«Радіаційний та хімічний захист»)

(шифр і назва напрямку підготовки, спеціальності)

Віталій ЗІМІН

(Ім'я та ПРІЗВИЩЕ)

Керівник Олена ХРИСТИЧ

(Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

Рецензент Володимир БОРЛОВ

(Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ЦИВІЛЬНОГО ЗАХИСТУ УКРАЇНИ

Факультет(підрозділ) оперативно-рятувальних сил

Кафедра спеціальної хімії та хімічної технології

Галузь знань 16 «Хімічна та біоінженерія»

(шифр і назва)

Спеціальність 161 «Хімічні технології та інженерія»

(шифр і назва)

Освітньо-професійна програма «Радіаційний та хімічний захист»

Рівень вищої освіти другий
(магістерський)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Начальник кафедри спеціальної хімії та хімічної технології

Олена ТАРАХНО

“ ” 2020 року

ЗАВДАННЯ

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА ВИЩОЇ ОСВІТИ

Зіміна Віталія Єгоровича

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи «Розробка спеціальних цементів для захисту від електромагнітного випромінювання»

керівник роботи **Христинч Олена Валеріївна, кандидат технічних наук**

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом НУЦЗУ України від “02” 03. 2020 року № 28

2. Строк подання здобувачем вищої освіти роботи 13.06.2020 р.

3. Вихідні дані до роботи Алюмінати та феррити барію; температура експлуатації 1450 °С; швидкі терміни тужавіння; висока міцність; високий рівень захисту від електромагнітного випромінювання

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) Аналіз властивостей та технологій отримання спеціальних захисних цементів; дослідження вихідних сировинних матеріалів; термодинамічні розрахунки; розрахунок сировинних композицій; дослідження технічних властивостей розроблених цементів; дослідження захисних властивостей цементу для захисту від електромагнітного випромінювання, заходи безпеки щодо охорони праці та навколишнього середовища.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)

Хімічний склад сировинних матеріалів; теоретичний аналіз вибору напрямку, технічні властивості розробленого спеціального цементу, захисні властивостей цементу для захисту від електромагнітного випромінювання, висновки щодо проведених досліджень.

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	Завдання прийняв
Охорона праці	Дейнека В.В., доцент кафедри спеціальної хімії та хімічної технології		
Н.контр.	Скородумова О.Б., професор кафедри спеціальної хімії та хімічної технології		

7. Дата видачі завдання 02.03.2020 року

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломної роботи	Строк виконання етапів роботи	Пр імітка
1	Отримання завдання з кваліфікаційної роботи.	03.03.2020	
2	Підбір джерел інформації, обґрунтування тематики	11.03.2020	
3	Складання плану кваліфікаційної роботи	18.03.2020	
4	Оформлення літературного огляду.	Березень 2020р.	
5	Теоретичний аналіз вибору напрямку досліджень.	Березень 2020р.	
6	Розрахунок сировинних композицій і синтез цементів	Березень – квітень 2020р.	
7	Дослідження технічних властивостей цементів.	Квітень 2020р.	
8	Оцінка температур служби матеріалів.	Квітень 2020р.	
9	Дослідження захисних властивостей цементу для захисту від електромагнітного випромінювання.	Квітень – травень 2020р.	
10	Оформлення результатів дипломної роботи, Обґрунтування висновків по дипломній роботі та подання її на рецензування	Травень 2020р.	
11	Оформлення комплексу заходів з охорони праці	Травень 2020р.	

12	Подання роботи на захист і захист дипломної роботи	13.06.2020 р.	
----	--	---------------	--

Здобувач вищої освіти

_____ Віталій ЗІМІН
(підпис) (Власне ім'я ПРІЗВИЩЕ)

Керівник роботи

_____ Олена ХРИСТИЧ
(підпис) Власне ім'я ПРІЗВИЩЕ

РЕФЕРАТ

Звіт про КР : 73 с., 7 рис., 16 табл., 63 джерел, - додатки.

Ключові слова: захист, електромагнітне випромінювання, цемент, властивості, структура.

Об'єкт досліджень: спеціальний барійвмісний цемент нового класу з комплексом високих експлуатаційних.

Мета роботи: розробка нових ефективних доступних будівельних матеріалів спеціального призначення для захисту від електромагнітних випромінювань (ЕМВ) з високими експлуатаційними характеристиками та визначення їх фізико-механічних та технічних властивостей на основі барійвмісних сполук.

Стислий зміст роботи та висновки: оптимізовано області складів і розроблено спеціальний цемент, який відносяться до в'язучих матеріалів з низьким водоцементним співвідношенням, є швидкотужавним, (швидкотверднучим, високоміцним жаростійким матеріалом). Дослідження захисних властивостей цементу - захисту від електромагнітного випромінювання. Визначена можливість використання розроблених матеріалів в складі матеріалів, що екранують від ЕМВ.

Область використання: можливо рекомендувати дані будівельні матеріали для захисту біологічних і технічних об'єктів від впливу електромагнітного випромінювання і підвищення стійкості таких об'єктів при впливі вражаючих факторів. Крім того, за технологіям можуть виготовлятися вироби складного фасону і різних габаритів для захисту від ЕМВ в різних областях промисловості.

ABSTRACT

QW report: 73 pages, 7 figures, 16 tables, 63 sources, - appendices.

Keywords: electromagnetic radiation protection, cement, property, structure

Object of research: special barium-containing cement of a new class with a complex of high operational.

Purpose: development of new effective available building materials for special purposes for protection against electromagnetic radiation (EMR) with high performance characteristics and determination of their physical, mechanical and technical properties based on barium-containing compounds.

Summary of work and conclusions: the areas of warehouses have been optimized and a special cement has been developed, which belongs to binders with a low water-cement ratio, is fast-hardening (fast-hardening, high-strength heat-resistant material). Investigation of the protective properties of cement - protection against electromagnetic radiation. The possibility of using the developed materials as a part of the materials shielding from EMR is defined.

Scope: it is possible to recommend these building materials for protection of biological and technical objects from influence of electromagnetic radiation and increase of stability of such objects at influence of damaging factors. In addition, the technology can be manufactured products of complex style and different dimensions for protection against EMR in various industries.

ЗМІСТ

ВСТУП	8
РОЗДІЛ 1. АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД	9
1.1 Загальні відомості. Електромагнітні випромінювання .	9
1.2. Матеріали для захисту від електромагнітного випромінювання.	10
1.3. Вплив електромагнітних випромінювань на організм людини.	20
1.4. Захист від електромагнітних випромінювань.	22
1.5. Характеристика матеріалів для захисту від електромагнітного випромінювання	27
1.6. Технічні вимоги, що висуваються до матеріалів для захисту від електромагнітного випромінювання.	29
1.7 Висновки до розділу	31
РОЗДІЛ 2 ХАРАКТЕРИСТИКА МАТЕРІАЛІВ ТА МЕТОДІВ ДОСЛІДЖЕНЬ	33
2.1 Хімічний склад вихідних сировинних матеріалів	33
2.2 Методи дослідження	34
2.3 Висновки до розділу	36
РОЗДІЛ 3 ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА	38
3.1 Термодинамічний аналіз взаємних реакцій в системі.	38
3.2 Розробка складу спеціального цементу.	41
3.3. Фізико-технічні властивості розробленого спеціального цементу.	44
3.4 Оптимізація складу спеціального цементу.	46
3.5. Оцінка температур служби розроблених цементів.	47
3.6 Дослідження захисних властивостей цементу для захисту від	

					НУЦЗУ.2.18-27. СХ та ХТ РПЗ-02			
<i>Зм</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підп.</i>	<i>Дата</i>				
Розробив		Зімін В.Є.			Розробка спеціальних цементів для захисту від електромагнітного випромінювання	<i>Лім.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листів</i>
Перевірила		Христин О.В.					6	
Н.контр.		Скородумова О.Б				ЗМХТ-18-213		
Затв.		Тарахно О.В.						

електромагнітного випромінювання.	50
3.7 Висновки до розділу	57
4 ЕКОНОМІКО-ОРГАНІЗАЦІЙНІ РОЗРАХУНКИ	57
5 ОХОРОНА ПРАЦІ	61
5.1.Законодавство з охорони праці. Загальні положення	61
5.2 Характеристика умов праці.	62
5.3. Метеорологічні умови	65
5.4 Електробезпека	68
5.5 Захист від електромагнітних випромінювань.	69
5.6. Режим особистої безпеки.	71
ВИСНОВКИ	72
ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ІНФОРМАЦІЇ	73

					НУЦЗУ.2.18-27.СХ та ХТ.РПЗ.02	Лист
Изм	Лист	Подп.	№ докум	Дата		7

ВСТУП

Сучасне будівництво потребує застосування нових ефективних доступних будівельних матеріалів спеціального призначення для захисту від небезпечних екологічних факторів. На сучасному етапі розвитку науково-технічного прогресу електромагнітні поля (ЕМП) ввійшли в розряд найбільш небезпечних, які негативно впливають на навколишнє середовище, в першу чергу на біологічні об'єкти, які знаходяться в зоні електромагнітного випромінювання (ЕМВ) та технічний стан радіоелектронних пристроїв. Зростаючий рівень електромагнітного випромінювання ставить проблему розробки нових ефективних універсальних будівельних матеріалів для зведення екологічно безпечних будівель (житлових будинків і промислових будівель). Сучасні будівлі і споруди, зведені з використанням існуючих будівельних матеріалів і технологій, інколи не тільки не захищають біологічні і технічні об'єкти від цієї небезпеки, а і самі можуть бути джерелами електромагнітних випромінювань при наявності у їх складі підвищеного вмісту природних радіонуклідів.

Вплив електромагнітних випромінювань викликає ряд гальмівних процесів центральної нервової системи (головний біль, млявість, сонливість, швидке стомлення), зміни у функціонуванні серцево-судинної системи (почастішання пульсу, підвищення температури, зміна складу крові в бік збільшення числа лейкоцитів і зменшення еритроцитів). Функціональні порушення, викликані біологічною дією електромагнітних полів, здатні накопичуватися в організмі, але є оборотними, якщо виключити вплив випромінювання і поліпшити умови праці.

Для зменшення відображення електромагнітної енергії стіни і стеля доцільно покривати спеціальними в'язучими матеріалами, що мають підвищені захисні властивості від електромагнітних випромінювань. Тому розробка складів спеціального цементу, здатних ефективно послаблювати вплив електромагнітного випромінювання, в широкому спектрі використання - є актуальною проблемою та метою даної дипломної роботи.

					НУЦЗУ.2.18-27.СХ та ХТ.РПЗ.02	Лист
						8
Изм	Лист	Подп.	№ докум	Дата		

РОЗДІЛ 1. АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД

Прогрес науки і техніки, розробка нових пристроїв, що працюють в області радіофізики, фізики плазми, в лазерній техніці, постійно зростаючі вимоги до електромагнітної стійкості, вимагають планомірного вдосконалення і розробки нових ефективних спеціальних матеріалів

Нові технологічні процеси на різних підприємствах висунули ряд проблем, зокрема щодо захисту працюючих від електромагнітних випромінювань, створюваних установками високої і надвисокої частот.

1.1. Загальні відомості. Електромагнітні випромінювання

Джерела електромагнітних полів (ЕМП) можуть бути природного та антропогенного характеру [1]:

Штучними джерелами випромінювань є потужні радіотелевізійні, радіолокаційні станції, станції мобільного зв'язку, недосконалі комп'ютери, високовольтні лінії електрозв'язку, електротранспорт, електростанції й підстанції, промислові установки височастотного нагріву, вимірювальні прилади, мікрохвильові печі, телевізори, електроплити, праски, холодильники, а також будь-які елементи, що підключені до мережі

До *природних джерел* належать: Земля, Сонце, Космос . Електричне поле Землі має середню напруженість $E = 130$ н/м . Менша напруженість у полюсів, більша - у екватора Ці величини змінюються під впливом сонячної активності, енергії космічних випромінювань До цих вічно існуючих полів і випромінювань адаптувалося усе живе.

Електромагнітні випромінювання антропогенного походження розглядають як один з різновидів енергетичних забруднювачів, тому що вони негативно впливають на організм людини, на інші живі організми та здійснюють шкідливий вплив на екологічні системи ЕМП мають енергію і поширюються у вигляді електромагнітних хвиль. Основними параметрами електромагнітних хвиль є довжина хвилі, частота

					НУЦЗУ.2.18-27.СХ та ХТ.РПЗ.02	Лист
						9
Изм	Лист	Подп.	№ докум	Дата		

коливань, швидкість поширення Мірою вимірювання забруднення електромагнітними полями є напруженість (В/м) [2].

Частота коливань визначається в герцах (Гц) . Класифікація електромагнітних випромінювань за частотою:

- - низькочастотні випромінювання (НЧ): 0,003 Гц-30 кГц;
- - радіохвилі високочастотного (ВЧ) діапазону: 30 кГц-300 МГц;
- - радіохвилі ультрависокочастотного діапазону (УВЧ): 30300 МГц;
- - надвисокочастотні СВЧ: 300 МГц-300 ГГц.

1.2 Матеріали для захисту від електромагнітного випромінювання

Ця група гідравлічних в'язучих речовин різко відрізняється від цементів, виготовлених на основі портландцементного клінкера, видом вихідної сировини, технологією виробництва, хімічною й мінералогічною сполукою, властивостями, а також областями застосування. З неї входять глиноземистий й без усадковий цементи, а також гіпсоцементно-пуцоланові в'язучі [3].

Глиноземистий цемент — швидкотверднуча гідравлічна в'язуча речовина, одержувана тонким подрібненням обпаленої до спікання або сплавки сировинної суміші, багатой глиноземом. Як сировинні матеріали для одержання глиноземистого цементу використовують вапняк або вапно й породи з високим вмістом глинозему Al_2O_3 , наприклад боксити. Мінералогічна сполука глиноземистого цементу характеризується більшим вмістом низько-основних алюмінатів кальцію, головним з яких є одно кальцієвий алюмінат $CaO \cdot Al_2O_3$.

Глиноземистий цемент має вигляд тонкого порошку сіро-зеленого, коричневого або чорного кольору. Щільність його в пухкому стані — 1000—1300, а в ущільненому — 3600—1800 кг/м³; нормальна густина звичайно 23—28 %. Тонкість помелу трохи вище тонкості помелу портландцементу; при просіванні глиноземистого цементу через сито № 008 повинне проходити не менш 90 % проби

					НУЦЗУ.2.18-27.СХ та ХТ.РПЗ.02	Лист
						10
Изм	Лист	Подп.	№ докум	Дата		

(по масі). Термін схоплювання глиноземистого цементу: початок-не раніше чим через 30 хв., кінець-не пізніше 12 год. з моменту схоплення цементу водою.

Процес твердіння глиноземистого цементу супроводжується значним тепловиділенням, що обмежує його застосування в масивних бетонних конструкціях, але є досить корисним при виробництві будівельних робіт у зимовий час.

Глиноземистий цемент випускають марок 400, 500 і 600. Марку цементу встановлюють по межі міцності при стиску зразків-кубів у віці 3 доби після твердіння в нормальних умовах. Цемент характеризується інтенсивним набором міцності в початковий термін твердіння: через 24 год. він набирає 80-90 % марочної міцності.

Бетони на глиноземистому цементі водонепроникні, стійкі в умовах прісних і сульфатних вод, а також морозостійкі. Вони добре твердіють у вологому середовищі при 15—20%. При підвищенні температури вище 25°C міцність бетону значно знижуються, тому бетони на глиноземистому цементі не можна піддавати пропарюванню й іншим методам штучного нагрівання. Не можна змішувати глиноземистий цементі портландцементом, тому що при цьому знижується його міцність.

Застосування глиноземистого цементу обмежено його високою вартістю (він в 3-4 рази дорожче портландцементу). Його використовують при термінових ремонтних і аварійних роботах, провадженні робіт у зимових умовах, для бетонних і залізобетонних споруд, що піддаються впливу сильно мінералізованим водам, одержання жаростійких бетонів, а також виготовлення безусадкових цементів і цементів що розширюються.

Безусадкові цементи і цементи що розширюються відрізняються здатністю при твердінні у вологих умовах трохи збільшуватися в об'ємі або не давати усадки. Промисловість випускає водонепроникний цемент, що розширюється, гіпсоглиноземистий цемент, що розширюється, а також водонепроникний безусадковий цемент.

					НУЦЗУ.2.18-27.СХ та ХТ.РПЗ.02	Лист
						11
Изм	Лист	Подп.	№ докум	Дата		

Водонепроникний цемент, що розширюється (ВРЦ) являє собою швидкосхоплюючу й швидко-в'язучу речовину, що гідравлічне твердне, одержувану шляхом спільного помелу й ретельного змішування подрібненого глиноземистого цементу, гіпсу й високоосновного гідро алюмінату кальцію. Цемент характеризується швидким схопленням: початок - раніше 4 хв., кінець - не пізніше 10 хв. із моменту схоплення. Лінійне розширення зразків із цементного тіста, що твердіє у воді протягом 1 доби, повинне бути в межах 0,3 – 1 %. Фізико-хімічна дрібність процесу розширення цементу полягає в тому, що в результаті взаємодії алюмінатів кальцію й гіпсу відбувається утворення гідросульфатоалюмінату кальцію, що супроводжується збільшенням об'єму [3,4].

Водонепроникний цемент, що розширюється (ВРЦ) застосовують для зароблення й гідроізоляції швів тубінгів, розтрубних сполук, створення гідроізоляційних покриттів, закладення стиків і тріщин у залізобетонних конструкціях і т.д. Його не можна застосовувати в конструкціях, експлуатованих при температурі вище 80 °С.

Водонепроникний без усадковий цемент (ВБЦ) — швидкосхоплююча й швидкотверднуча гідравлічна в'язуча речовина, одержувана шляхом ретельного змішування глиноземистого цементу, пів-водневого гіпсу й гашеного вапна. Початок схоплення цементу повинен наступати не раніше 1 хв, а кінець - не пізніше 5 хв. із моменту схоплення. Величина відносного лінійного розширення зразків із цементного тесту через 1 добу їх твердіння у воді повинне перебувати в межах 0,01 - 0,1 %.

Цемент застосовують для влаштування гідро ізолюючої торкретної оболонки бетонних і залізобетонних підземних споруджень, експлуатованих в умовах підвищеної вологості (тунелі, фундаменти й т. п).

Гіпсоцементно – пуцоланове в'язуче (ГЦПВ) одержують змішанням 50—75 % пів-водневого (будівельного або високоміцного) гіпсу, 15—25 % портландцементу й 10—25 % пуцоланової (гідравлічної) добавки. Замість портландцементу доцільно застосовувати пуцолановий портландцемент із необхідною кількістю активної добавки, а також шлакопортландцемент.

					НУЦЗУ.2.18-27.СХ та ХТ.РПЗ.02	Лист
						12
Изм	Лист	Подп.	№ докум	Дата		

Гіпсоцементно - пуцоланове в'яжуче випускають марок 100 і 150. Воно характеризується швидким твердінням і підвищеною водостійкістю. Міцність бетонів на ГЦПВ 15—30 МПа, причому вже через 2—3 год. після їхнього готування міцність досягає 30—40% марочної, коефіцієнт розм'якшення 0,6—0,8; морозостійкість— 25—50 циклів. Для прискорення твердіння бетонів на ГЦПВ їх пропарюють при 70—80 °С, при цьому через 5— 8 год. міцність бетону досягає 70—90 % кінцевої.

Гіпсоцементне – пуцоланове в'яжуче застосовують для виготовлення панелей основи підлоги, санітарно – технічних кабін, вентиляційних блоків і інших виробів [4].

Основною задачею є розробка матеріалів з високим ступенем захисту, які діляться на: легкі матеріали; матеріали, що складаються в основному з елементів з середнім значенням атомного номера; важкі матеріали.

Для зниження потоків радіації, які утворюються при ядерних процесах, до рівня безпечного в біологічному відношенні, а також для ослаблення нейтронного і гамма-випромінювання застосовуються захисні екрани. Товщина елементів захисту залежить від захисної здатності матеріалів [4]. Захисна здатність різних матеріалів в ослабленні гамма-випромінювання залежить від атомного номера елементів, які створюють захисний матеріал, тобто, від кількості електронів в атомах елементів і енергії випромінювання. Чим більше атомний номер (Z) елементу, тим більше ефективні перерізи атомів всіх реакцій ослаблення гамма-випромінювання . При ослабленні нейтронного випромінювання важливо, що характер взаємодії з речовиною залежить від енергії самого нейтрона і від виду матеріалу, крізь який проходить нейтронний потік. Речовини з низьким атомним номером є якнайкращими матеріалами для уповільнення швидких і проміжних нейтронів. З метою поліпшення поглинаючої здатності матеріалу від дії нейтронів в ньому збільшують вміст водню або бору, або покращують його загальні захисні властивості, збільшуючи густину .

У конструкціях захисту від іонізуючого випромінювання використовують матеріали з великою захисною ефективністю, серед яких найбільше значення мають

					НУЦЗУ.2.18-27.СХ та ХТ.РПЗ.02	Лист
						13
Изм	Лист	Подп.	№ докум	Дата		

бетони, оскільки використання різного роду добавок і заповнювачів дозволяє модифікувати їх фізико-хімічні властивості, що спричиняють вирішальну дію на ефект ослаблення випромінювання.

При дії випромінювання на мінерали в них виникають різного роду зміни: з'являються радіаційні дефекти, вакансії, упродовження, заміщення і т.д., що приводить до глибокої зміни кристалічної і молекулярної структури речовини, зміни його властивостей. При дії нейтронного і гамма-випромінювання на матеріали також має місце і радіаційне тепловиділення .

Для будівництва біологічного захисту застосовують в основному портландцемент , який після тверднення містить до 20 мас. % води у зв'язаному стані. Проте, при нагріванні матеріалу, вода затворення, у тому числі і зв'язана, виділяється з бетону при достатньо низькій температурі (при 155 – 400 °С відбувається дегідратація алюмінатів і силікатів кальцію), що знижує захисні властивості цього матеріалу і приводить до розміщення цементу до 60 %. При підвищенні температури від 400 до 600 °С відбувається дегідратація $\text{Ca}(\text{OH})_2$ з утворенням CaO , що викликає подальше порушення структури матеріалу. Нагрівання до 600 – 800 °С і подальша витримка матеріалу при вказаних температурах приводить до повного руйнування портландцементу внаслідок гідратації вторинного CaO з утворенням $\text{Ca}(\text{OH})_2$. Тому для підвищення жаростійкості звичайних бетонів, приготованих на основі портландцементу, вводять тонкомолоті добавки, зв'язуючи CaO . Ці добавки містять SiO_2 , Al_2O_3 , Cr_2O_3 в кількості до 1 мас. ч. на 1 мас. ч. цементу. При нагріванні до 600 – 1200 °С вказані оксиди вступають в реакцію з CaO і зв'язують вільне вапно. Якнайкращими добавками є: тонкомолотий шамот, керамзит, зола-віднесення, гранульований шлак, базальт і ін. Проте, захисні властивості таких бетонів не є високими, оскільки до їх складу не входять елементи з великою атомною вагою.

При підвищених температурах доцільно застосовувати глиноземистий цемент, який створює при твердненні кристалогідрати з великою кількістю зв'язаної води типу $2\text{CaAl}_2\text{O}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$. Недоліком глиноземистого цементу є виділення великої кількості тепла, що виділяється при затворенні його водою, яке і викликає

					НУЦЗУ.2.18-27.СХ та ХТ.РПЗ.02	Лист
						14
Изм	Лист	Подп.	№ докум	Дата		

виникнення внутрішніх напруг в спорудах, що приводить до появи тріщин і порушення монолітності каркаса захисту.

Як захисний матеріал може бути застосований і магнезійний цемент, в якому при твердненні утворюються комплексні солі $3\text{MgO}\cdot\text{MgCl}_2\cdot 6\text{H}_2\text{O}$ і $3\text{MgO}\cdot\text{MgCl}_2\cdot 11\text{H}_2\text{O}$, що містять велику кількість зв'язаного водню. Головним недоліком таких цементів є те, що при його використанні відбувається сильна корозія сталевий арматури і металічних конструкцій [5].

Як в'язучий матеріал для захисних бетонів можна використовувати спеціальні барієві цементы [4,5]. Сполуки барію можна також вводити і до складу портландцементу. Одержуваний моноалюмінат барію підвищує вогнетривкість і захисні властивості бетону. Також використовуються в'язучі матеріали, які містять свинець, фосфати алюмінію, магнію, сульфатно-шлакові цементы, при твердненні яких утворюються гідросульфоалюмінати кальцію типу $3\text{CaO}\cdot 3\text{CaSO}_4\cdot 31\text{H}_2\text{O}$. В деяких роботах розглядається використання барійсерпентинітового цементу з вмістом в ньому бору і літію, але за складом і властивостями він не є стабільним. В деяких роботах розглядається можливість використання барійсерпентинітового цементу з чавунним заповнювачем в закритих конструкціях ядерного реактора. Цей матеріал хоча і має підвищену захисну здатність, але все таки має і ряд недоліків: високий ступінь розміцнення при нагріванні до $400\text{ }^\circ\text{C}$, значне виділення при нагріванні парів води і газу.

Добре зарекомендували себе цементы на основі силікатів барію [5]. При нагріванні такі матеріали зберігають щільну керамічну структуру, оскільки переривається процес перекристалізації і зберігається висока міцність. Такі барієві цементы різко відрізняються від аналогічних кальцієвих складів. Якнайкращі захисні властивості були отримані для складів з барієвого силікатного цементу із заповнювачем з фракціонованого клінкеру того ж складу.

Вивчення субсулідусної будови трикомпонентної системи $\text{BaO}\text{-Al}_2\text{O}_3\text{-MgO}$ дозволило визначити область, перспективну з погляду отримання спеціальних

					НУЦЗУ.2.18-27.СХ та ХТ.РПЗ.02	Лист
						15
Изм	Лист	Подп.	№ докум	Дата		

в'язучих матеріалів поліфункціонального призначення і встановити принципову можливість отримання шпінельних алюмобарієвих цементів на осові її композицій.

Як заповнювачі для бетонів може бути застосований широкий спектр матеріалів. Вибір заповнювача визначається вимогами, що пред'являються до бетону і техніко-економічними показниками. Разом із звичайними мінеральними заповнювачами застосовують серпентиніт, який використовують у вигляді засипки. Як заповнювачі для захисних бетонів використовуються ефективні природні матеріали, а саме, борвмісні, лімонітові, магнетитові, серпентинітові, ільменітові, гематитові руди, баритові, що дозволяє підвищити густину звичайного бетону до 3000 кг/м^3 і збільшити вміст хімічно зв'язаної води до 20 мас. % . Проте, їх використання має ряд обмежень: низька термостійкість, морозостійкість, недостатньо добра легкоукладаність, велика усадка.

Як вже наголошувалося, при ослабленні нейтронного і гамма-випромінювань в об'ємі захисту генерується так зване радіаційне тепловиділення, що приводить до розігрівання матеріалу захисту. Поглинання потоку енергії до $2 \cdot 10^{13} \text{ MeV/см}^2\text{с}$ викликає збільшення температури до $1000 - 1200 \text{ }^\circ\text{C}$. З підвищенням температури всі будівельно-технічні властивості бетону змінюються: падає міцність і модуль пружності, збільшується повзучість. Характер зміни міцності бетону на глиноземистому і портландцементі при нагріванні до $800 \text{ }^\circ\text{C}$ пов'язаний з втратою хімічно зв'язаної води і розпушуванням бетону в результаті різних об'ємних радіаційних деформацій цементного каменя і заповнювача. Гранична температура використання будівельного бетону – до $300 \text{ }^\circ\text{C}$. У зв'язку з цим з'являється потреба в створенні спеціальних жаростійких захисних бетонів. Багато робіт присвячено дослідженню впливу опромінювання на властивості різних мінералів, металів, бетонів, силікатних і керамічних матеріалів. Проведені дослідження впливу іонізуючого випромінювання на структуру і гідратаційне тверднення портландцементу і глиноземистого цементу. Встановлено, що в процесі опромінювання гамма-променями кристалічна структура цементів практично не змінюється, а, значить, майже не змінюється і механічна міцність і ступінь гідrataції цементів.

					НУЦЗУ.2.18-27.СХ та ХТ.РПЗ.02	Лист
						16
Изм	Лист	Подп.	№ докум	Дата		

Як видно з результатів аналізу сучасної літератури будь-який з використовуваних в даний час матеріалів для захисту від різних видів випромінювань має свої переваги і недоліки. Найімовірніше, немає універсального матеріалу, що одночасно відповідає наступним вимогам: високий ступінь захисту від іонізуючих випромінювань, жаростійкість, висока міцність, низька вартість. У зв'язку з вищевикладеним, проблема створення ефективних захисних в'язучих матеріалів нового класу з високими експлуатаційними властивостями є актуальною.

Матеріали системи $BaO - Al_2O_3$ має широке застосування в силікатній технології. На її основі отримують барієво-алюмінатні цементи. Бінарна система $BaO - Al_2O_3$ вивчалася Тороповим Н.А., Галаховим Ф.Я., Журавльовим В.Ф., Аппендіно П. і іншими дослідниками. Торопов Н.А., Галахов Ф.Я. і Пурт Р. встановили наявність наступних стабільних подвійних сполук, які плавляться без розкладання: $Ba_3Al_2O_6$, $BaAl_2O_4$, $BaAl_{12}O_{19}$ [5, 6]. На рис. 1.1. представлена діаграма стану системи $BaO - Al_2O_3$.

У пізніших роботах Аппендіно П. проведені дослідження в системі $BaO-Al_2O_3$ в області, багатій оксидом барію [6 -8]. Йому вдалося встановити, крім відомих раніше, ряд сполук, багатих оксидом барію: $Ba_4Al_2O_7$, $Ba_5Al_2O_8$, $Ba_7Al_2O_{10}$, $Ba_8Al_2O_{11}$, $Ba_{10}Al_2O_{13}$. З цих сполук тільки $Ba_4Al_2O_7$ і $Ba_8Al_2O_{11}$ стійкі при $1400\text{ }^\circ\text{C}$. Інші розкладаються при температурах, нижче $1400\text{ }^\circ\text{C}$.

Моноалюмінат барію ($BaAl_2O_4$) плавиться конгруентно при температурі $1830\text{ }^\circ\text{C}$, має гексагональну структуру з параметрами ґратки $a_0 = 0,52241\text{ нм}$, $c_0 = 0,87947\text{ нм}$, світлозаломлення $N_g = 1,683 \pm 0,002$, без спайності, у воді легко розчиняється, дійсна щільність $3990 \pm 0,03\text{ кг/м}^3$ [7]. Базою структури $BaAl_2O_4$ служать каркаси тетраедрів AlO_4^- , у яких узагальнені всі вершини. У цих каркасах у відповідних площинах розташовані крупні іони Ba^{2+} , зв'язок в тетраедрах AlO_4^- ковалентний, а зв'язок $Ba - O -$ іонний [8].

Моноалюмінат барію в природі не відомий і отриманий тільки штучно. Детальний опис властивостей цього шпінелиду був даний Тороповим Н.А. Встановлено, що взаємодія оксидів барію і алюмінію в суміші складу 1:1 протікає досить інтенсивно при температурах нижче $900\text{ }^\circ\text{C}$ [5]. Повідомляється, що $BaAl_2O_4$

					НУЦЗУ.2.18-27.СХ та ХТ.РПЗ.02	Лист
						17
Изм	Лист	Подп.	№ докум	Дата		

синтезований триразовим випаленням при температурі 1350 °С з сумарною витримкою 7 годин. Виділення CO₂ в суміші BaCO₃ і Al₂O₃ починається при 800 °С, помітно прискорюється при 1150 °С, практично закінчується при 1350 °С. Є також дані про те, що твердофазна реакція між BaCO₃ і Al₂O₃ починається при температурі 700 °С і закінчується при 1450 °С. Відома робота [9], в якій повідомляється, що взаємодія між BaCO₃ і Al₂O₃ в суміші 1:1 здійснюється вже при 720 °С і приводить до утворення первинного продукту BaAl₂O₄. Сполука BaAl₂O₄ є первинним продуктом реакції в сумішах оксидів барію і алюмінію.

Як вже наголошувалося раніше, BaAl₂O₄ розчинний у воді (розчинність при 20 °С становить 1,278 г/л, тому він інтенсивно гідратується. Теплота гідратації BaAl₂O₄ до 28 діб складає 877,68 Дж/кг, має різко виражені в'язучі властивості [9].

Дослідженню процесу гідратації BaAl₂O₄ присвячено безліч робіт. При дослідженні кривих нагрівання гідратованого BaAl₂O₄ Журавльовим В.Ф. не було відмічено які-небудь зупинки, це дає підставу припускати, що процес гідролізу при взаємодії BaAl₂O₄ і H₂O відсутній. Вода в гидроалюминатах барію, по Журавльову В.Ф., має характер цеоліту, оскільки виділяється в широкому інтервалі температур.

У роботі [10] представлені результати дослідження моноалюмінату барію, визначені фізико-механічні і технічні властивості: терміни схоплювання, нормальна густина цементного тіста, час початку і кінця схоплювання, теплота гідратації при твердненні BaAl₂O₄, зміни об'єму і маси зразків, пористості, ступеня гідратації, т.д. Отримані результати дозволяють припустити, що основним кристалогідратом, що визначає міцність каменя є BaAl₂O₄·7H₂O, який кристалізується у вигляді тонкодисперсних гелеподібних мас з дрібних пластинок. Саме його швидка кристалізація в умовах обмеженої кількості води, ймовірно і задає формування щільного, жорсткого каркаса цементного каменя. У подальших роботах тих же авторів викладені результати досліджень впливу на схоплювання і тверднення BaAl₂O₄ різних чинників: температури середовища, дисперсності порошку і надходження в зразок в процесі тверднення додаткової води. Максимальна міцність досягається при напівсухому затворенні з в/ц = 0,14, об'ємна усадка при цьому

					НУЦЗУ.2.18-27.СХ та ХТ.РПЗ.02	Лист
						18
Изм	Лист	Подп.	№ докум	Дата		

досягає 2 %, міцність цементного каменя BaAl_2O_4 , в першу чергу, забезпечує кристалогідрат $\text{BaAl}_2\text{O}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$.

Фаза $\text{Ba}_3\text{Al}_2\text{O}_6$ має кубічну систему кристалів з параметрами ґратки $a = 1,4151$ нм, плавиться конгруентно при 1750°C , за іншими даними $\cong 1600^\circ\text{C}$. Мікроскопічно характеризується таблітчастою і сферолітовою кристалізацією, кристалізується у вигляді таблиць і волокон, має сильне світлозаломлювання $N_g = 1,735$. Дійсна щільність, визначена в толуїдині при 25°C складає $4540 \pm 0,001$ кг/м³. Іон алюмінію в цій сполуці має координацію тетраедра і фаза може бути представлена формулою $\text{Ba}_9(\text{Al}_6\text{O}_{18})$. Необхідно відзначити, що фаза $\text{Ba}_3\text{Al}_2\text{O}_6$ утворюється надзвичайно важко. У сумішах BaCO_3 і Al_2O_3 при їх взаємодії незалежно від стехіометрії спочатку утворюється BaAl_2O_4 [11 - 14]. На думку деяких авторів [15] фаза BaAl_2O_4 є єдиним продуктом реакції в сумішах оксидів барію і алюмінію до 1050°C .

$\text{Ba}_3\text{Al}_2\text{O}_6$ характеризується хорошою розчинністю, взаємодія з водою протікає миттєво. В'язучі на основі $\text{Ba}_3\text{Al}_2\text{O}_6$ є швидкосхоплюючими, швидкоотжуваними повітряними в'язучими з сильним тепловиділенням. Проте, міцність цементного каменя на основі $\text{Ba}_3\text{Al}_2\text{O}_6$ незначна [16]. Це пояснюється сильним тепловиділенням, яке викликає внутрішню напругу і деструктивні явища.

Фаза $\text{BaAl}_{12}\text{O}_{19}$ кристалізується в гексагональній системі. $T_{\text{пл.}} = 1900 - 1915^\circ\text{C}$ [25], характеризується досконалою спайністю по базису, кристалізується у вигляді пластинок, світлозаломлювання – $N_g = 1,730$; $N_p = 1,724$ [16], за іншими даними $N_g = 1,694 \pm 0,002$; $N_p = 1,702 \pm 0,002$ [17]. Нерозчинний в міцній соляній кислоті і розпавленій соді. Дійсна щільність складає $3690 \pm 0,01$ кг/м³. Повідомляється про дослідження утворення $\text{BaAl}_{12}\text{O}_{19}$ при синтезі з гідролізованих алкоксидів і твердофазному синтезі з BaCO_3 і $\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$. У разі твердофазного синтезу в процесі прожарювання при 1100°C відбувається утворення BaAl_2O_4 .

Системи $\text{BaO} - \text{Al}_2\text{O}_3$ є технологічно важливою, оскільки на її основі отримують вогнетривкі в'язучі матеріали, що мають спеціальні властивості. На її основі отримують барієво-алюмінатні цементи, високочастотну цельзіанову

					НУЦЗУ.2.18-27.СХ та ХТ.РПЗ.02	Лист
Изм	Лист	Подп.	№ докум	Дата		19

кераміку, вогнетриви. Особливий інтерес представляє моноалюмінат барію $BaAl_2O_4$, що має різко виражені в'язучі властивості і високою температурою плавлення. Це дає можливість застосовувати барієві глиноземисті цементи, основним мінералом яких є $BaAl_2O_4$; як зв'язку для отримання вогнетривких і високовогнетривких бетонів, що мають, у порівнянні з вогнетривкими бетонами на звичайних в'язучих (портландцемент, глиноземистий цемент, і ін.) багато переваг [18 -19]; важких бетонів для біологічного захисту реакторів, і т.д.

1.3. Вплив електромагнітних випромінювань на організм людини

Електромагнітні поля особливо негативно впливають на організм людини, яка безпосередньо працює з джерелом випромінювання. В діапазоні промислових частот більше негативний вплив на біологічний об'єкт має електрична складова поля.

Найчутливішими до ЕМП є нейродинамічні процеси, які прямо чи побічно перемикають хронобіологічні процеси організму на патологічний або стресовий режим функціонування [1, 20].

При дії ЕМП на людину можливі гострі та хронічні форми порушення фізіологічних функцій організму. Такі порушення виникають в результаті дії електричної складової ЕМП на нервову систему, а також на структуру кори головного та спинного мозку, серцево-судинної системи.

У більшості випадків такі зміни в діяльності нервової та серцево-судинної системи мають зворотній характер, але в результаті тривалої дії вони накопичуються, підсилюються з плином часу, але, як правило, зменшуються та зникають при виключенні впливу та поліпшенні умов праці. Тривалий та інтенсивний вплив ЕМП призводить до стійких порушень в організмі людини та захворювань.

Сумісна дія випромінювань широкого діапазону може викликати окрему радіохвильову хворобу.

					НУЦЗУ.2.18-27.СХ та ХТ.РПЗ.02	Лист
						20
Изм	Лист	Подп.	№ докум	Дата		

Тяжкість її наслідків прямо залежить від напруженості ЕМП, фізичних особливостей різних діапазонів частот, тривалості впливу, умов навколишнього середовища, а також від функціонального стану та стійкості організму до впливу різних чинників, можливостей адаптації. Збільшується ризик виникнення загальних захворювань, захворювань органів дихання, травлення тощо. Це може відбуватися також і за дуже невеликої інтенсивності ЕМП, яка незначно перевищує гігієнічні нормативи.

Результатом дії на організм людини електромагнітних випромінювань в діапазоні 30 кГц – 300 МГц є: загальна слабкість, підвищена втома, порушення сну, головний біль та біль в ділянці серця. З'являється роздратованість, втрачається увага, сповільнюються рухово-мовні реакції.

Виникає ряд симптомів, які свідчать про порушення роботи окремих органів – шлунку, печінки, підшлункової залози. Погіршуються харчові та статеві рефлексії, діяльність серцево-судинної системи, фіксуються зміни показників білкового та вуглеводного обміну, змінюється склад крові, зафіксовані зміни на рівні клітин. Систематична дія ЕМП високої та надвисокої частоти на організм людини викликає підвищення кров'яного тиску, трофічні явища (випадіння волосся, ламкість нігтів). ЕМП викликають зміну поляризації молекул та атомів, які є складовою частиною клітин, в результаті чого виникає небезпечний нагрів. Надмірне тепло наносить шкоду як окремим органам, так і всьому організму людини.

Професійні захворювання виникають у працівників при тривалому та інтенсивному опроміненні.

При інтенсивності випромінювань близько 20 мкВт/см² реєструється зменшення частоти пульсу, знижується артеріальний тиск, тобто явна реакція на опромінення. Така реакція сильніша й може навіть виражатися у підвищенні температури шкіри в осіб, які раніше потрапляли під дію опромінення.

При інтенсивності 6 мВт/см² з'являються зміни у статевих залозах, у складі крові, відбувається помутніння кришталика ока. В подальшому – зміни у здатності крові зсідатися, в умовно-рефлекторній діяльності, вплив на клітини печінки, зміни

					НУЦЗУ.2.18-27.СХ та ХТ.РПЗ.02	Лист
						21
Изм	Лист	Подп.	№ докум	Дата		

у корі головного мозку. Потім – підвищення кров'яного тиску, розрив капілярів та крововиливи у легені та печінку.

Випромінювання інтенсивністю до 100 мВт/см² викликають стійкі гіпотонію та зміни серцево-судинної системи, двосторонню катаракту. Подальше опромінення помітно впливає на тканини організму, викликає больові відчуття.

Якщо інтенсивність перевищує 1 Вт/см², це спричинює дуже швидку втрату зору, як один із серйозних ефектів дії НВЧ на організм людини. На більш низьких частотах такі ефекти не відбуваються, і тому їх треба вважати специфічними для НВЧ діапазону. Ступінь пошкодження залежить, в основному, від інтенсивності та тривалості опромінення.

Інтенсивне НВЧ опромінення відразу викликає сльозотечу, подразнення, звуження зіниці ока. Після нетривалого (до 2-х діб) прихованого періоду спостерігається погіршення зору, яке посилюється під час повторного опромінення і свідчить про кумулятивний характер пошкоджень.

У людини наявні механізми відбудови пошкоджених клітин, які вимагають тривалого часу (10-20 діб). Зі зростанням часу та інтенсивності впливу електромагнітних випромінювань, пошкодження набувають незворотного характеру.

У разі прямого впливу на око випромінювання відбувається пошкодження рогівки. серед усіх тканин ока найбільшу чутливість в діапазоні 1-10 ГГц має кришталик. Сильні пошкодження кришталика зумовлені тепловим впливом НВЧ (при щільності потоку енергії понад 100 мВт/см²). За малої інтенсивності помутніння спостерігаються тільки у задній ділянці, за великої – по всьому об'єму кришталика.

1.4. Захист від електромагнітних випромінювань

Захист людини від небезпечного впливу електромагнітного випромінювання здійснюється наступними способами:

- зменшення випромінювання від джерела;

					НУЦЗУ.2.18-27.СХ та ХТ.РПЗ.02	Лист
						22
Изм	Лист	Подп.	№ докум	Дата		

- екранування джерела випромінювання до робочого місця;
- встановлення санітарно-захисної зони;
- поглинання чи зменшення утворення зарядів статичної електрики;
- усунення зарядів статичної електрики;
- застосування коштів індивідуальної захисту.

Зменшення потужності випромінювання від джерела реалізується застосуванням поглинання електромагнітної енергії; блокуванням випромінювання або зниженням його потужності для обертових антен в секторі, в якому знаходиться об'єкт, що захищається.

Поглинання електромагнітних випромінювань здійснюється поглинальним матеріалом шляхом перетворення енергії електромагнітного поля в теплову. В якості такого матеріалу застосовують каучук, поролон, пінополістирол, феромагнітний порошок зі зв'язуючою діелектриком, волосяні мати, просочені графітом.

Екранування джерела випромінювання до робочого місця здійснюється спеціальними екранами за ГОСТ 12.4.154-85 "ССБТ. Екрануючі пристрої для захисту від електричних полів промислової частоти".

Розрізняють відображають і поглинаючі екрани. Перші виготовляють з матеріалу з низьким електроопором - метали та їх сплави (мідь, латунь, алюміній, сталь). Вони можуть бути суцільні і сітчасті. Більш ефективними є екрани, виготовлені з дротяної сітки або з тонкої (товщиною 0,01-0,05 мм) алюмінієвої, латунною або цинковою фольги.

Екрани з металевої сітки і металевих прутків у вигляді навісів, козирків застосовують для захисту від випромінювань промислової частоти (рис. 8.1). Вони повинні бути заземлені. Допустима величина опору захисного заземлення екрануючих пристроїв не повинна бути більше 10 Ом.

Захисні властивості відбиваючих екранів полягають у тому, що під дією електромагнітного поля в матеріалі екрану виникають вихрові струми (струми Фуко), які наводять у ньому вторинне поле. Амплітуда наведеного поля приблизно дорівнює амплітуді екрануемого поля, а фази полів протилежні. Результуюче поле,

					НУЦЗУ.2.18-27.СХ та ХТ.РПЗ.02	Лист
						23
Изм	Лист	Подп.	№ докум	Дата		

що виникає в результаті складання двох розглянутих полів, швидко згасає в матеріалі екрану, проникаючи в нього на малу глибину.

Хорошою екрануючою здатність мають струмопровідні фарби на основі колоїдного срібла, порошкового графіту, сажі, оксиду заліза, міді, алюмінію. Цими фарбами фарбують екрани з металізованою поверхнею з боку падаючої електромагнітної хвилі. В якості екранів можуть застосовуватися різні плівки і тканини з металізованим покриттям. Для екранування оглядових вікон, вікон приміщення, стельових ліхтарів застосовується металізоване скло. Така властивість скла надає тонка прозора плівка або з оксидів металів, найчастіше олова, або з металів - міді, нікелю, срібла і їх поєднань. Радіоекрануючими властивостями володіють практично всі будівельні матеріали [21].

Екрани повинні бути заземлені для забезпечення стікання на землю утворюються на них зарядів.

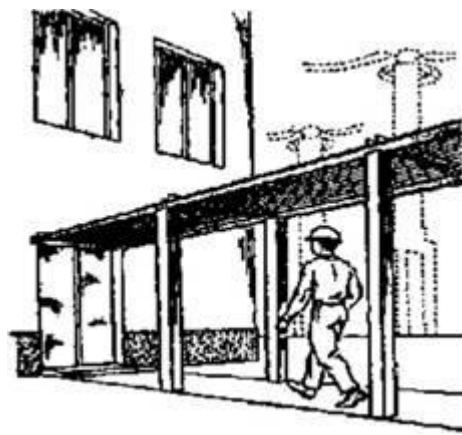


Рис. 1.1. Екрануючий навіс над проходом у будівлю

Ефективність екранів оцінюють в децибелах за формулами

$$\Delta L = 20 \lg(E_0/E); \Delta L = 20 \lg(H_0/H); \Delta L = 20 \lg(\text{ППЕ}_0/\text{ППЕ}),$$

де E_0 , H_0 , ППЕ_0 - відповідно напруженість електричного і магнітного полів і щільність потоку енергії перед екраном; E , H , ППЕ - ті ж параметри після екрана.

Поглинаючі екрани виконують з радіопоглинаючих матеріалів, а саме: еластичних і жорстких пінопластів, гумових килимків, листів поролону або волокнистої деревини, обробленої спеціальним складом, а також з феромагнітних

					НУЦЗУ.2.18-27.СХ та ХТ.РПЗ.02	Лист
						24
Изм	Лист	Подп.	№ докум	Дата		

пластин. Відображена потужність випромінювання від цих екранів не перевищує 4%. Як поглинаючий екран можна розглядати ліс і лісозахисні смуги.

Захист від статичної електрики здійснюється шляхом підбору пар матеріалів елементів машин, які взаємодіють між собою тертям, однакових або максимально близько розташованих в електростатичному ряду. Іншим способом виключення утворення зарядів є змішання матеріалів, які при взаємодії з елементами обладнання заряджаються різнойменно.

Для усунення зарядів статичної електрики використовують заземлення частин обладнання. Електричне опір заземлювача може бути підвищена до 100 Ом.

Для збільшення інтенсивності стікання статичних зарядів з поверхонь у повітря приміщень останні зволожують.

Для нейтралізації зарядів статичної електрики на поверхнях обладнання, матеріалів застосовуються іонізатори-нейтралізатори, які створюють поблизу наелектризованих поверхонь позитивні і негативні іони. Іони, що несуть протилежний заряд поверхні, притягаються до неї і нейтралізують її заряд. За принципом дії нейтралізатори бувають:

- на коронного розряду (індукційні та високовольтні);
- радіоізотопні та аеродинамічні.

Принцип дії індукційних іонізаторів полягає в тому, що близько розрядних електродів у вигляді заземлених голок в електростатичному полі наелектризованого матеріалу виникає ударна іонізація повітря. Голки індукційних іонізаторів необхідно розташовувати на відстані не більше 20 мм від наелектризованої поверхні. У високовольтних нейтралізаторах коронний розряд утворюється під дією високої напруги, що створюється спеціальним джерелом. Дальність дії таких нейтралізаторів від 35 до 600 мм.

У вибухонебезпечних приміщеннях застосовують радіоізотопні нейтралізатори, дія яких заснована на іонізації повітря альфа-випромінюванням плутонію-239 і бета-випромінюванням прометія-147.

					НУЦЗУ.2.18-27.СХ та ХТ.РПЗ.02	Лист
						25
Изм	Лист	Подп.	№ докум	Дата		

В аеродинамічних нейтралізаторах для генерації іонів використовується або іонізуюче випромінювання, або коронний розряд, а подача іонів до місця утворення зарядів статичної електрики здійснюється повітряним потоком.

До засобів індивідуального захисту (ЗІЗ) від статичної електрики і електричних полів промислової частоти відносять захисні халати, комбінезони, окуляри, спецвзуття (рис. 8.2), заземлювальні браслети.

Матеріалом для захисних халатів, комбінезонів, фартухів служить спеціальна тканина, в структурі якої використовуються тонкі металеві нитки, скручені з бавовняними. Шолом і бахіли костюма робляться з такої ж тканини, але в шолом спереду вшиті окуляри і спеціальна дротяна сітка для дихання. ЗІЗ повинні бути заземлені.

Окуляри виготовляються з стекол спеціальних марок металізованих діоксиду олова.

Захист від дії інфрачервоного випромінювання передбачає дистанційне керування процесом; теплоізоляцію поверхні обладнання; влаштування захисних екранів, покритих теплоізоляційними матеріалами; водяні і повітряні завіси; застосування теплозахисних костюмів.

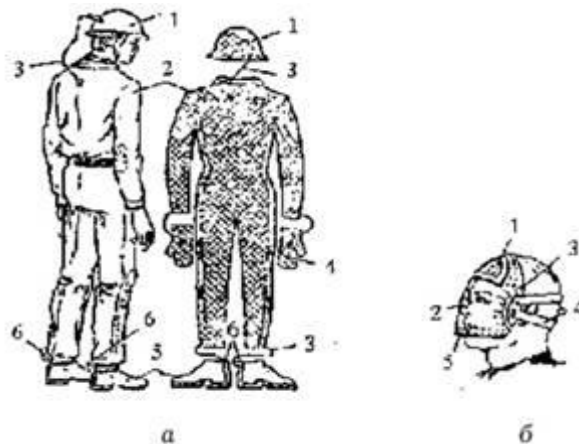


Рис. 1.2. Спорідненості захисту від електромагнітних випромінювань: а - радиозащитний костюм: 1 - металева або металізована каска; 2 - комбінезон з струмопровідної тканини; 3 - провідники, що забезпечують електричну зв'язок між окремими елементами екрануючого костюма; 4 - рукавиці з струмопровідної тканини; 5 - черевики з електропровідними підшвами; 6 - висновок від струмопровідної підшви; б - захисна маска з перфораційними отворами: 1,2,3 - поролонові прокладки; 4 - реміні кріплення маски; 5 - перфораційні отвори.

					НУЦЗУ.2.18-27.СХ та ХТ.РПЗ.02	Лист
						26
Изм	Лист	Подп.	№ докум	Дата		

Існують різні способи захисту від дії ультрафіолетового опромінення: захист відстанню, екранування джерел випромінювання і робочих місць, використання засобів індивідуального захисту, спеціальне забарвлення приміщень, раціональне розміщення робочих місць.

Найбільш раціональним є екранування джерела випромінювання. Для екрану застосовують матеріали і світлофільтри, які не пропускають або знижують інтенсивність випромінювань.

Стіни в приміщеннях фарбують у світлі тони з додаванням у фарбу оксиду цинку.

Для захисту від ультрафіолетового випромінювання обов'язково застосування індивідуальних засобів захисту (куртка, штани, рукавиці, фартух із спеціальної тканини і щиток зі світлофільтром, окуляри зі склом, що містять оксид цинку та ін) [21]..

Для захисту шкіри від УФІ застосовують мазі, що містять речовини, службовці світлофільтрами для випромінювань (салол, саліцилової-метиловий ефір, бензофенол та ін.).

1.5. Характеристика матеріалів для захисту від електромагнітного випромінювання

В даний час широке використання електроенергії призвело до підвищеного електромагнітного фону. Вважається, що цей фон налічує три складові: іонізуючі електромагнітне випромінювання (радіація). неіонізуюче електромагнітне випромінювання (на частотах 3000 ГГц) і біоенергоінформаційне електромагнітне випромінювання (випромінювання живих організмів) [22].

Електромагнітна хвиля являє собою періодичну зміну в просторі і в часі електричного і магнітного полів, що поширюється від джерела електромагнітних коливань. Поширення електромагнітних хвиль відбувається в певній послідовності відповідно до законів симетрії, що може викликати накладення сил і, тим самим, посилення їх впливу [23, 24].

					НУЦЗУ.2.18-27.СХ та ХТ.РПЗ.02	Лист
						27
Изм	Лист	Подп.	№ докум	Дата		

До основних електромагнітним параметрам речовини можна віднести: питомий опір (провідність), діелектрична проникність, тангенс кута діелектричних втрат, магнітна проникність, які є визначальними при проходженні електромагнітної хвилі через речовину. Від цих параметрів залежить коефіцієнт загасання електромагнітної хвилі [22].

До недоліків існуючих стандартів [24] можна віднести те, що вони розроблялися для промисловості, але не враховують норми опромінення людини в домашніх умовах, істотно збільшені, в зв'язку з використанням великої кількості побутових приладів.

Всі матеріали, з точки зору їх електричних свойст, поділяються на провідники, напівпровідники і діелектрики, і характеризуються такими діапазонами значень питомої електричного опору: провідники – 10^{-8} - 10^{-5} Ом·м, напівпровідники – 10^{-5} - 10^8 Ом·м, діелектрики – 10^8 - 10^{16} Ом·м.

Матеріали щодо магнітних характеристик діляться на:

-діамагнетик - речовини з відносною магнітною проникністю менше одиниці і не залежать від напруженості зовнішнього магнітного поля (мідь, цинк, золото та ін.);

-парамагнетики - речовини з відносною магнітною проникністю більше одиниці, що не залежить від напруженості зовнішнього магнітного поля (кисень, алюміній, платина, і ін.)

-ферромагнетики - речовини, у яких відносна магнітна проникність значно більше одиниці і залежить від напруженості зовнішнього магнітного поля (залізо, нікель, кобальт і їхні сплави та ін.). У свою чергу вони поділяються на: магнітотверді матеріали, магнітом'які матеріали для низьких частот і магнітом'які високочастотні ферромагнетики (магнітодіелектрики і ферити) [22 - 29].

За типом фізичних механізмів, що забезпечують захисні властивості від дії електромагнітного випромінювання, всі матеріали можна умовно розділити на три групи: що відображають, поглинають і комбіновані. Найбільш перспективними

					НУЦЗУ.2.18-27.СХ та ХТ.РПЗ.02	Лист
						28
Изм	Лист	Подп.	№ докум	Дата		

матеріалами для створення покриттів, що захищають від дії електромагнітного випромінювання, є ферити, внаслідок того, що вони мають невелике значення магнітної проникності при низьких частотах [30].

В даний час відомі будівельні матеріали для захисту від електромагнітного випромінювання - керамічні облицювальні плити, спеціальні цементи і бетони, композитні матеріали, мають ряд недоліків (є дорогими, складними у виготовленні або не володіють всім комплексом необхідних фізико-хімічних і захисних властивостей).

1.6. Технічні вимоги, що висуваються до матеріалів для захисту від електромагнітного випромінювання

Останнім часом потужність фону електромагнітного випромінювання в окремих сферах життєдіяльності людини значно переважає гранично допустимі норми [1]. Відомо, що енергія електромагнітного поля, що поглинається тканинами живого організму, перетворюється на теплову енергію, що збільшує загальне тепловиділення тіла і викликає різні морфологічні зміни серцево-судинної, центральної нервової та ендокринної систем організму людини. Виявлено функціональні порушення в роботі організму, які з часом під впливом електромагнітних полів посилюються, проте, їх наслідки можливо зменшити або усунути в разі припинення впливу електромагнітних випромінювань. Саме чутливість біологічних об'єктів до електромагнітних випромінювань визначає не тільки специфічність проблеми розробки ефективних засобів, методів і матеріалів для захисту, але і її наукову і практичну значимість [2–4].

В окремих промислових містах України рівень ЕМВ в сантиметровому діапазоні (надвисоких частот — НВЧ) перевищує гранично допустимий в 10 — 70 разів. Створення нових сучасних ефективних, екрануючих і радіопоглинаючих композиційних будівельних матеріалів з поліфункціональними властивостями є актуальною проблемою сьогодення.

Отримання радіоекрануючих та радіопоглинаючих матеріалів для захисту від

					НУЦЗУ.2.18-27.СХ та ХТ.РПЗ.02	Лист
						29
Изм	Лист	Подп.	№ докум	Дата		

ЕМВ в діапазоні надвисоких і вкрай високих частот є досить важливим питанням. Такі випромінювання чинять шкідливий вплив на рослинний світ і організми людей та тварин, створюють перешкоди при роботі різних радіоелектронних приладів і т.п. На думку фахівців Міністерства охорони здоров'я України екологічний аспект проблеми забезпечення захисту від електромагнітних випромінювань є досить актуальний та таким, який складно вирішується.

Рівень ЕМВ в промислових містах і центрах з кожним роком зростає, безперервний ріст електромагнітного фону обумовлений різким збільшенням числа радіо- і телевізійних станцій, розширенням мережі високовольтних ліній електропередач, швидким зростанням систем мобільного і радіотелефонного зв'язку, радіолокаційних установок, широким впровадженням радіоелектронних пристроїв, надвисокочастотних випромінюючих приладів і технологій в багатьох областях промисловості, а також в побутових умовах.

В результаті проведеного аналізу джерел ЕМВ, і особливостей розповсюдження електромагнітного випромінювання встановлено, що істотний внесок в стан електромагнітної ситуації промислових міст вносить передавальна телевізійна апаратура, потужність якої складає десятки кіловат. Рівень ЕМВ в районі розміщення радіостанцій в діапазоні високих частот складає 2 — 60 В/м при гранично допустимому рівні (ГДР) 10 В/м, в діапазоні дуже високих частот — до 12 В/м при ГДР 3 В/м, в діапазоні надвисоких і вкрай високих частот — до 700 мкВт/см² при ГДР 10 мкВт/см². Разом з антенними полями високий рівень електромагнітного випромінювання створюють ненавмисні випромінювачі. За рахунок рельєфу місцевості та існуючих будівель, побудованих із традиційних матеріалів рівень ЕМВ може збільшитись у декілька сотень раз.

Приведення рівня електромагнітних випромінювань до встановлених норм досягається за допомогою організаційних і технічних методів захисту. Технічні методи направлені на пряме зниження інтенсивності ЕМВ і тому вважаються основними. В основу більшості технічних методів захисту покладено принцип відбиття (метод екранування) та поглинання радіохвиль. При цьому на ділянці надвисоких частот (НВЧ) переважно використовують поглинаючі матеріали, а на

					НУЦЗУ.2.18-27.СХ та ХТ.РПЗ.02	Лист
						30
Изм	Лист	Подп.	№ докум	Дата		

високих частотах (ВЧ) — відбиваючі (екрануючі) матеріали.

В зарубіжних країнах (Японії, Німеччині, Великобританії, Росії і інш.) розроблені радіозахисні матеріали (РЗМ), створені на основі мінерального або органічного в'язучого наповненого дисперсними вуглецевими і феритовими добавками. Для створення найбільш ефективних РЗМ, використовують феритові наповнювачі, але вартість таких конструкцій надзвичайно велика (до 1000\$ за 1 м² покриття) за рахунок високої вартості електромагнітного наповнювача (феритів). Вартість РЗМ з використанням електропровідних наповнювачів (порошку метала, вуглецю) значно нижча, але разом і з тим загальна ефективність екранування — недостатньо висока.

1.7 Висновки до розділу

Вплив електромагнітних випромінювань викликає ряд гальмівних процесів центральної нервової системи (головний біль, млявість, сонливість, швидке стомлення), зміни у функціонуванні серцево-судинної системи (почастішання пульсу, підвищення температури, зміна складу крові в бік збільшення числа лейкоцитів і зменшення еритроцитів). Захист від електромагнітних випромінювань забезпечується зниженням напруги і щільності потоку енергії, екрануванням обладнання і робочих місць; дистанційним керуванням; раціональним розміщенням устаткування в робочому зоні; раціональними режимами роботи обладнання, раціональними режимами праці і відпочинку; засобами індивідуального захисту. Залежно від технологічного процесу надчастотних установок можуть розміщуватися в окремих або загальних приміщеннях. Електромагнітна енергія, яку випромінює окремими установками, при відсутності екранів поширюється в приміщенні, відбивається від стін і перекриттів, частково проходить крізь них і в незначною мірою розсіюється.

Матеріали стін і перекриттів приміщень, в тому числі і фарбувальні матеріали, по-різному поглинають і відображають електромагнітні хвилі. Масляна фарба створює гладку поверхню, яка відображатиме до 30% електромагнітної хвилі.

					НУЦЗУ.2.18-27.СХ та ХТ.РПЗ.02	Лист
						31
Изм	Лист	Подп.	№ докум	Дата		

Вапняні покриття мають малу відбивну здатність. Тому для зменшення відображення електромагнітної енергії стіни і стеля, та створення захисних екранів доцільно використовувати спеціальні цементи, що мають підвищені захисні властивості від електромагнітних випромінювань.

Як видно з результатів аналізу сучасної літератури будь-який з використовуваних в даний час матеріалів для захисту від різних видів випромінювань має свої переваги і недоліки. Найімовірніше, немає універсального матеріалу, що одночасно відповідає вимогам. У зв'язку з вищевикладеним, проблема створення ефективних захисних в'язучих матеріалів нового класу з високими експлуатаційними властивостями є актуальною.

					НУЦЗУ.2.18-27.СХ та ХТ.РПЗ.02	Лист
						32
Изм	Лист	Подп.	№ докум	Дата		

Розділ 2. ХАРАКТЕРИСТИКА МАТЕРІАЛІВ ТА МЕТОДІВ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1 Хімічний склад вихідних сировинних матеріалів

При виробництві барієвих спеціальних цементів для захисту від електромагнітного випромінювання до вихідних сировинних матеріалів пред'являють строгі вимоги по чистоті і однорідності хімічного складу, обумовлені необхідністю отримання кінцевого продукту строго заданого фазового складу. Використані технічні реактиви і природні матеріали повністю відповідають цим вимогам.

Вуглекислий барій технічний, що використовується виробництві барієвих цементів, отримують з таких природних мінералів як барит і вітерит.

Барит $BaSO_4$ або важкий шпат кристалізується в ромбічній сингонії. Колір бариту білий або сірий, іноді червоний, жовтий або бурий (при фарбуванні залізом), а також блакитний і зеленуватий. Щільність бариту $4300 - 4500 \text{ кг/м}^3$, твердість $3 - 3,5$. Крихкий. Родовища бариту в Україні відомі у Донецькій та Закарпатській областях [31]. Вміст бариту в рудах зазвичай не відповідає вимогам промисловості, тому для підвищення його вмісту і зниження шкідливих домішок руди піддають збагаченню: флотації, гравітаційному або рудо розбиранням з промивкою. В результаті отримують товарний баритовий концентрат.

Алюмінієва сировина. Глинозем – безводний оксид алюмінію, що існує в основному в α -, β -, γ - формах. У природних умовах зустрічається тільки гексагональна модифікація $Al_2O_3 - \beta$ - форма, яка існує у вигляді мінералів – корунду, рубіна, сапфіра. Твердість корунду за шкалою Мооса – 9, щільність залежить від наявності домішок і коливається в межах $3980 - 4010 \text{ кг/м}^3$, температура плавлення $2050 \text{ }^\circ\text{C}$ [30]. Тригональна модифікація $Al_2O_3 - \beta$ - форма є умовним позначенням групи алюмінатів, що відрізняються вельми високим вмістом Al_2O_3 . При нагріванні до $1600 - 1700 \text{ }^\circ\text{C}$ β - глинозем переходить в α - Al_2O_3 .

Для отримання жаростійких цементів застосовують технічний глинозем, що містить не більше 2 мас.% домішок (SiO_2 , Fe_2O_3 , луги). Такий показник, як величина

					НУЦЗУ.2.18-27.СХ та ХТ.РПЗ.02	Лист
						33
Изм	Лист	Подп.	№ докум	Дата		

втрат при прожарюванні, який передбачається стандартом, не є критерієм якості глинозему.

Fe_2O_3 (гематит) - колір гематиту чорний до темно-сталевого в кристалах і вишнево-червоний. Сингонія тригональна, (структура корунду). Форми кристалів характерні масивні агрегати лускатої і зернистої структури. Блиск напівметалевий до металевого у кристалів. Непрозорий. Колір риси характерний вишнево-червоний, від синювато-червоного до червоно-коричневого відтінків. Твердість 5,5 - 6,5. Крихкий. Щільність 4,9 - 5,3.

У природі гематит - широко поширений мінерал, нерідко утворює великі скупчення і рудні поклади. Утворюється разом з магнетитом в скарнах в результаті метаморфізму товщ бурого залізняку, які в умовах підвищеного тиску і температури зневоднюються і перетворюються в гематитвмісні породи. Найбільші промислові родовища гематиту знаходяться в Кривбасі (Україна).

Таким чином, всі описані природні матеріали можуть бути використані як вихідні сировинні компоненти для отримання барієвих спеціальних цементів для захисту від електромагнітного випромінювання.

При дослідженні трикомпонентної системи $\text{BaO} - \text{Al}_2\text{O}_3 - \text{Fe}_2\text{O}_3$ та отриманні в'язучих матеріалів на основі її сполук були використані наступні сировинні матеріали:

- вуглекислий барій технічний (ГОСТ 2149 - 75)
- глинозем марки Г – 00 (ДСТУ – 6912.2 - 93)
- оксид железа.

2.2 Методи дослідження

При розгляді діаграм стану трикомпонентних систем, в яких є бінарні сполуки (які розміщуються на ребрах концентраційного трикутника) необхідне розбиття цієї системи на елементарні трикутники з проведенням конод, які з'єднують відповідні фази.

					НУЦЗУ.2.18-27.СХ та ХТ.РПЗ.02	Лист
						34
Изм	Лист	Подп.	№ докум	Дата		

Стабільне співіснування фаз при заданих температурах і тиску визначаються експериментальним шляхом або за допомогою термодинамічних розрахунків енергії Гіббса відповідних реакцій. В результаті цього концентраційний трикутник ділиться на елементарні трикутники. Це дозволяє вибрати в системі області з оптимальними властивостями для отримання спеціальних в'язучих матеріалів.

Для синтезу зразків заданого фазового складу проводилося послідовне подрібнення, змішування і випал сировинних сумішей. Ретельне подрібнення і змішування сировинних компонентів проводилось у лабораторному кульовому млині «мокрим способом» (вологість шламу - 50 мас. %). Тонкість помелу контролювалась ситовим аналізом (повний прохід через сито № 006) [33]. Перед випалом сировинні суміші формувались методом двостороннього пресування при питомому тиску 60 – 80 МПа. Випал брикетів здійснювався в криптоловій печі при заданих температурах синтезу і ізотермічних витримках. Вимірювання температури в зоні випалу проводилось за допомогою оптичного пірометра «Смотріч – 5П - 01». Повнота синтезу сполук контролювалась рентгенографічним методом аналізу.

Дослідження фазового складу продуктів випалу сировинних сумішей і гідратації в'язучих матеріалів проводилось за допомогою таких фізико – хімічних методів аналізу як рентгенофазовий (дифрактометр «Дрон – 3М»), диференційно – термічний (дериватограф Q – 1500 Д системи F. Paulik – J. Paulik – L. Erdey).

Фізико - механічні випробування цементів проводилися відповідно до методики малих зразків М.І. Стрелкова [33].

Термічні і теплофізичні властивості визначалися по наступних методиках: жаростійкість – по ГОСТ – 4069-89; термостійкість – по ГОСТ – 7875-93.

Температури і склади евтектик в бінарних перетинах системи розраховувалися по формулі Епштейна – Хоуланда [34].

Дослідження феромагнітних властивостей матеріалу проводили згідно методик авторів [35, 36]. Дослідження властивостей захисних від електромагнітного випромінювання зразків барійвмісного цементу і бетону на його основі проводилися на двохпозиційної установці квазіоптичного типу [33]. В ході випробувань проведено вимірювання коефіцієнта проходження випромінювання по потужності і

					НУЦЗУ.2.18-27.СХ та ХТ.РПЗ.02	Лист
						35
Изм	Лист	Подп.	№ докум	Дата		

коефіцієнта відображення.

Коефіцієнт масового поглинання гамма-випромінювання визначався відповідно до формули [34]:

$$I = I_0 \cdot e^{-\mu \rho x_0}$$

де I , I_0 – інтенсивність падаючого випромінювання і інтенсивність випромінювання, що пройшла через матеріал густиною ρ і товщиною $x \cdot x_0$;

μ – коефіцієнт масового поглинання.

Коефіцієнт масового поглинання постійний для даної речовини і не залежить від його фізичного стану. На підставі табличних даних μ простих елементів можна розрахувати μ складної речовини по формулі [33]:

$$\mu = \frac{\mu_1 a y_1 + \mu_2 b y_2 + \dots}{a y_1 + b y_2 + \dots}$$

де a , b – атомна вага елементів А, В ...;

y – стехіометричні коефіцієнти у формулі речовини A_{y1}, B_{y2}, \dots

Можливість підсумовування μ простих елементів для розрахунку μ складних речовин пояснюється тим, що гамма-промені, пронизуючи речовину, взаємодіють з електронами внутрішніх оболонок атома, і на їх поглинанні не позначаються зовнішні електрони, що беруть участь в хімічних зв'язках.

2.3 Висновки до розділу

Таким чином, аналіз розглянутих природних та технічних матеріалів, а також наведені методи дослідження дозволяють виконати подальші теоретичні та

					НУЦЗУ.2.18-27.СХ та ХТ.РПЗ.02	Лист
						36
Изм	Лист	Подп.	№ докум	Дата		

експериментальні дослідження сполук системи $\text{BaO} - \text{Al}_2\text{O}_3 - \text{Fe}_2\text{O}_3$ та розробити склади цементів спеціального призначення з комплексом заданих експлуатаційних властивостей на основі її композицій.

					НУЦЗУ.2.18-27.СХ та ХТ.РПЗ.02	Лист
						37
Изм	Лист	Подп.	№ докум	Дата		

Розділ 3 ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА

3.1 Термодинамічний аналіз взаємних реакцій в системі

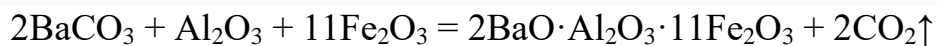
Система ВаО - Al₂O₃ - Fe₂O₃ викликає інтерес з точки зору отримання спеціальних барійвмісних в'язучих матеріалів, оскільки цементи та композиції, отримані на основі сполук системи, будуть мати як в'язучі властивості, так і захисними властивостями від електромагнітних випромінювань.

Прогнозування фазового складу є одним із найважливіших завдань при розробці нових в'язучих матеріалів і їх експлуатації. Найбільш повну інформацію про фазових взаєминах і термодинамічної стабільності комбінацій фаз містять діаграми со-стояння. Тому, проведення термодинамічної аналізу протекаючих в системі процесів дозволить теоретично виявити можливість створення на основі композицій трикомпонентної системи ВаО - Al₂O₃ - Fe₂O₃ захисних матеріалів із заданими фізико - механічними і експлуатаційними властивостями.

У даній системі дослідниками [30 - 36] встановлено 16 подвійних оксидних з'єднань, з них 11 стабільних фаз устоїчивих при температурі понад 1000 ° С: ВаAl₁₂O₁₉, ВаAl₂O₄, Ва₃Al₂O₆, Ва₄Al₂O₇, Ва₈Al₂O₁₁, ВаFe₁₂O₁₉, ВаFe₂O₄, Ва₃Fe₂O₆, Ва₇Fe₄O₁₃, Ва₂Fe₂O₅, Ва₂Fe₆O₁₁. Однак, в вищевказаних роботах дослідження будови системи ВаО - Al₂O₃ - Fe₂O₃ проводилися без урахування шпінелі Fe₂Al₂O₆, тому були проведені додаткові дослідження в концентраційної області Al₂O₃ - ВаAl₁₂O₁₉ - ВаFe₁₂O₁₉ - Fe₂O₃.

В ході проведення термодинамічної оцінки ймовірності було розглянуто перебіг наступних можливих реакцій:

1) реакція утворення ВаAlFe₁₁O₁₉:

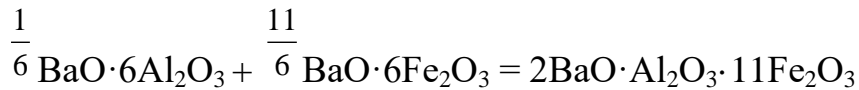


2) реакція утворення ВаAl₁₂O₁₉ и ВаFe₁₂O₁₉



3) реакція утворення сполуки ВаAlFe₁₁O₁₉ з ВаAl₁₂O₁₉ и ВаFe₁₂O₁₉:

					НУЦЗУ.2.18-27.СХ та ХТ.РПЗ.02	Лист
Изм	Лист	Подп.	№ докум	Дата		38



В літературі виявлені вихідні термодинамічні константи для ряду бінарних сполук досліджуваної системи, авторами [32, 36]. У табл. 3.1 наведені термодинамічні константи для розрахунку вільної енергії Гіббса.

Таблиця 3.1

Вихідні термодинамічні константи

Сполуки	$-\Delta H^0_{298}$, кДж/моль	$-\Delta G^0_{298}$, кДж/моль	S^0_{298} , Дж/моль·К	$C_p=f(T)$, Дж/моль·К			Джерело
				a	$b \cdot 10^3$	$-c \cdot 10^{-5}$	
α -BaCO ₃	1218,80	1138,89	112,13	86,96	48,99	11,97	[5]
β -BaCO ₃	–	–	–	154,91	–	–	[5]
γ -BaCO ₃	–	–	–	163,29	–	–	[5]
BaO	558,15	528,44	70,29	53,30	4,35	8,30	[5]
CO ₂	393,51	394,38	213,94	44,14	9,04	8,54	[5]
γ -Al ₂ O ₃	1637,20	1541,39	52,51	68,49	46,44	–	[5]
α -Al ₂ O ₃	1675,61	1582,33	50,92	114,77	12,80	35,44	[5]
Fe ₂ O ₃	821,36	739,61	89,96	98,28 150,62 132,63	77,82	14,85	[5]
BaAl ₁₂ O ₁₉	10740,33	10151,81	376,56	738,22	70,50	221,75	[32]
BaFe ₁₂ O ₁₉	5886,09	–	609,19	695,79	154,60	–	[32]
BaAlFe ₁₁ O ₁₉	17502,72	–	1182,90	328,89	95,48	–	[36]

Розрахунок зміни вільної енергії Гіббса від температури дозволяє судити про направлення протікання твердо фазних реакцій і про перевагу освіти тих чи інших фаз [5]. Тому, при вивченні будови системи BaO - Al₂O₃ - Fe₂O₃ моделювати протікання наступних реакцій обміну, для яких була розрахована вільна енергія Гіббса. Розрахунок проводився за методикою, наведеною в роботі [5, 32].

Термодинамічні розрахунки вільної енергії Гіббса для досліджуваних реакцій проводилися в температурному інтервалі 900 - 1600 К відповідно до відомої методики, результати яких представлені в табл. 3.2.

Таблиця 3.2

Значення зміни $\Delta G=f(T)$

Температура, К	$\Delta G=f(T)$, кДж/(моль·К)		
	реакція 1	реакція 2	реакція 3
900	-4921,90	-461,98	-4459,92
1000	-4800,47	-479,03	-4321,44
1100	-4665,70	-495,45	-4170,21
1200	-4518,83	-511,62	-4007,21
1300	-4360,86	-527,60	-3833,27
1400	-4192,67	-543,59	-3649,08
1500	-4014,98	-559,77	-3455,21
1600	-3828,45	-576,21	-3252,23

Графічна залежність розрахованої енергії Гіббса від температури представлена на рис. 3.1.

Відзначимо, що за результатами розрахунків вільної енергії Гіббса фактично для всіх реакцій обміну функція $\Delta G = f(T)$ має дуже близький до лінійного характер [36].

Аналіз результатів розрахунку енергії Гіббса для реакцій вказує на наявність температурних інтервалом термодинамічної стабільності комбінації фаз BaFe_2O_4 і $\text{Ba}_{10}\text{Al}_2\text{O}_{13}$, BaFe_2O_4 і $\text{Ba}_3\text{Al}_2\text{O}_6$.

					НУЦЗУ.2.18-27.СХ та ХТ.РПЗ.02	Лист
Изм	Лист	Подп.	№ докум	Дата		40

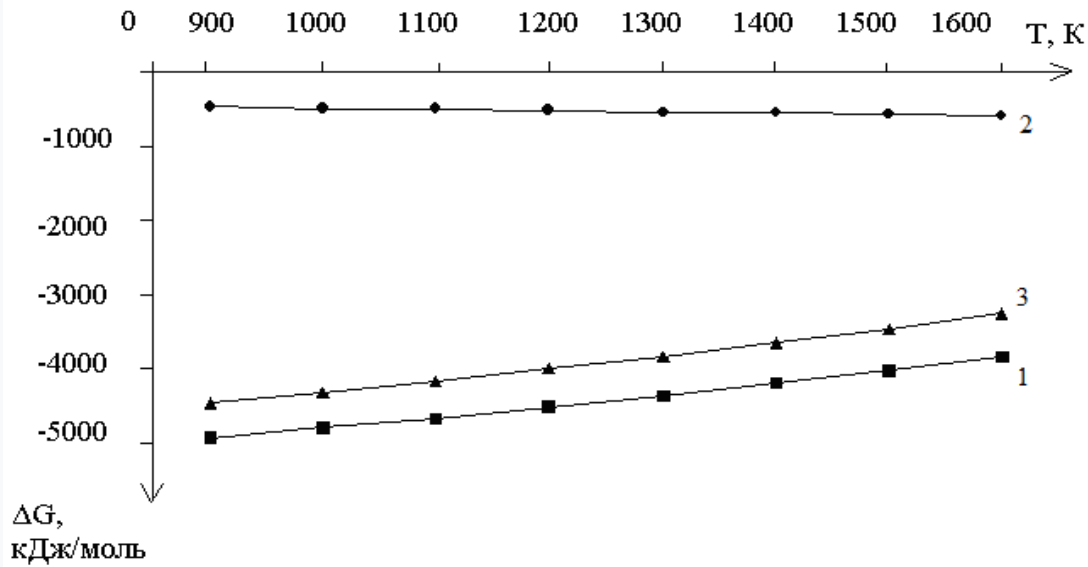


Рис. 3.1. Залежність вільної енергії Гіббса від температури:
1 – реакція 1; 2 – реакція 2; 3 – реакція 3.

На підставі даних [36] про проведення термодинамічної та аналізу результатів розрахунку енергії Гіббса дозволило вибрати в досліджуваній системі області складів, що володіють оптимальними властивостями для отримання композиційних матеріалів із захисними властивостями, і обмежених фазами $\text{BaFe}_{12}\text{O}_{19}$, $\text{BaAl}_{12}\text{O}_{19}$ і BaAl_2O_4 . Дана область містить фази, які мають високу температуру плавлення, гідравлічної активністю і захисними властивостями від електромагнітного випромінювання.

3.2 Розробка складу спеціального цементу

Літературний огляд дозволило визначити область, перспективну з погляду отримання спеціальних в'язучих матеріалів спеціального призначення і встановити принципову можливість отримання спеціальних цементів для захисту від електромагнітного випромінювання. Тому представляє інтерес розробка складів цементів на основі композицій системи $\text{BaO} - \text{Al}_2\text{O}_3 - \text{Fe}_2\text{O}_3$ і дослідження їх фізико-механічних властивостей. У даній області системи в'язучі властивості проявляє з'єднання BaAl_2O_4 , а високі значення феромагнітних властивостей - $\text{BaFe}_{12}\text{O}_{19}$.

					НУЦЗУ.2.18-27.СХ та ХТ.РПЗ.02	Лист
						41
Изм	Лист	Подп.	№ докум	Дата		

Таблиця 3.3

Хімічний склад вихідних сировинних матеріалів

Сировинні матеріали	Склад оксидів, мас. %					
	BaO	Al ₂ O ₃	SiO ₂	Fe ₂ O ₃	R ₂ O	ППП
Технічна глинозем	–	98,46	0,06	0,05	0,43	1,0
Вуглекислий барій	77,10	–	0,22	–	0,20	22,48
Оксид заліза	–	–	–	99,00	-	1,00

В якості вихідних сировинних матеріалів застосовувалися вуглекислий барій технічна, технічна глинозем і оксид заліза марки ЧДА. Для синтезу вихідних бінарних сполук готували суміші шляхом змішування по «мокрому» способу. У лабораторних умовах були синтезовані цементи на основі сполук системи. Помел сировинних компонентів проводився в лабораторній порцелянової млині «мокрим» способом (вологість 50%) до повного проходження через сито № 008. Сушка сировинних сумішей здійснювалася в сушильній шафі при температурі 100 ° С. Температура випалу клінкеру барійвмісних цементів в інтервалі 1150 - 1350 °С з ізотермічної витримкою при максимальній температурі 3 ч. Повнота синтезу сполук контролювалася рентгенофазним методом аналізу.

Хімічний і фазовий склад вихідних сировинних сумішей представлені в табл. 3.4

Таблиця 3.4

Хімічний та фазовий склади цементів

№ п/п	Фазовий склад, % мас		Хімічний склад, % мас		
	BaFe ₁₂ O ₁₉	BaAl ₂ O ₄	BaO	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃
1	80	20	23,044	7,988	68,968
2	85	15	20,731	5,991	73,278

					НУЦЗУ.2.18-27.СХ та ХТ.РПЗ.02	Лист
Изм	Лист	Подп.	№ докум	Дата		42

Представлені результати рентгенографічного аналізу показали, що основними фазами отриманих цементів є моноалюмінат і гексаферрит барію.

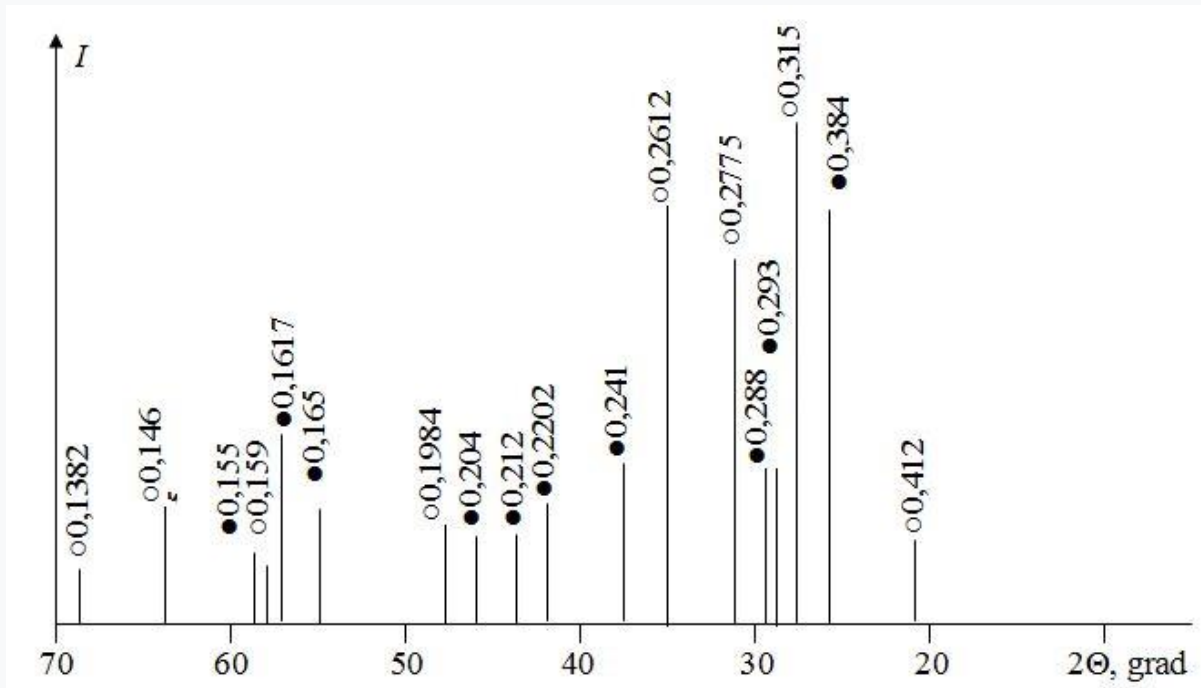


Рис. 3.2. Результати рентгенографічного аналізу цементу складу 80 % $\text{BaFe}_{12}\text{O}_{19}$ і 20 % BaAl_2O_4 : ● – $\text{BaFe}_{12}\text{O}_{19}$, ○ – BaAl_2O_4

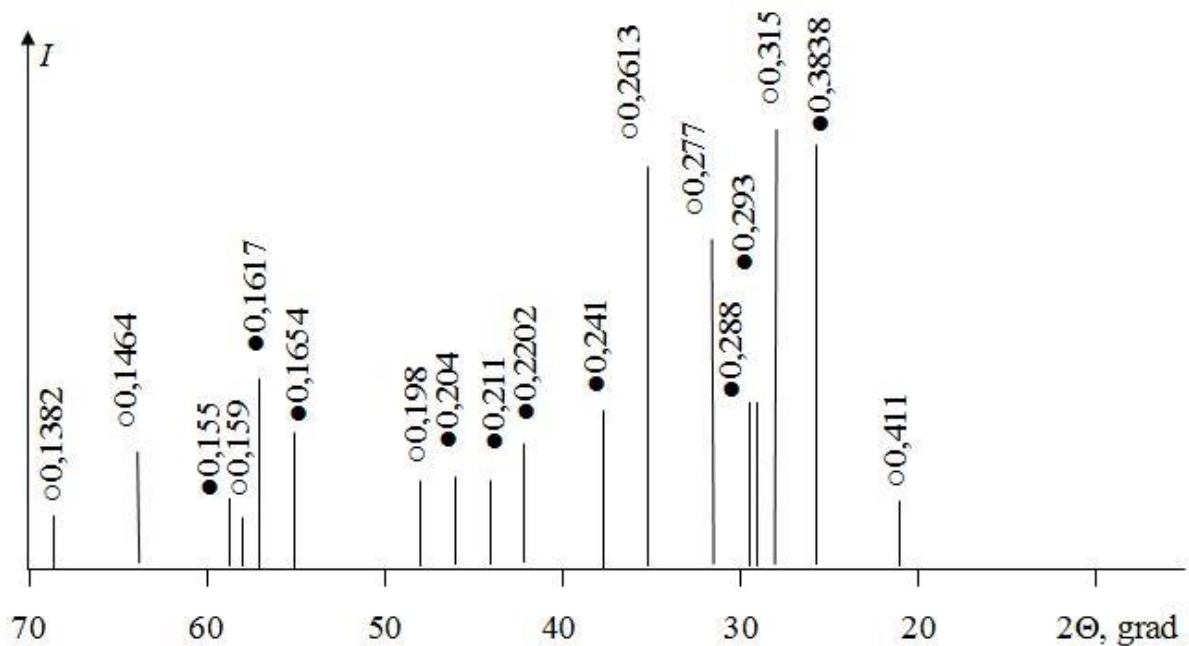


Рис. 3.3. Результати рентгенографічного аналізу цементу складу 85 % $\text{BaFe}_{12}\text{O}_{19}$ і 15 % BaAl_2O_4 : ● – $\text{BaFe}_{12}\text{O}_{19}$, ○ – BaAl_2O_4

					НУЦЗУ.2.18-27.СХ та ХТ.РПЗ.02	Лист
Изм	Лист	Подп.	№ докум	Дата		43

Як видно з результатів рентгенофазного аналізу (рис. 3.2 -3.3) основними фазами клінкеру раціонального складу є моноалюмінат ($d = 0,412; 0,315; 0,2775; 0,2612; 0,1984; 0,159; 0,1465; 0,1382$ нм) і гексаферрит ($d = 0,384; 0,293; 0,288; 0,241; 0,2202; 0,212; 0,204; 0,165; 0,1617; 0,155$ нм) барію.

Комплекс досліджень в системі $BaO - Al_2O_3 - Fe_2O_3$ дозволив вибрати раціональний склад барійвмісного цементу на основі моноалюмінату ($BaAl_2O_4$) і гексаферриту барію ($BaFe_{12}O_{19}$), який можна ефективно використовувати в якості зв'язки при виготовленні спеціальних бетонів і композиційних матеріалів, що володіють захисними властивостями при одночасному впливі підвищених температур і випромінювання

3.3. Фізико-технічні властивості розробленого спеціального цементу

Для дослідження фізико-технічних характеристик використовували Сировинні компоненти, що включають вуглекислий барій технічний, глинозем і оксид заліза, розраховані на отримання в клінкері моноалюміната і гексаферриту барію, піддавалися «мокрому» помелу (вологість 50%) до питомої поверхні 350 - 400 м² / кг. Сушка сир'я питний суміші здійснювалася в сушильній шафі при температурі 100 - 110 ° С. Випал здійснювався при температурі 1300 °С з ізотермічної витримкою 3 години. Отриманий клінкер подрібнювався до питомої поверхні 400 м² / кг.

Основною характеристикою феромагнітних властивостей матеріалу є крива намагнічування зразка, тобто залежність остаточний намагніченості зразка від напруженості магнітного поля, який впливає на поміщений в поле зразок. Випробуванню піддавалися по п'ять зразків циліндрів (розмірами $d - 8$ мм, $h - 40$ мм), виготовлених з барійвмісного цементу різного фазового складу. Намагнічення зразків проводилося в соленоїді, обтічні випрямленою струмом. Вимірювання залишкової намагніченості зразків виконувалося в відносних одиницях за допомогою магнітометра.

Всі виготовлені зразки на основі синтезованих барійвмісних цементів з високим вмістом гексаферриту володіють феромагнітними властивостями (рис. 3.4).

					НУЦЗУ.2.18-27.СХ та ХТ.РПЗ.02	Лист
						44
Изм	Лист	Подп.	№ докум	Дата		

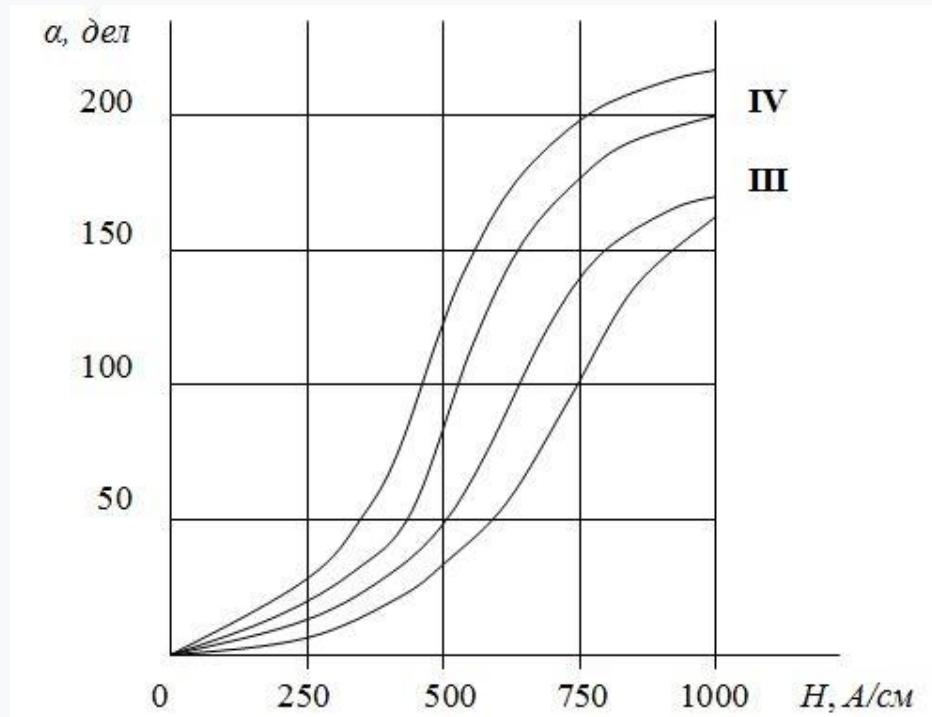


Рис 3.4. Залежність залишкової намагніченості від напруженості магнітного поля барійвмісного цементу з феромагнітними властивостями. Співвідношення фаз в цементі $BaA_{12}O_4$: $BaFe_{12}O_{19}$:

I - 1: 4; II - 1: 9; III - 1: 19; IV - 0: 1

В табл. 3.5 наведені фізико-технічні властивості розроблених феромагнітних барійвмісних цементів та феромагнітної кераміки.

Таблиця 3.5

Фізико-технічні властивості розроблених феромагнітних барійвмісних цементів та феромагнітної кераміки

№ п/п	Показники	Барійвмісний цемент	феромагнітної кераміки
1	Залишкова індукція, Тл	0,21	0,28
2	Коерцитивна сила, кА/м	340	276
3	Питомий електричний опір, Ом·м	$1,5 \cdot 10^5$	$1,6 \cdot 10^6$
4	Температура Кюрі, °С	465	320

Отримані результати свідчать про те, що розроблені барійвмісні цементи з феромагнітними властивостями можуть бути використані в якості зв'язки при виробництві магнітних індикатором, датчиків, що застосовуються в промисловості, а також при виробництві феромагнітної кераміки, виробів складної конфігурації, для нанесення покриттів, що володіють феромагнітними властивостями .

3.4 Оптимізація складу спеціального цементу

Фізико-механічні випробування зразків отриманих барієвих цементів проводилися з використанням методики малих зразків М.І. Стрелкова [33]. Результати випробувань фізико-механічних і технічних властивостей отриманих складів наведені в табл. 3.6.

Таблиця 3.6

Фізико-механічних характеристики цементів

Склад цементу, % мас		В/Ц	Терміни тужавіння, час- хв		Межа міцності при стиску, МПа, у віці, доби		
BaFe ₁₂ O ₁₉	BaAl ₂ O ₄		початок	кінець	3	7	28
80	20	0,12	0-50	1-40	22,7	48,2	54,0
85	15	0,12	0-45	1-30	20,4	31,6	44,9

Згідно представлених результатів дослідження фізико-механічних властивостей, отримані цементи являються високоміцними - до 54 МПа; швидкотужавіючими: терміни схоплювання - початок схоплювання від 35 до 50 хв., кінець - від 1 години 20 хв до 1 години 40 хв; в'язучими повітряного тверднення з водо цементним ставленням 0,12 - 0,14. Найбільш оптимальним для подальших досліджень обраний склад, в якому співвідношення фаз BaFe₁₂O₁₉: BaAl₂O₄ = 80: 20, так як має найбільш високі фізико-механічні властивості.

					НУЦЗУ.2.18-27.СХ та ХТ.РПЗ.02	Лист
Изм	Лист	Подп.	№ докум	Дата		46

Таким чином, як видно з представлених результатів дослідження фізико-механічних властивостей, отриманий барійвмісний цемент є високоміцним - до 54 МПа; швидкоутужавіючими: терміни схоплювання - початок схоплювання 50 хв., кінець - 1 година 40 хв. ; в'яжучими повітряного тверднення з водо цементним ставленням 0,12.

В результаті проведених досліджень розроблений барійвмісний цемент з феррімагнітними властивостями, який можна застосовувати в якості зв'язки при виробництві феррімагнітних матеріалів, а також при отриманні композиційних матеріалів по технології неорганічних в'яжучих матеріалів. Застосування розроблених барійвмісних в'яжучих матеріалів на основі алюмінатів та феритів барію дозволить виготовляти вироби з феррімагнітними властивостями складної конфігурації і великих габаритів.

3.5. Оцінка температур служби розроблених цементів

В технології спеціальних в'яжучих матеріалів система $BaO - Al_2O_3 - Fe_2O_3$ є основою цементів з захисними властивостями, до складу якої входять ферити барію, забезпечують захисні властивості матеріалів, а також алюмінати барію, мають в'яжучими властивостями. Однією з основних характеристик спеціальних цементів є їх стійкість до температурних навантажень [18].

У зв'язку з цим для визначення максимальної температури експлуатації барійвмісних цементів була проведена оцінка температур і складів евтектики бінарних сполук системи $BaO - Al_2O_3 - Fe_2O_3$.

Для оцінки поверхонь ліквідусу, температур і складів бінарних і потрійних евтектик найбільше часто використовується метод Епштейна-Хауленда [34]. Вихідні дані для розрахунку представлені в табл. 3.7.

Характеристики евтектичних точок перетинів барійвмісної системи $BaO - Al_2O_3 - Fe_2O_3$ наведені в табл. 3.8.

Аналіз отриманих результатів показує, що всі композиції бінарних з'єднань можуть бути використані при температурі понад 1450 К.

					НУЦЗУ.2.18-27.СХ та ХТ.РПЗ.02	Лист
						47
Изм	Лист	Подп.	№ докум	Дата		

Таблиця 3.7

Вихідні дані для розрахунку температур і складів евтектик

Соединение	Температура, К	Количество атомов в соединении, N
BaO	2198 [18]	2
Fe ₂ O ₃	1873 [18]	5
α -Al ₂ O ₃	2303 [18]	5
BaFe ₁₂ O ₁₉ (<i>BF</i> ₆)	1738 [18]	32
BaFe ₂ O ₄ (<i>BF</i>)	1723 [18]	7
Ba ₂ Fe ₂ O ₅ (<i>B₂F</i>)	1643 [18]	9
Ba ₃ Fe ₂ O ₆ (<i>B₃F</i>)	1588 [18]	11
Ba ₇ Fe ₄ O ₁₃ (<i>B₇F₂</i>)	1603 [18]	24
BaAl ₂ O ₄ (<i>BA</i>)	2103 [18]	7
Ba ₃ Al ₂ O ₆ (<i>B₃A</i>)	1873 [18]	11
BaAl ₁₂ O ₁₉ (<i>BA₆</i>)	2173 [18]	32
Ba ₄ Al ₂ O ₇ (<i>B₄A</i>)	1673 [18]	13
Ba ₈ Al ₂ O ₁₁ (<i>B₈A</i>)	1673 [18]	21
Fe ₂ Al ₂ O ₆ (<i>FA</i>)	1683 [36]	10

Таблиця 3.8

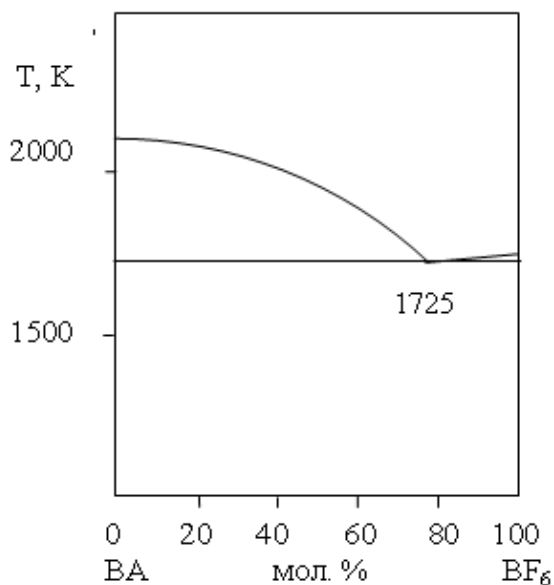
Характеристики евтектик бінарних сполук в системі BaO – Al₂O₃ – Fe₂O₃

№ п/п	Сечение	T _{пл} , К	Состав эвтектик, мол.%		
			X ₁	X ₂	X ₃
1	Ba ₈ Al ₂ O ₁₁ – Ba ₇ Fe ₄ O ₁₃	1579	28,0	72,0	–
2	Ba ₃ Fe ₂ O ₆ – Ba ₈ Al ₂ O ₁₁	1556	79,0	21,0	–
3	Ba ₃ Fe ₂ O ₆ – Ba ₄ Al ₂ O ₇	1536	68,0	32,0	–
4	Ba ₃ Fe ₂ O ₆ – Ba ₃ Al ₂ O ₆	1570	88,0	12,0	–
5	Ba ₃ Fe ₂ O ₆ – BaAl ₂ O ₄	1574	90,5	9,5	–
6	Ba ₂ Fe ₂ O ₅ – BaAl ₂ O ₄	1617	88,0	12,0	–
7	BaFe ₂ O ₄ – BaAl ₂ O ₄	1678	83,0	17,0	–
8	BaFe ₁₂ O ₁₉ – BaAl ₂ O ₄	1725	78,4	21,6	–
9	BaFe ₁₂ O ₁₉ – Fe ₂ Al ₂ O ₆	1649	17,0	83,0	–
10	BaFe ₁₂ O ₁₉ – Al ₂ O ₃	1727	81,1	18,9	–

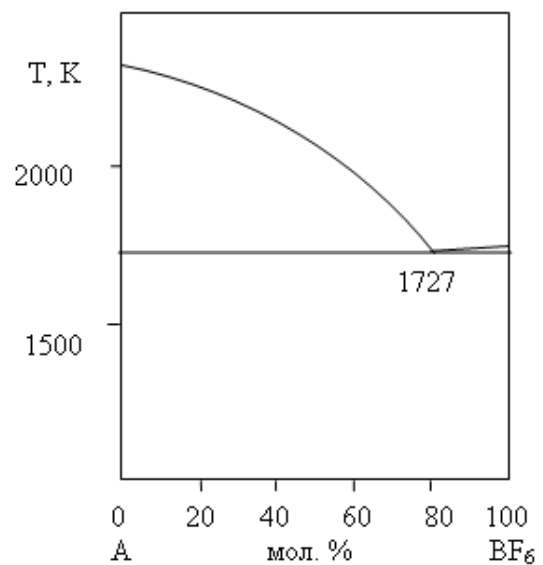
З отриманих результатів видно, що найбільш прийнятними для отримання захисних композиційних матеріалів є бінарні сполуки, що: $\text{BaFe}_{12}\text{O}_{19} - \text{BaAl}_2\text{O}_4$, $\text{BaFe}_{12}\text{O}_{19} - \text{Al}_2\text{O}_3$ і $\text{BaFe}_{12}\text{O}_{19} - \text{BaAl}_{12}\text{O}_{19}$ (з температурами евтектики 1725 до, 1727 до і 1738 К відповідно), евтектичні склади яких плавляться при найбільш високих температурах (від 1725 К до 1738 К). Крім цього, що входять до складу оптимальних перетинів з'єднання забезпечують матеріали захисними ($\text{BaFe}_{12}\text{O}_{19}$) і в'язучими (BaAl_2O_4) властивостями.

Це підтверджує правильність вибору області системи, оптимальної з погляду одержання в'язучих матеріалів спеціального призначення.

Поверхні ліквідусу оптимальних бінарних $\text{BaO} - \text{Al}_2\text{O}_3 - \text{Fe}_2\text{O}_3$ представлені на рис. 3.4 (а, б, в).



а)



б)

					НУЦЗУ.2.18-27.СХ та ХТ.РПЗ.02	Лист
						49
Изм	Лист	Подп.	№ докум	Дата		

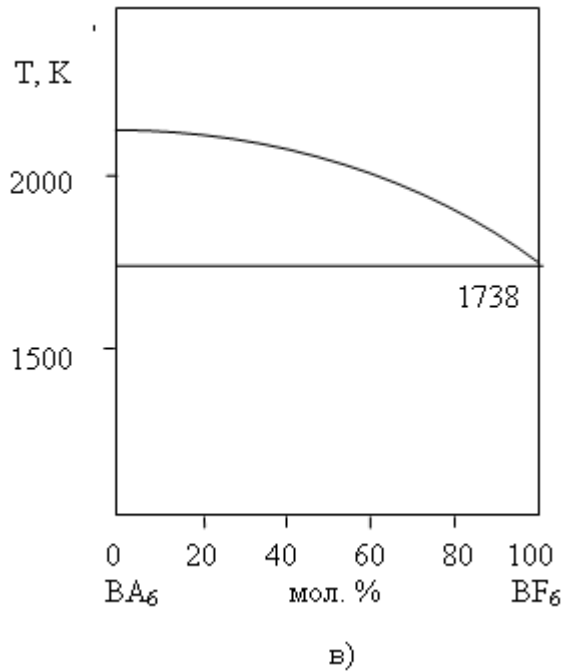


Рис 3. 4 Розрахунок температура плавлення евтектики перетини $BaO - Al_2O_3 - Fe_2O_3$: *a* – $Ba - BF_6$; *б* – $A - BF_6$; *в* – $Ba_6 - BF_6$

В результаті проведених досліджень встановлена принципова можливість отримання на основі сполук трикомпонентної системи $BaO - Al_2O_3 - Fe_2O_3$ захисних швидкотужавіючих, швидкотверднучих високоміцних цементів спеціального призначення, що дозволить використовувати їх в різних теплових агрегатах з температурою служби понад $1450\text{ }^\circ\text{C}$.

3.6. Дослідження захисних властивостей цементу для захисту від електромагнітного випромінювання

Дослідження властивостей захисних від електромагнітного випромінювання зразків барійвмісного цементу і бетону на його основі проводилися на двохпозиційної установці квазіоптичного типу [35 -38]. В ході випробувань проведено вимірювання коефіцієнта проходження випромінювання по потужності і коефіцієнта відображення на частотах 80, 84, 88, 92, 96 і 100 кГц. Коефіцієнт поглинання електромагнітної хвилі розраховувався за формулою:

					НУЦЗУ.2.18-27.СХ та ХТ.РПЗ.02	Лист
						50
Изм	Лист	Подп.	№ докум	Дата		

$$A = 1 - (R + T),$$

де А - коефіцієнт поглинання, дБ; R - коефіцієнт відбиття, дБ; Т - коефіцієнт проходження, дБ.

Коефіцієнт екранування електромагнітної хвилі (Е, дБ) розраховувався за такою формулою:

$$E = A + R$$

Результати досліджень захисних властивостей складів барійвмісного цементу і бетону на його основі представлені в табл. 3.9.

Таблиця 3.9

Коефіцієнт екранування отриманих матеріалів, дБ

№, п/п	Зразки	Товщина зразку, мм	Частота випромінювання, кГц					
			80	84	88	92	96	100
1	Розроблений цемент (BaO·6Fe ₂ O ₃ : BaO·Al ₂ O ₃ = 4 : 1)	3	16,45	17,08	17,33	18,15	18,53	18,91
		6	17,72	18,26	18,57	19,35	19,94	20,85
		10	21,23	23,42	23,82	24,25	24,87	25,28
2	Спеціальна керамічна плитка для захисту від електромагнітного випромінювання [4]	10	18,50	21,50	21,80	24,10	24,50	25,00

На рис. 3.5 представлені результати електронної мікроскопії клінкеру барійвмісного цементу раціонального складу.

Встановлено, що клінкер має рівномірно зернисту обкатана форми однорідну структуру, окремих кутів не відзначається. Пори відкриті, звивисті, гіллясті, каналні (рис. 3.5 а). При більшому збільшенні (див. Рис. 3.5 б і 3.5 в) видно, що клінкер складається з гексагональних кристалів гексаферрити барію, на яких зазначається псевдоморфоз погано оформлених зерен моноалюміната барію. Для кристалів гексаферритов барію характерна наскрізна полосова основна доменна конфігурація в комбінації з поверхневою структурою замикаючих доменів у вигляді «крапель» (див. Рис. 3.5 г і 3.5 д). Подібна доменна структура характерна для феромагнетиків.

					НУЦЗУ.2.18-27.СХ та ХТ.РПЗ.02	Лист
						51
Изм	Лист	Подп.	№ докум	Дата		

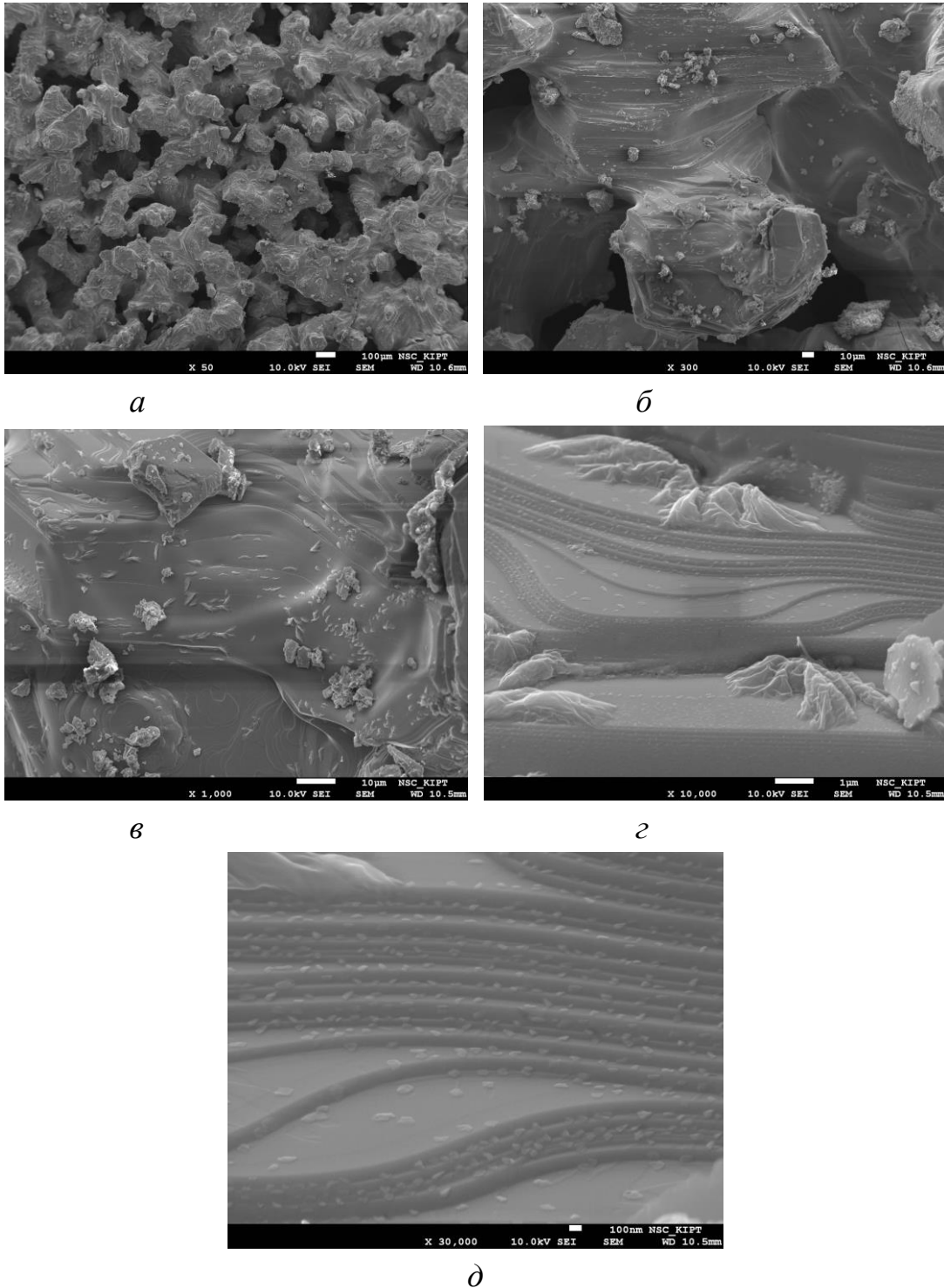


Рис. 3.5. Мікроструктура відколу клінкеру барійвмісного цементу: а - збільшення 50^x; б - збільшення 300^x; в - збільшення 1000^x; г - збільшення 10000^x; д – 30000^x.

Наочний характерний нанодіапазоні розмірності (до 100 нм) краплеподібних виділень, а їх локалізація на поверхні шарів і торцях міжшарових зрощень вказує на

					НУЦЗУ.2.18-27.СХ та ХТ.РПЗ.02	Лист
Изм	Лист	Подп.	№ докум	Дата		52

найбільш ймовірний механізм утворення в результаті дислокаційного зростання структури кристалів гексаферити барію з формуванням крайових виділень.

Слід зазначити, що зустрічаються однорідні ділянки, що складаються з однакових стрижнів, що володіють великою протяжністю і орієнтованих в одному напрямку. На нашу думку ці ділянки можна віднести до зростання частинок гомогенних твердих розчинів, що представляють собою ізоморфну матрицю на основі двох або більшої кількості фаз.

З представлених результатів дослідження фізико-механічних властивостей, отриманий барійсодержащий цемент є високопрочним - до 54 МПа; бистросхватувального: терміни схоплювання - початок схоплювання 50 хв., кінець - 1 година 40 хв ; в'яжучими повітряного тверднення з водо цементним ставленням 0,12.

Згідно з дослідженнями, зі збільшенням товщини шару розробленого матеріалу коефіцієнт екранування збільшується. З представлених результатів можна зробити висновок, що зразки з розробленого матеріалу мають високі показники коефіцієнта екранування в порівнянні з відомими захисними матеріалами.

Розрахунок коефіцієнта масового поглинання для сполук системи ВаО – Al₂O₃ – Fe₂O₃. Коефіцієнт масового поглинання постійний для даної речовини і не залежить від його фізичного стану. На підставі табличних даних μ простих елементів можна розрахувати μ складної речовини по формулі [33]:

$$\mu = \frac{\mu_1 a y_1 + \mu_2 b y_2 + \dots}{a y_1 + b y_2 + \dots},$$

де a, b – атомні маси елементів А, В;

y – стехіометричні коефіцієнти у формулі речовини Au₁, Bu₂.

Можливість підсумовування μ простих елементів для розрахунку μ складних речовин пояснюється тим, що гамма – промені, пронизуючи речовину, взаємодіють з електронами внутрішніх оболонок атома, і на їх поглинання не позначаються зовнішні електрони, що беруть участь в хімічних зв'язках.

					НУЦЗУ.2.18-27.СХ та ХТ.РПЗ.02	Лист
						53
Изм	Лист	Подп.	№ докум	Дата		

Розрахунок коефіцієнту масового поглинання оксидів:

Спочатку розраховуються стехіометричні коефіцієнти для оксидів, які входять до сполук перспективних фаз:

BaO :

$$v(\text{Ba}) = \mu(\text{Ba}) / \mu(\text{BaO}) = 137.36 / 153.36 = 0.9\%$$

$$v(\text{O}) = \mu(\text{O}) / \mu(\text{BaO}) = 16 / 253.36 = 0.1\%$$

Al₂O₃ :

$$v(\text{Al}_2) = 2 \cdot \mu(\text{Al}) / \mu(\text{Al}_2\text{O}_3) = 54 / 102 = 0.52\%$$

$$v(\text{O}_3) = 3 \cdot \mu(\text{O}) / \mu(\text{Al}_2\text{O}_3) = 48 / 102 = 0.47\%$$

Fe₂O₃:

$$v(\text{Fe}) = \mu(\text{Fe}) / \mu(\text{Fe}_2\text{O}_3) = 24 / 40 = 0.6\%$$

$$v(\text{O}_3) = 3 \cdot \mu(\text{O}) / \mu(\text{Fe}_2\text{O}_3) = 16 / 40 = 0.4\%$$

Потім розраховують коефіцієнт масового поглинання оксидів:

$$1) \mu(\text{BaO}) = \mu(\text{Ba}) \cdot v(\text{Ba}) + \mu(\text{O}) \cdot v(\text{O}) = 359 \cdot 0.9 + 12.7 \cdot 0.1 = 324.4 \text{ см}^2/\text{Г.}$$

$$2) \mu(\text{Al}_2\text{O}_3) = \mu(\text{Al}_2) \cdot v(\text{Al}_2) + \mu(\text{O}_3) \cdot v(\text{O}_3) = 48.7 \cdot 0.52 + 12.7 \cdot 0.47 = 31.293 \text{ см}^2/\text{Г.}$$

$$3) \mu(\text{Fe}_2\text{O}_3) = \mu(\text{Fe}) \cdot v(\text{Fe}_2\text{O}_3) + \mu(\text{O}) \cdot v(\text{O}) = 40.6 \cdot 0.6 + 12.7 \cdot 0.4 = 29.44 \text{ см}^2/\text{Г.}$$

Далі по відомим оксидів розраховують коефіцієнту масового поглинання перспективних сполук системи обраного перетину:

Розраховуються стехіометричні коефіцієнти для складних сполук BaFe₁₂O₁₉ і в'язучими BaAl₂O₄. які входять до перспективної фази:

BaAl₂O₄:

$$v(\text{BaO}) = M(\text{BaO}) / M(\text{BaAl}_2\text{O}_4) = 153.36 / 253 = 0.6\%$$

$$v(\text{Al}_2\text{O}_3) = M(\text{Al}_2\text{O}_3) / M(\text{BaAl}_2\text{O}_4) = 100 / 253 = 0.4\%$$

BaFe₁₂O₁₉:

$$v(\text{Fe}_2\text{O}_3) = M(\text{Fe}_2\text{O}_3) / M(\text{BaFe}_{12}\text{O}_{19}) = 40 / 140 = 0.022\%$$

$$v(\text{Al}_2\text{O}_3) = M(\text{Al}_2\text{O}_3) / M(\text{Al}_2\text{O}_3) = 100 / 140 = 0.7\%$$

					НУЦЗУ.2.18-27.СХ та ХТ.РПЗ.02	Лист
						54
Изм	Лист	Подп.	№ докум	Дата		

Розрахунок коефіцієнту масового поглинання перспективних фаз:

$$1) \mu(\text{BaAl}_{12}\text{O}_4) = \mu(\text{BaO}) \cdot v(\text{BaO}) + \mu(\text{Al}_2\text{O}_3) \cdot v(\text{Al}_2\text{O}_3)$$

$$\mu(\text{BaAl}_{12}\text{O}_4) = 324.4 \cdot 0.6 + 31.293 \cdot 0.4 = 207.15 \text{ см}^2/\text{Г};$$

$$2) \mu(\text{BaFe}_{12}\text{O}_{19}) = \mu(\text{Fe}_2\text{O}_3) \cdot v(\text{Fe}_2\text{O}_3) + \mu(\text{Al}_2\text{O}_3) \cdot v(\text{Al}_2\text{O}_3)$$

$$\mu(\text{BaFe}_{12}\text{O}_{19}) = 31.293 \cdot 0.7 + 29.44 \cdot 0.2 = 22.4 \text{ см}^2/\text{Г};$$

Коефіцієнт масового поглинання для обраного складу $\text{BaAl}_{12}\text{O}_4$ – 80 мас.%, $\text{BaFe}_{12}\text{O}_{19}$ – 20 мас.%, за загальною формулою:

$$\mu = \mu(\text{BaO})_n \cdot v(\text{BaO})_n + \mu(\text{Al}_2\text{O}_3)_n \cdot v(\text{Al}_2\text{O}_3)_n + \mu(\text{Fe}_2\text{O}_3)_n \cdot v(\text{Fe}_2\text{O}_3)_n;$$

$$\mu = 207.15 \cdot 0.4 + 275.32 \cdot 0.1 + 11.2 \cdot 0.5 = 163.022 \text{ см}^2/\text{Г};$$

Розраховано коефіцієнт масового поглинання на підставі табличних даних μ простих елементів та розрахованих μ складних речовин для перспективного складу.

Згідно представлених результатів дослідження фізико-механічних властивостей, отримані цементи являються високоміцними - до 54 МПа; швидкотужавіючими: терміни схоплювання - початок схоплювання від 35 до 50 хв., кінець - від 1 години 20 хв до 1 години 40 хв; в'язучими повітряного тверднення з водо цементним ставленням 0,12 - 0,14.

Таким чином, за результатами досліджень отримані матеріали, на основі барійвмісного цементу, мають високі показники екранування електромагнітного випромінювання в діапазоні частот 80 - 100 кГц і міцності (48-50 МПа). Що дозволяє рекомендувати дані будівельні матеріали для захисту біологічних і технічних об'єктів від впливу імпульсного електромагнітного випромінювання і підвищення стійкості таких об'єктів при впливі вражаючих факторів. Крім того, за технологіям можуть виготовлятися вироби складного фасону і різних габаритів для захисту від ЕМІ в різних областях промисловості.

					НУЦЗУ.2.18-27.СХ та ХТ.РПЗ.02	Лист
						55
Изм	Лист	Подп.	№ докум	Дата		

3.7 Висновки до розділу

Застосування розроблених барійвмісних матеріалів дозволить істотно спростити конструкцію захисних споруд і підвищити ступінь захищеності електроустаткування від негативного впливу електромагнітного випромінювання на обслуговуючий персонал і різні системи управління, зв'язку, моніторингу, життєзабезпечення. Можливо також, отриманий цемент застосовувати в складі штукатурки, наносити до 3 - 6 мм завтовшки, що дозволить на порядок знизити напруженість електромагнітного випромінювання в частотному діапазоні від 80 кГц до 100 кГц, в середньому майже в 10 разів. В результаті комплексних будівельних рішень може бути досягнуто суттєве зниження рівня електромагнітного поля не тільки в захисній споруді, але і в окремих приміщеннях.

Розраховано коефіцієнт масового поглинання на підставі табличних даних μ простих елементів та розрахованих μ складних речовин для перспективного складу.

Згідно представлених результатів дослідження фізико-механічних властивостей, отримані цементи являються високоміцними - до 54 МПа; швидкотужавіючими: терміни схоплювання - початок схоплювання від 35 до 50 хв., кінець - від 1 години 20 хв до 1 години 40 хв; в'язучими повітряного тверднення з водо цементним ставленням 0,12 - 0,14.

					НУЦЗУ.2.18-27.СХ та ХТ.РПЗ.02	Лист
						56
Изм	Лист	Подп.	№ докум	Дата		

4 ЕКОНОМІКО-ОРГАНІЗАЦІЙНІ РОЗРАХУНКИ

Ефективність наукової розробки – це складний комплекс різноманітних оцінок результатів наукової роботи, в залежності від характеру та впливу котрих на розвиток суспільства розрізняють наступні види ефективності:

- інтелектуальна ефективність,
- соціально-культурна ефективність,
- економічна ефективність.

Витрати на проведення науково-дослідної роботи відносяться до промислових та складаються з витрат на науково-дослідну роботу (включно вивчення патентів, літератури, проведення розрахунків та експериментів), витрат на проектування та конструювання і так далі.

Витрати на електроенергію, які розраховують за формулою:

$$B_e = W \cdot T_{об} \cdot K_z \cdot C_e,$$

де W – сумарна потужність використаного обладнання (табл. 4.2), кВт;

$T_{об}$ – час роботи обладнання (табл. 4.2), год.;

K_z – коефіцієнт завантаження обладнання по потужності, дорівнює 1;

C_e – вартість 1 кВт·год електроенергії, грн. дорівнює 0,4.

Таблиця 4.1

Значення сумарної потужності, часу роботи обладнання та його вартість

Обладнання	Вартість, грн.	Сумарна потужність, кВт/год	Час роботи, год.
Сушильна шафа	2500	2,4	80
Кульовий млин	4600	0,85	60
Піч МП – 2У	12500	19,8	32
Прес гідравлічний	2300	-	4

					НУЦЗУ.2.18-27.СХ та ХТ.РПЗ.02	Лист
						57
Изм	Лист	Подп.	№ докум	Дата		

$$B_e = (2,4 \cdot 80 + 0,85 \cdot 60 + 19,8 \cdot 32) \cdot 1 \cdot 0,4 = 350,64 \text{ (грн.)}$$

4.1.7 Витрати на воду для технічних потреб розраховують за формулою:

$$B_B = W_B \cdot T_B \cdot Ц_B ,$$

де W_B – об'єм води, м³. дорівнює 0,5 м³;

T_B – час використання води, год. Дорівнює 7 год.

$Ц_B$ – вартість 1 м³ води, грн. Дорівнює 3,40 грн

$$З_B = 0,5 \cdot 7 \cdot 3,40 = 11,9 \text{ (грн.)}$$

4.1.8 Амортизаційні відрахування:

$$A = \frac{H_A \cdot C_{об} \cdot T_{об}}{12},$$

де H_A – річна норма амортизації, %. Дорівнює 15 % від вартості обладнання;

$C_{об}$ – вартість використаного обладнання (табл. 4.2), грн.;

$T_{об}$ – час роботи обладнання (табл. 4.2), міс.

$$A = \frac{0,15 \cdot (4600 + 2300 + 12500 + 2500)}{12} = 273,75 \text{ (грн.)}$$

Витрати на малоцінну та швидкозношуваний інвентар, лабораторну посуду , які приймають у розмірі 10 % від вартості обладнання:

$$(4600 + 2500 + 12500 + 2300) \cdot 0,1 = 2190,00 \text{ (грн.)}$$

Загальна сума витрат складає собівартість науково-дослідної роботи (табл. 4.2).

Таблиця 4.2

					НУЦЗУ.2.18-27.СХ та ХТ.РПЗ.02	Лист
						58
Изм	Лист	Подп.	№ докум	Дата		

Кошторис витрат на проведення науково-дослідної роботи

№ п.п.	Статті витрат	Сума, грн.
5	Витрати на матеріали	1023,12
6	Витрати на електроенергію	350,64
7	Витрати на воду	11,9
8	Амортизаційні відчислення	273,75
9	Витрати на малоцінний інвентар	2190,00
10	Витрати на контрагентські роботи	568,4
11	Накладні витрати	568,4
Разом		14552,38

Економічний ефект НДР визначають за формулою:

$$E_{\text{эф1}} = S_1 \cdot V - (S_2 \cdot V + Z_{\text{НДР}})$$

$$E_{\text{эф2}} = E/V$$

де S_1 – собівартість продукції до впровадження результатів НДР у виробництво, що дорівнює 10000 грн./т;

S_2 – собівартість продукції після впровадження результатів НДР у виробництво, що дорівнює 5000 грн./т;

V – продукція, що випускається, дорівнює 50 т;

$Z_{\text{НДР}}$ – витрати на проведення цієї НДР, що дорівнюють 14552,38 грн.

$$E_{\text{эф1}} = 10000 \cdot 50 - (5000 \cdot 50 + 14552,38) = 235447,62 \text{ (грн.)}$$

$$E_{\text{эф2}} = 235447,62 / 50 = 4708,95 \text{ (грн/т)}$$

Розрахунок ефективності екранування різних матеріалів..

Хорошою екрануючою здатність мають струмопровідні фарби на основі колоїдного срібла, порошкового графіту, сажі, оксиду заліза, міді, алюмінію. Цими

					НУЦЗУ.2.18-27.СХ та ХТ.РПЗ.02	Лист
						59
Изм	Лист	Подп.	№ докум	Дата		

фарбами фарбують екрани з металізованою поверхнею з боку падаючої електромагнітної хвилі. В якості екранів можуть застосовуватися різні плівки і тканини з металізованим покриттям. Для екранування оглядових вікон, вікон приміщення, стельових ліхтарів застосовується металізоване скло. Така властивість скла надає тонка прозора плівка або з оксидів металів, найчастіше олова, або з металів - міді, нікелю, срібла і їх поєднань. Радіоекрануючими властивостями володіють практично всі будівельні матеріали.

Екрани повинні бути заземлені для забезпечення стікання на землю утворюються на них зарядів.

Ефективність екранів оцінюють в децибелах за формулами

$$\Delta L = 20 \lg(E_0/E); \Delta L = 20 \lg(H_0/H); \Delta L = 20 \lg(\text{ППЭ}_0/\text{ППЭ}),$$

де E_0 , H_0 , ППЭ_0 - відповідно напруженість електричного і магнітного полів і щільність потоку енергії перед екраном; E , H , ППЭ - ті ж параметри після екрана.

Поглинаючі екрани виконують з радіопоглинаючих матеріалів, а саме: еластичних і жорстких пінопластів, гумових килимків, листів поролону або волокнистої деревини, обробленої спеціальним складом, а також з феромагнітних пластин. Відображена потужність випромінювання від цих екранів не перевищує 4%. Як поглинаючий екран можна розглядати ліс і лісозахисні смуги.

Висновок

Оцінка результатів проведеної науково-дослідної роботи, спрямованої на розробку технології синтезу матеріали для захисту від електромагнітного випромінювання, дає можливість зробити висновок, що ця робота є ефективною: коефіцієнт рівня наукової ефективності становить 0,76 %, а економічний ефект 4708,95 грн./т . При цьому кошторис витрат на проведення НДР складає 14552,38 грн. Це свідчить про доцільність впровадження отриманих результатів у виробництво.

					НУЦЗУ.2.18-27.СХ та ХТ.РПЗ.02	Лист
						60
Изм	Лист	Подп.	№ докум	Дата		

Розділ 5. ОХОРОНА ПРАЦІ

5.1 Законодавство з охорони праці. Загальні положення

Охорона праці в Україні є одним із найважливіших соціально економічних завдань. Вона передбачає систему правових, технічних, економічних, санітарно - гігієнічних заходів, спрямованих на забезпечення здорових і безпечних умов праці.

Праця це важлива соціально - економічна категорія, що розглядаються як доцільна діяльність людини, яка спрямована на видозміну й пристосування предметів природи для задоволення потреб людини. У процесі праці людина цілеспрямовано взаємодіє виробничим середовищем, яке, в свою чергу, розглядається як соціальне явище, але включає, крім того, речові елементи технічного й природного характеру (інструменти, устаткування, будівлі й споруди, повітря, температуру в робочих приміщеннях та ін.) і спеціальні елементи, що формуються внаслідок сукупної дії виробничих сил і відносин.

Охорона праці досліджує трудовий процес з позиції забезпечення життя та здоров'я трудящих.

У процесі - праці людина підлягає діям багатьох виробничих чинників, різноманітних за своїм походженням, формами прояву, характеру дії та ін. У низці випадків ця дія може бути несприятливою. Така ситуація виникає тоді, коли система « Людина - виробниче середовище » незбалансована, кількісні характеристики виробничих чинників відхиляються від нормованого рівня й не відповідають нормальному функціонуванню людини у виробничому середовищі.

Конституція України гарантує піклування про поліпшення умов з охорони праці, закріплює за громадянами України право на охорону здоров'я.

У новій Конституції незалежної України відмічається, що кожен має право на працю, а також має право на належні, безпечні здорові умови праці.

У статті 45 Конституції України громадянам надається право на відпочинок. Це право гарантується наданням щотижневого відпочинку, а також оплачуваної щорічної відпустки, встановленням робочого дня щодо окремих професій та

					НУЦЗУ.2.18-27.СХ та ХТ.РПЗ.02	Лист
						61
Изм	Лист	Подп.	№ докум	Дата		

виробництв, скорочення тривалості роботи в нічний час. Максимальна тривалість робочого часу, мінімальна тривалість відпочинку та оплачуваної щорічної відпустки, вихідні та святкові дні, а також інші умови здійснення цього права гарантуються законом.

Закон України «Про охорону праці затверджений 21 листопада 2002 року за № 229- IV, який містить 44 статті. У законі визначаються основні напрямки щодо реалізації конституційних прав громадян про охорону їхнього життя та здоров'я в процесі трудової діяльності [39].

Завданням законодавства про охорону навколишнього природного середовища є регулювання відносин у галузі охорони, використання і відтворення природних ресурсів, забезпечення екологічної безпеки, запобігання і ліквідації негативного впливу господарської та іншої діяльності на навколишнє природне середовище, збереження природних ресурсів, генетичного фонду живої природи, ландшафтів та інших природних комплексів, унікальних територій та природних об'єктів, пов'язаних з історико-культурною спадщиною. Закон України «Про охорону праці» визначає основні положення по охороні праці і регулює взаємини між працівниками і адміністрацією [40]. Розглянемо питання охорони праці на прикладі хімічної лабораторії, в якій проводилися досліди та експерименти даної дипломної роботи. Всі речовини, які використовувалися в дипломній роботі відповідають 3 - 4 класу небезпеки (наведені в таблиці 5.2).

5.2 Характеристика умов праці

Загальна характеристика умов здійснення дослідження. З представлених результатів дослідження фізико-механічних властивостей, отриманий барійсодержащий цемент є високопрочним - до 54 МПа; швидко твердне: терміни схоплювання - початок схоплювання 50 хв., кінець - 1 година 40 хв. ; в'язучими повітряного тверднення з водоцементним відношенням 0,12.

Технологічні процеси виробництв та дослідження в хімічних лабораторіях часто виявляються вибухо- та пожежонебезпечними, протікають під високими

					НУЦЗУ.2.18-27.СХ та ХТ.РПЗ.02	Лист
						62
Изм	Лист	Подп.	№ докум	Дата		

температурами та тиском, речовини та супутні продукти, попадаючи в робочу зону, можуть бути шкідливими та високотоксичними. Тому необхідно виконати аналіз небезпечних та шкідливих виробничих факторів при реалізації технологічного процесу або при проведенні експериментальних досліджень, визначити та обґрунтувати міри та прилади для захисту персоналу, що забезпечують безпечні та нешкідливі умови та високу продуктивність праці.

Аналіз небезпечних та шкідливих виробничих факторів при проведенні експериментальних досліджень наведені в таблиці 5.1.

Таблиця 5.1

Перелік шкідливих та небезпечних виробничих чинників та їх джерела

Небезпечний (шкідливий) виробничий чинник ГОСТ 12.0.003-74*[41]	Нормативно–технічний документ, що регламентує вимоги безпеки	Джерело виникнення
Висока електрична напруга (220, 380 В)	ПУЕ-87 [41] ГОСТ 12.1.030-81* [43]	Щит управління, млин, сушильна шафа
Запиленість	ГОСТ 12.1.005-88 [42] ГОСТ 12.1.007-76* [42]	Завантаження млинів
Шум	ГОСТ 12.1.003-83* [44] ДСН 3.3.6.037-99 [45]	Кульовий млин, вентиляція
Вібрація	ДСТУ 12.1.012:2008 [46] ДСН 3.3.6.039-99 [45]	Кульовий млин, вентиляція
Несприятливий мікроклімат (підвищена температура поверхні обладнання та матеріалів)	ГОСТ 12.1.005-88 [47] ДСН 3.3.6.042-99 [48]	Сушильна шафа, криптолова піч
Статична електрика	НПАОП 00.0-1.29-97 [49] ГОСТ 12.1.018-93 [50]	Млини, підготовлення мас

					НУЦЗУ.2.18-27.СХ та ХТ.РПЗ.02	Лист
Изм	Лист	Подп.	№ докум	Дата		63

Токсикологічна характеристика речовин та матеріалів при проведенні експериментальних досліджень наведена в таблиці 5.2.

Таблиця 5.2

Характеристика речовин та матеріалів

Найменування речовини (матеріалу, продукту)	Клас небезпечності ГОСТ 12.1.00 [51]	ГДК у повітрі робочої зони, мг/м ³ ГОСТ 12.1.005-88 [52]	Характер дії речовини на організм людини	Перша допомога, заходи безпеки
Al ₂ O ₃ (глинозем)	4	6	Алюміноз, поразка легень, подразнення верхніх дихальних шляхів, катаракти ВДШ, пневмосклероз неврит слухового нерву, подразнення очей та шкіри	Протипилові респіратори ШБ-1, „Пелюстка”, захист шкіри та очей за допомогою спецодягу та захисних окулярів, використання вентиляції.
BaCO ₃	4	6	Силікоз, поразка легень, подразнення верхніх дихальних шляхів, пневмосклероз, катаракти ВДШ, подразнення очей та шкіри	Протипилові респіратори ШБ – 1, „Пелюсток”, захист шкіри та очей за допомогою спецодягу та захисних окулярів, використання вентиляції. Мілкі травми обробляють спиртом, бензином, покривають пов'язкою

					НУЦЗУ.2.18-27.СХ та ХТ.РПЗ.02	Лист
						64
Изм	Лист	Подп.	№ докум	Дата		

Fe ₂ O ₃	3	3	Оксид заліза роздратовує слизисту оболонку, визиває опіки очей, на шкірі стовщення та з'язвлення.	Протигаз марки БКФ, респіратори типу «Айстра», «Пелюсток», захист шкіри та очей за допомогою спецодягу та захисних окулярів, використання вентиляції. Після роботи теплий душ.
--------------------------------	---	---	---	--

Характеристика пожежовибухонебезпечних властивостей речовин не наведена тому, що горючі речовини та матеріали не застосовуються.

Згідно до НАПБ Б.03.002-2007 [53], приміщення лабораторії по вибухопожежній та пожежній небезпеці відноситься до категорії В. Ступінь вогнестійкості лабораторії, згідно до ДБН В.1.1.-7-02 [51] – III. Клас зон, згідно НПАОП 40.1-1.32-01 [51], – П-II, П-IIIа. Згідно ПУЕ-87 [54], приміщення лабораторії за ступенем небезпеки ураження людей електричним струмом відноситься до приміщень з підвищеною безпекою, так як є можливість одночасного доторкання до металоконструкцій, що мають з'єднання з землею, з технологічним апаратом і т. д., з одного боку, та до неметалічного корпусу електрообладнання, з другого боку. Термічне відділення відноситься до особливо небезпечних, так як крім вище сказаного фактору температура повітря в приміщенні підвищена.

Площа і об'єм дорівнює відповідно 5 м² і 17,5 м³ на чоловіка, що відповідає санітарним нормам : $S > 4,5 \text{ м}^2$, $V=15 \text{ м}^3/\text{чол.}$, згідно ДНАОП 0.03-3.01-71 [61].

5.3. Метеорологічні умови

Метеорологічні умови повинні бути вибрані у відповідності з вимогами ГОСТ 12.1.005-88 [53] та ДСН 3.3.6.042-99 [55] з врахуванням категорії робіт по енерговитратам при виконанні експериментальних досліджень та пори року. Дані приведені у вигляді табл. 5.3.

					НУЦЗУ.2.18-27.СХ та ХТ.РПЗ.02	Лист
						65
Изм	Лист	Подп.	№ докум	Дата		

Таблиця 5.3

Допустимі та оптимальні параметри метеорологічних умов

Категорія робіт по енергозатратам	Період року	Температура, °С		Відносна вологість, %, не більше		Швидкість руху повітря, м/с, не більше	
		допустима	оптимальна	допустима	оптимальна	допустима	оптимальна
Середньої важкості, ПБ	холодний	15-21	18-20	75	40-60	0,4	0,2
	теплий	16-27	21-23	65, при 26°С	40-60	0,2-0,5	0,3

Для забезпечення нормалізації параметрів мікроклімату в лабораторії передбачені наступні заходи:

- герметизація обладнання (кульовий млин, гідравлічний прес);
- теплоізоляція печі;
- згідно до СНиП 204.05-91* [58] – вентиляція та опалювання в холодний період року.

Характеристика виробничого освітлення приведена в табл. 5.4 (ДБН В.2.5 - 28 - 2006 [59]).

Таблиця 5.4

Характеристика виробничого освітлення

Характеристика зорової роботи	Розряд і підрозряд зорової роботи	Характеристика фону	Контраст між об'єктом і фоном	Природне освітлення		Штучне освітлення		Джерело світла і типи світильників
				вид	e_n , %	вид	E_{min} , лк	
Середньої точності	IVГ	Світлий	Великий	Бокове, одностороннє	1,5	Загальне або комбіноване	150 300	Люмінесцентна лампа ЛД 40 - 4, світильник ЛСП 01 2*40

									Лист
									66
Изм	Лист	Подп.	№ докум	Дата	НУЦЗУ.2.18-27.СХ та ХТ.РПЗ.02				

Так як приміщення лабораторії знаходиться у IV поясі світлового клімату, то

$$e_{IV} = e_n \cdot m \cdot N,$$

де m – коефіцієнт світового клімату. Дорівнює 0,9 (вікна на рівні);

N – номер групи забезпеченості природним світлом (табл. 5. 4 [57])

$$e_2 = 1,5 \cdot 0,9 = 1,35 \%$$

У приміщенні передбачене застосування природної і штучної вентиляції – загальнообмінна приточно-витяжна і місцева витяжна вентиляція. У якості місцевої витяжної вентиляції передбачені витяжні шафи.

Вентиляційна установка розташована в коридорі біля лабораторії. Вона здійснює видалення виробничої шкідливості від технологічного обладнання лабораторії.

У приміщенні лабораторії центральне водяне опалювання. Метеорологічні умови відповідають санітарно-гігієнічним вимогам ГОСТ 12.1.005-88 [58], ДСН 3.3.6.042-99 [59].

У лабораторії встановлене технологічне обладнання, що не викликає при експлуатації механічних коливань і принцип роботи якого заснований на ненаголошених процесах. Шумовий фон і вібрації відповідають санітарно-гігієнічним вимогам ДСТУ 12.1.012:2008 [59], ДСН 3.3.6.037-99 [56], ДСН 3.3.6.039-99 [54].

Характер водопроводу: об'єднаний (виробничий, пожежний, господарчо-побутовий). Джерела постачання води – міський водопровід. Вид каналізації – об'єднана (господарчо-побутова, виробнича).

					НУЦЗУ.2.18-27.СХ та ХТ.РПЗ.02	Лист
						67
Изм	Лист	Подп.	№ докум	Дата		

5.4 Електробезпека

При виконанні НДР було використане наступне обладнання: піч МП-2У, сушильна шафа, кульовий млин, прес гідравлічний.

При роботі на млинових станках застосовуються переносні сіточні захисні огорожі. У робочій зоні преса знаходиться захисний щиток. Як захист також використовується кінцевий автоматичний вимикач регулювальника тиску, який при перевищенні максимального навантаження автоматично відключає подачу енергії.

У лабораторіях застосовуються сушильні шафи, млинові станки, печі. Характеристика споживаної електроенергії: струм змінний, частотою 50 Гц, напруга 380, 220 В, режим нейтрал мереж – з ізолюваною нейтраллю. Приміщення лабораторії, згідно ПУЕ – 87 [41] по мірі небезпеки поразки людей електричним струмом, відноситься до приміщення з підвищеною небезпекою, так як можливість одночасного дотику до металоконструкцій будівлі корпусів і механізмів. Термічне віддалення – до особливо небезпечних, так як крім вищезазначеного фактора, температура повітря в приміщенні підвищена. Характеристики споживаної електроенергії джерела електротравматизму приведені в таблиці 5.5.

Таблиця 5.5

Характеристика споживаної електроенергії джерела електротравматизму

Джерело травматизму	Напруга, В	Род струму	Частота, Гц	Схема мережі
Піч МП-2У	220	Змінний	50	Мережа трьохфазна ізолюваною нейтраллю
Сушильна шафа	220	Змінний	50	

Заходи, щодо захисту працюючих в лабораторії від поразки електричним струмом:

- 1) занулення (сушильна шафа, піч МП-2У);
- 2) ізоляція токоведучих частин, контроль, захисне заземлення печі;

					НУЦЗУ.2.18-27.СХ та ХТ.РПЗ.02	Лист
						68
Изм	Лист	Подп.	№ докум	Дата		

- 3) застосування малих напруг (до 12, 36 В);
- 4) охолодження млинових станків;
- 5) у приміщенні не дозволяється захаращувати проходи до обладнання, електроустановок сторонніми предметами;
- 6) автоматичне відключення (магнітний пускатель);
- 7) електрозахисні заходи: ізолюючі підставки, гумові діелектричні рукавички, гумові килими.

5.5 Захист від електромагнітних випромінювань

Електромагнітні поля особливо негативно впливають на організм людини, яка безпосередньо працює з джерелом випромінювання. В діапазоні промислових частот більше негативний вплив на біологічний об'єкт має електрична складова поля.

При дії ЕМВ на людину можливі гострі та хронічні форми порушення фізіологічних функцій організму. Такі порушення виникають в результаті дії електричної складової ЕМВ на нервову систему, а також на структуру кори головного та спинного мозку, серцево-судинної системи. Тривалий та інтенсивний вплив ЕМВ призводить до стійких порушень в організмі людини та захворювань. Сумісна дія випромінювань широкого діапазону може викликати окрему радіохвильову хворобу [61].

Захист людини від небезпечного впливу електромагнітного випромінювання здійснюється наступними способами:

- зменшення випромінювання від джерела;
- екранування джерела випромінювання до робочого місця;
- встановлення санітарно-захисної зони;
- поглинання чи зменшення утворення зарядів статичної електрики;
- усунення зарядів статичної електрики;
- застосування коштів індивідуальної захисту.

					НУЦЗУ.2.18-27.СХ та ХТ.РПЗ.02	Лист
						69
Изм	Лист	Подп.	№ докум	Дата		

Зменшення потужності випромінювання від джерела реалізується застосуванням поглинання електромагнітної енергії; блокуванням випромінювання або зниженням його потужності для обертових антен в секторі, в якому знаходиться об'єкт, що захищається.

Поглинання електромагнітних випромінювань здійснюється поглинальним матеріалом шляхом перетворення енергії електромагнітного поля в теплову. В якості такого матеріалу застосовують каучук, поролон, пінополістирол, феромагнітний порошок зі зв'язуючим діелектриком, волосяні мати, просочені графітом.

Екранування джерела випромінювання до робочого місця здійснюється спеціальними екранами за ГОСТ 12.4.154-85 "ССБТ. Екрануючі пристрої для захисту від електричних полів промислової частоти"[62].

Розрізняють відображають і поглинаючі екрани. Перші виготовляють з матеріалу з низьким електроопором - метали та їх сплави (мідь, латунь, алюміній, сталь). Вони можуть бути суцільні і сітчасті. Більш ефективними є екрани, виготовлені з дротяної сітки або з тонкої (товщиною 0,01-0,05 мм) алюмінієвої, латунною або цинковою фольги.

Екрани з металевої сітки і металевих прутків у вигляді навісів, козирків застосовують для захисту від випромінювань промислової частоти (рис. 8.1). Вони повинні бути заземлені. Допустима величина опору захисного заземлення екрануючих пристроїв не повинна бути більше 10 Ом.

Захисні властивості відбиваючих екранів полягають у тому, що під дією електромагнітного поля в матеріалі екрану виникають вихрові струми (струми Фуко), які наводять у ньому вторинне поле. Амплітуда наведеного поля приблизно дорівнює амплітуді екранируемого поля, а фази полів протилежні. Результуюче поле, що виникає в результаті складання двох розглянутих полів, швидко згасає в матеріалі екрану, проникаючи в нього на малу глибину.

Радіоекрануючими властивостями володіють практично всі будівельні матеріали.

					НУЦЗУ.2.18-27.СХ та ХТ.РПЗ.02	Лист
						70
Изм	Лист	Подп.	№ докум	Дата		

Екрани повинні бути заземлені для забезпечення стікання на землю утворюються на них зарядів.

Поглинаючі екрани виконують з радіо поглинаючих матеріалів, а саме: еластичних і жорстких пінопластів, гумових килимків, листів поролону або волокнистої деревини, обробленої спеціальним складом, а також з феромагнітних пластин. Відображена потужність випромінювання від цих екранів не перевищує 4%. Як поглинаючий екран можна розглядати ліс і лісозахисні смуги.

5.6. Режим особистої безпеки

Кошти індивідуального захисту видаються відповідно до норм згідно ГОСТ 12.4.011-89 [62]. Для працівників лабораторії необхідні заходи індивідуального захисту: спецодяг (халат), разові рукавички, респіратор типу ШБ-1 "Пелюстка", взуття, захисні окуляри.

При надходженні на роботу згідно НПАОП 0.00-412-2005 [63] проводиться ввідний інструктаж у відділі охорони праці університету, інженером з охорони праці. У лабораторії первинний інструктаж проводиться керівником робіт, повторний раз в півроку. Інструктаж проводиться з метою підвищення знань норм правил з охорони праці. Позаплановий інструктаж проводиться в тому випадку, якщо в лабораторії стався нещасний випадок або встановлюється нове обладнання або використовуються нові способи отримання виробів або нові сировинні матеріали.

До пільг, що отримуються працівниками лабораторії в зв'язку з шкідливістю роботи, відносяться надбавки до зарплати (до 10%), спецхарчування (молоко), медичне обслуговування.

Висновок: приведені вище заходи дозволяють забезпечити безпечні та нешкідливі умови праці у лабораторії при проведенні дипломної роботи.

					НУЦЗУ.2.18-27.СХ та ХТ.РПЗ.02	Лист
						71
Изм	Лист	Подп.	№ докум	Дата		

ВИСНОВКИ

В результаті проведених досліджень встановлена принципова можливість отримання на основі сполук системи $BaO - Al_2O_3 - Fe_2O_3$ захисних швидкоутужавіючих, високоміцних цементів спеціального призначення, що дозволить використовувати їх в різних теплових агрегатах з температурою служби понад $1450\text{ }^{\circ}C$. Комплекс досліджень дозволив вибрати раціональний склад барійвмісного цементу на основі моноалюмінату ($BaAl_2O_4$) і гексаферриту барію ($BaFe_{12}O_{19}$), який можна ефективно використовувати в якості зв'язки при виготовленні спеціальних бетонів і композиційних матеріалів, що володіють захисними властивостями при одночасному впливі підвищених температур і випромінювання

Найбільш перспективним, з погляду підвищених захисних від електромагнітного випромінювання та експлуатаційних властивостей є цемент з фізико-механічними характеристиками: високоміцними - до 54 МПа; швидкоутужавіючими: терміни схоплювання - початок схоплювання від 35 до 50 хв., кінець - від 1 години 20 хв до 1 години 40 хв; в'язучими повітряного тверднення з водоцементним ставленням 0,12 - 0,14.

Таким чином, за результатами досліджень отримані матеріали, на основі барійвмісного цементу, мають високі показники екранування електромагнітного випромінювання в діапазоні частот 80 - 100 кГц і міцності (48-50 МПа). Що дозволяє рекомендувати дані будівельні матеріали для захисту біологічних і технічних об'єктів від впливу електромагнітного випромінювання і підвищення стійкості таких об'єктів при впливі вражаючих факторів. Крім того, за технологіям можуть виготовлятися вироби складного фасону і різних габаритів для захисту від ЕМВ в різних областях промисловості.

					НУЦЗУ.2.18-27.СХ та ХТ.РПЗ.02	Лист
						72
Изм	Лист	Подп.	№ докум	Дата		

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ІНФОРМАЦІЇ

1. Наказ Міністерства охорони здоров'я України №476 від 18.12.2002 р. «Про затвердження Державних санітарних норм та правил при роботі з джерелами електромагнітних полів». Режим доступу: <http://kodeksy.com.ua/>
2. Хван, Т.А., Хван П.А. Безопасность жизнедеятельности: Изд. 5-е, перераб. и доп. Ростов н/Д.: Феникс, 2005. 414 с.
3. Г.В. Лисачук Розробка композиційних покриттів по кераміке, екранируючих електромагнітні випромінювання. *Вестник науки и техники*. 2005. № 4(23). С. 54-59.
4. Костыркин, О.В., Иващенко М.Ю., Костенко М.О. Теоретические аспекты создания материалов для защиты от электромагнитных излучений *Зб. наук. праць. УкрДАЗТ*. 2011. Вип. 127. С. 15-17.
5. Торопов Н.А., Галахов Ф.Я. Диаграмма состояния системы ВаО-Al₂О₃. *ДАН СССР*. 1952. Т. 82, № 1. С. 69-70.
6. Appendino P. Sistema ossido di barioallumina // *Ceramurgia*. 1972. Vol.2, № 1. P.103-105.
7. Appendino P. Ricerche sul sistema silice – allumina – ossido di bario *Rev. Haut. Temper. Refract.* 1972. Vol. 9, № 3. P. 297-299.
8. Appendino P. Recerche sulla zona piu basica del sistema ossido di barioallumina *Annali de chimia (Ital.)*. 1971. Т. 61, № 12. P. 822-830.
9. Сулейменов А.Т. Вяжущие материалы из побочных отходов промышленности: Стройиздат, 1986. 195с.
10. Журавлев В.Ф. Химия вяжущих веществ: Госхимиздат, 1951. 207с.
11. Дент-Глассер Л.С. Щелочноземельные алюминаты и их гидраты: Кристаллография, 1971. Т. 16, № 6. С. 1188-1194.
12. Gebner W., Rettel A., Winzcz M. Beitrage zun chemie der Tannerdzemente *Silikattechnik*. 1977. № 8. P. 232-234.

					НУЦЗУ.2.18-27.СХ та ХТ.РПЗ.02	Лист
Изм	Лист	Подп.	№ докум	Дата		73

- 13 Матвеев Г.М. Термодинамический анализ твердофазовых реакций в системе / Матвеев Г.М., Агарков А.С. $BaSO_4-Al_2O_3$: Известия АН СССР. Неорганические материалы, 1968. Т.4, № 6. С. 957-959.
- 14 Будников П.П., Савельев В.Г. Синтез монобариевого алюмината и некоторые его свойства. *Труды МХТИ им. Д.И.Менделеева*. 1961. Вып. 36. С. 44-51.
- 15 Braniski A. Die Eigenschaften der silikatischen BariumZement in Abhangigkeit vom Aufbau ihrer Klinkerminerale. *Zement-Kalk-Gips*. 1968.Bd. 21, № 2. P.91-98.
- 16 Аннапельский В.Ф., Книгавко И.П. Взаимодействие карбонатов щелочноземельных металлов с оксидами алюминия, железа и кремния: *Сб. трудов НИОХИМ*. № 32. 1974. С. 30-33.
- 17 Боровкова Л.Б., Бородин Т.И., Мелехина Т.А., Пахомов Е.П. Исследование твердения алюминатов щелочноземельных элементов. *Цемент*. 1992.№ 1. С. 18-28.
- 18 Шабанова Г.Н. Барийсодержащие оксидные системы и вяжущие материалы на их основе: Харьков: НТУ «ХПИ», 2006. 280 с.
- 19 Романовский А.Г. Жаростойкие бетоны на основе алюмохромитшпинельных цементов *Збірник наукових праць ВАТ „УкрНДІВогнетривів імені А.С. Березного”*.2003.№ 103. С. 76 – 80.
- 20 Безопасность жизнедеятельности. Ч.1. Безопасность жизнедеятельности на железнодорожном транспорте: учебник для вузов ж.-д. транспорта/ Кузнецов К.Б., и др; Под ред. К.Б. Кузнецова. М.: Маршрут, 2005. 576 с.
- 21 ГОСТ 12.4.154-85 “ССБТ. Екрануючі пристрої для захисту від електричних полів промислової частоти”.
22. Jack Spencer, “America’s Vulnerability to a Different Nuclear Threat: An Electromagnetic Pulse,” The Heritage Foundation Backgrounder, No.1372, May 26, 2000, p.3.
- 23 Procedure for Implementation of the Method of Artificial Deposition of Radioactive Substances from the Atmosphere. / Kustov M., Slepuzhnikov E., Lipovoy V.,

					НУЦЗУ.2.18-27.СХ та ХТ.РПЗ.02	Лист
						74
Изм	Лист	Подп.	№ докум	Дата		

Khmyrov I., Dadashov Ilgar Firdovsi, Buskin O. // Nuclear and Radiation Safety. 2019. Issue 3 (83). P. 13-25.

24 Kenneth R. Timmerman, "U.S. Threatened with EMP Attack," Insight on the News, May 28, 2001, [http://www.insightmag.com/news/2001/05/28/InvestigativeReport/U.S.Threatened.With.Emp.Attack-210973.shtml].

25 Max Singer. Passive Defense Against Nuclear Weapons *Facing Up to What People Wish Was Unthinkable*. Herzila Conference, Feb. 4, 2009.

26 Барийсодержащие тугоплавкие материалы специального назначения: монографія. / Г.Н. Шабанова, С.М. и др. Харьков: ФЛП Бровин А.В, 2018. 292 с. (на русаком языке).

27 Новые материалы / Коллектив авторов под науч.ред. М.: МИСИС. 2002. 736 с.

28 Mallick K.K. P. Shepherd, R.J. Green Dielectric properties of M-type barium hexaferrite prepared by co-precipitation. *Journal of the European Ceramic*. 2007. № 27. P. 2045 – 2052.

29 Sorescu M. A. Grabias, L. Dia-mandescu, D. Tarabasanu Collapse of the magnetic hyperfine structure of barium hexaferrite by mechanochemicfl activation *Journal of Materials Synthesis and Processing*. 2000. Vol. 8, № 2. P. 67 – 72.

30 Чернякова К.В., Паньков В.В., Ивановская М.И, Ломоносов В.А. Структура и магнитные свойства гексагонального феррита бария. *Вестник БГУ*. 2008. № 1. (Серия 2: Химия). С. 9 – 13.

31 Лазаренко Е.К. Курс минералогии. М.: Высшая школа, 1963. 560 с.

32 Шабанова Г.Н. Барийсодержащие оксидные системы и вяжущие материалы на их основе: монографія. Харьков: НТУ «ХПИ», 2006. 280 с.

33 Бутт Ю.М., Тимашев В.В. Практикум по химической технологии вяжущих материалов. М.: Высшая школа, 1973. 504 с.

34 Epstein L.F., Howland W.H. Binary mixture of UO₂ on other oxiden. *I. Amer. Ceram. Soc.* 1953. V. 36, № 10. P. 334 – 335.

35 Max Singer. Passive Defense Against Nuclear Weapons *Facing Up to What People Wish Was Unthinkable*. Herzila Conference, Feb. 4, 2009.

					НУЦЗУ.2.18-27.СХ та ХТ.РПЗ.02	Лист
						75
Изм	Лист	Подп.	№ докум	Дата		

- 36 Барийсодержащие тугоплавкие материалы специального назначения: монографія. / Г.Н. Шабанова, и др. Харьков: ФЛП Бровин А.В, 2018. 292 с.
- 37 Ахназарова С.Л., Кафаров В.В. Методы Оптимизации эксперимента в химической технологии, М.: Высшая школа, 1985. 327 с.
- 38 Иващенко М.Ю., Шабанова Г.Н. Исследование защитных свойств барийсодержащего цемента и бетона на его основе / Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я: тези доповідей XXVI міжнародної науково-практичної конференції MicroCAD-2018, 16-18 травня 2018 р.: у 4 ч. Ч. II. / за ред. проф. Сокола Є.І. Харків: НТУ «ХПІ». С. 235.
- 39 М.С. Одарченко А.М. Одарченко, В.І. Степанов, Я.М. Черненко. Основи охорони праці. Харків: из-во Стиль-Издат, 2017. –6-17 с.
- 40 Закон України «Про охорону навколишнього середовища», червень 1991 р.
- 41 ПУЭ-87. Правила устройства электроустановок. – М.: Энергоатомиздат., 1987. – 648 с.
- 42 ГОСТ 12.1.005-88. ССБТ. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны. – Введен 01.01.89.
- 43 ГОСТ 12.1.003-83* ССБТ. Шум. Общие требования безопасности. – Введен 01.07.89.
- 44 ДСТУ 12.1.012:2008. Вибрационная безопасность Общие требования. – Введен 01.01.2009.
- 45 ДСН 3.3.6.042-99. Санітарні норми мікроклімату виробничого приміщення. – К. 2000.
- 46 ГОСТ 12.1.007-76*. ССБТ. Вредные вещества. Классификация. Общие требования безопасности. – Введен 01.01.78.
- 47 НАПБ Б.03.002-2007. Норми визначення категорій приміщень, будинків та зовнішніх установок за вибухопожежною і пожежною небезпекою. – Діє з 01.01.2008.
- 48 ДБН В.1.1.-7-2002. Пожежна безпека об'єктів будівництва. – Діє з 01.01.2003.
- 49 НПАОП 40.1-1.32-01. Правила будови електроустановок. Електрообладнання спеціальних установок. – Діє з 01.01.2002
- 50 ДБН В.2.5-28-2006. Природне та штучне освітлення. – К: М.нбуд, 2006

					НУЦЗУ.2.18-27.СХ та ХТ.РПЗ.02	Лист
						76
Изм	Лист	Подп.	№ докум	Дата		

51 Справочник по технике безопасности. /Сост. П.А. Долин.М.: Энергоатомиздат., 1984. 824 с.

52 ДСН 3.3.6.039-99. Санітарні норми виробничої загальної та локальної вібрації. - К. 1999.

53 ДСН 3.3.6.037-99. Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку. - К. 1999.

54 НПАОП 0.00-1.29-97. Правила захисту від статичної електрики. – Діє з 01.01.98.

55 ГОСТ 12.1.018-93. ССБТ. Пожаровзрывобезопасность статического электричества. Общие технические требования. – Введен 01.01.94.

56 ГОСТ 12.1.004-91*. ССБТ. Пожарная безопасность. Общие требования. – Введен 01.07.95.

57 НАПБ А. 01.001 – 2004. Правила пожежної безпеки в Україні. – Діє з 01.01.2005.

58 СНиП 2.04.05-91* У. Отопление, вентиляция и кондиционирование. – М: Стройиздат., 1992.

59 ДНАОП 0.03 – 3.01 – 71. Санітарні норми проектування промислових підприємств. – Діє з 01.01.72.

60 НПАОП 0.00-4.12-2005. Типові положення про порядок проведення навчання та перевірка занять з питань охорони праці. – Діє з 01.01.2006.

61 Наказ Міністерства охорони здоров'я України №476 від 18.12.2002 р. «Про затвердження Державних санітарних норм та правил при роботі з джерелами електромагнітних полів».. Режим доступу: <http://kodeksy.com.ua/>

62 ГОСТ 12.4.154-85 “ССБТ. Экранующі пристрої для захисту від електричних полів промислової частоти”.

63 ГОСТ 12.4.011-89. ССБТ. Средства защиты работающих. Общие требования. Классификация. – Введ. 01.01.90.

					НУЦЗУ.2.18-27.СХ та ХТ.РПЗ.02	Лист
						77
Изм	Лист	Подп.	№ докум	Дата		