

Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут»
Міністерство освіти і науки України

Кваліфікаційна наукова
праця на правах рукопису

Тараненкова Вікторія Віталіївна

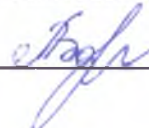
УДК 666.946

ДИСЕРТАЦІЯ

**ФІЗИКО-ХІМІЧНІ ЗАСАДИ ОДЕРЖАННЯ СПЕЦІАЛЬНИХ ЦЕМЕНТІВ
НА ОСНОВІ КОМПОЗИЦІЙ СИСТЕМИ
CaO - BaO – Al₂O₃ – Fe₂O₃ – SiO₂**

Спеціальність 05.17.11 – технологія тугоплавких неметалічних матеріалів
Галузь знань 16 – хімічна та біоінженерія

Подається на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук
Дисертація містить результати власних досліджень. Використання ідей,
результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело

 В. В. Тараненкова

Науковий консультант
Шабанова Галина Миколаївна,
доктор технічних наук, професор

*Згідно з рішенням
за лінійною
комісією, президиумом
наказом ректора
І.І. Шабанова
15.02.2021р*



Харків – 2021

АНОТАЦІЯ

Тараненкова В.В. Фізико-хімічні засади одержання спеціальних цементів на основі композицій системи $\text{CaO} - \text{BaO} - \text{Al}_2\text{O}_3 - \text{Fe}_2\text{O}_3 - \text{SiO}_2$. – Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук за спеціальністю 05.17.11 – технологія тугоплавких неметалічних матеріалів. – Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», Харків, 2021 р.

Об'єкт досліджень – процеси спрямованого формування фазового складу та структури спеціальних поліфункціональних цементів на основі композицій системи $\text{CaO}-\text{BaO}-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{Fe}_2\text{O}_3-\text{SiO}_2$.

Предмет досліджень – закономірності та особливості взаємодії оксидів при структуро- та фазоутворенні кальційбарійвмісних клінкерів, закономірності прояву в'язучих властивостей, механізм та процеси гідратації, які обумовлюють формування комплексу заданих властивостей та експлуатаційних характеристик поліфункціональних спеціальних цементів.

Дисертацію присвячено створенню фізико-хімічних засад одержання спеціальних цементів з високою міцністю, жаро- та вогнетривкістю, сульфатостійкістю, стійкістю до дії жорсткого радіаційного випромінювання на основі силікатів, алюмінатів, феритів і алюмоферитів кальцію та барію за рахунок цілеспрямованого формування фазового складу і структури клінкеру та цементного каменю.

Наукова новизна отриманих результатів полягає в тому, що на підставі теоретичних та експериментальних досліджень здобувачем вперше:

– теоретично обґрунтовано фізико-хімічні засади одержання спеціальних цементів на основі фазових композицій, що обумовлюють отримання в'язучих матеріалів з заданим комплексом експлуатаційних властивостей, які базуються на переважному термодинамічно вигідному співіснуванні заданих комбінацій фаз у субсолідусній будові підсистем багатокomпонентної оксидної системи $\text{CaO}-\text{BaO}-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{Fe}_2\text{O}_3-\text{SiO}_2$;

– запропоновано концепцію розрахунку стандартних ентальпій утворення складних оксидних неорганічних сполук, що враховує середню грам-атомну ентальпію утворення сполук даного класу, та дозволяє оцінювати стандартні теплоти утворення потрібних сполук;

– розраховано вихідні термодинамічні константи, що відсутні у довідковій літературі, та систематизовано базу термодинамічних даних сполук, які входять до складу системи $\text{CaO-BaO-Al}_2\text{O}_3\text{-Fe}_2\text{O}_3\text{-SiO}_2$;

– уточнено субсолідусну будову трикомпонентних систем CaO-BaO-SiO_2 , $\text{CaO-BaO-Al}_2\text{O}_3$, $\text{CaO-BaO-Fe}_2\text{O}_3$, $\text{BaO-Al}_2\text{O}_3\text{-SiO}_2$ та встановлено субсолідусну будову чотирикомпонентної системи $\text{CaO-BaO-Al}_2\text{O}_3\text{-Fe}_2\text{O}_3$, що дозволило виявити стабільні комбінації фаз, які є основою для синтезу спеціальних цементів із заданим комплексом експлуатаційних властивостей, надано геометро-топологічну характеристику досліджених систем та їх фаз;

– визначено особливості процесів фазоутворення у сировинних сумішах, які містять CaCO_3 , BaCO_3 та SiO_2 або Al_2O_3 , при синтезі кальційбарійвмісних клінкерів. Виявлено, що взаємодія складових сировинних сумішей носить переважно дифузійний характер, а процеси клінкeroутворення задовільно описуються рівнянням Гінстлінга – Броунштейна, а також визначено енергію активації процесу. З'ясовано, що первинним продуктом синтезу, що утворюється в сумішах на основі вуглекислих кальцію і барію, а також оксиду кремнію, які прийнято базовими для отримання барійвмісного портландцементу, є полікомпонентний ортосилікат $\text{Ba}_5\text{Ca}_3\text{Si}_4\text{O}_{16}$, а в базових сумішах для отримання барійвмісного глиноземного цементу, що містять вуглекислі кальцій і барій, а також оксид алюмінію – моноалюмінат барію;

– досліджено клінкери синтезованих цементів та встановлено, що їх розрахунковий фазовий склад відповідає експериментально отриманим складам. Виявлено, що у клінкері барійвмісного портландцементу утворюються кристали змішаних барійкальцієвих силікатів $\text{Ba}_2\text{SiO}_4\text{-Ca}_2\text{SiO}_4$, серед яких переважають дві фази твердих розчинів – $\text{Ba}_5\text{Ca}_3\text{Si}_4\text{O}_{16}$ ($\text{Ba}_{1,25}\text{Ca}_{0,75}\text{SiO}_4$) та $\text{Ba}_{1,1}\text{Ca}_{0,9}\text{SiO}_4$, що цементуються плівками браунмільлериту, який містить у невеликій кількості алюмінати кальцію в твердому розчині. Встановлено, що при випалі

барійвмісного портландцементного клінкеру з високим вмістом оксиду барію (вище 50 мас. %) останній входить до складу тільки силікатних фаз;

– досліджено фазовий склад гідратованих кальційбарійвмісних цементів. Встановлено, що основними продуктами гідратації потрійної сполуки $Ba_5Ca_3Si_4O_{16}$ є гідросилікат барію $BaO \cdot SiO_2 \cdot 1,2H_2O$ та октогідрат барію $Ba(OH)_2 \cdot 8H_2O$. Виявлено, що саме присутність $Ba(OH)_2 \cdot 8H_2O$ обумовлює високу стійкість кальційбарійсилікатних цементів та барійвмісного портландцементу до агресивної дії сульфатних та морських вод, оскільки високорозчинний гідроксид барію вступає в реакцію з сульфатами, утворюючи нерозчинну захисну плівку сульфату барію на поверхні цементного каменю.

Отримала подальший розвиток та удосконалена теорія оцінки потенційної можливості прояву в'язучих властивостей неорганічними оксидними сполуками із залученням концепції електронегативності, яка дозволяє якісно оцінити ймовірність наявності або відсутності в'язучих властивостей у оксидних сполук (у тому числі полікомпонентних) і обрати найсприятливіші умови для їх тверднення, а також визначити перспективність їх застосування в технології спеціальних в'язучих матеріалів. Вперше визначено граничні значення електронегативностей щодо прояву в'язучих властивостей германатами та галатами лужноземельних елементів. Експериментально підтверджено достовірність теоретично встановлених закономірностей прояву в'язучих властивостей на прикладі потрійних сполук системи $CaO-BaO-Al_2O_3-Fe_2O_3-SiO_2$.

Практичне значення отриманих результатів для вогнетривкої, нафтогазовидобувної та атомної енергетичної промисловостей полягає у тому, що на основі проведених досліджень будови складових системи $CaO-BaO-Al_2O_3-Fe_2O_3-SiO_2$ оптимізовано області складів, придатних для отримання поліфункціональних в'язучих матеріалів. Розроблено склади спеціальних кальційбарійвмісних цементів, які в залежності від фазового складу характеризуються наступними властивостями:

- кальційбарійвмісні силікатні цементи (CBS-цементи) та барійвмісні портландцементи (БПЦ) є гідралічними в'язучими з нормальним

водоцементним відношенням 0,34 - 0,45; нормально тужавіючими – (початок тужавіння від 1 год. 40 хв. до 2 год., кінець – від 3 год. 20 хв. до 3 год. 25 хв.); швидкотверднучими – міцність при стиску у віці 3 діб тверднення досягає 48 МПа; високоміцними – у віці 28 діб тверднення міцність при стиску досягає 60 МПа, а міцність на вигин – 6,8 МПа; високосульфатостійкими – коефіцієнт сульфатостійкості до 1,31; радіаційностійкими – коефіцієнт масового поглинання гамма-випромінювання до 203 см²/г; жаростійкість досягає 1530 °С; температура початку деформації під навантаженням – 1410 °С;

- кальційбарійвмісні алюмінатні цементи (СВА-цементи) є в'язучими повітряного тверднення з нормальним водоцементним відношенням 0,25 - 0,42; швидкотужавіючими (початок тужавіння від 25 хв. до 55 хв., кінець – від 1 год. 20 хв. до 1 год. 55 хв.); швидкотверднучими – міцність при стиску у віці 3 діб тверднення досягає 42 МПа; високоміцними – у віці 28 діб тверднення міцність при стиску досягає 64 МПа; радіаційностійкими – коефіцієнт масового поглинання гамма-випромінювання до 206 см²/г; вогнетривкість досягає 1700 °С;

- кальційбарієві феритні та алюмоферитні цементи (СВФ- та СВАФ-цементи) є в'язучими повітряного тверднення з низьким водоцементним відношенням 0,20 – 0,28; швидкотужавіючими (початок тужавіння 7 хв. – 1 год. 30 хв., кінець – 12 хв. – 1 год. 45 хв.); швидкотверднучими – міцність при стиску у віці 3 діб тверднення досягає до 81 МПа; високоміцними – у віці 28 діб тверднення міцність при стиску досягає до 87 МПа; радіаційностійкими – коефіцієнт масового поглинання гамма-випромінювання до 223 см²/г.

Вперше показано можливість застосування методики розрахунку чотирикомпонентної сировинної суміші С.Д. Огорокова для отримання барійвмісного портландцементу на основі сировини ПрАТ «Кривий Ріг Цемент» (Дніпропетровська обл.). Доведено можливість одержання спеціальних глиноземних цементів з використанням сировини «ЮГцемент» філії ПрАТ «Дікергофф Цемент Україна» (Миколаївська обл.) та бокситової сировини різних родовищ, що використовується для отримання глинозему на ТОВ «Миколаївський глиноземний завод».

Розроблено ресурсозберігаючу технологію одержання CBS- та СВА-цементів з використанням відходів хімічної промисловості. Підготовлено технічну документацію на випуск дослідно-промислової партії радіаційностійкого жаростійкого цементу в умовах ТОВ «Запоріжспецогнеупор» (м. Запоріжжя) виготовлено та досліджено партії радіаційностійких жаростійких цементів та бетонів на їх основі. Також в умовах НВП «Спецкераміка» (м. Рубіжне, Луганська обл.) випробувано жертвні матеріали для багатошарового покриття елемента конструкції системи пасивного захисту об'єктів атомної енергетики. Тампонажні розчини на основі кальційбарійвмісного цементу з позитивним результатом апробовано в умовах БКП «Моноліт» (м. Костянтинівка, Донецька обл.). Експериментальна партія швидкотверднучого барійвмісного цементу, який може застосовуватися як напівфабрикат для пломбувальних ендодонтичних рентгеноконтрастних матеріалів, апробована в умовах ВАТ «Лабораторія «Стома-технологія» (м. Харків).

У вступі обґрунтовано актуальність теми дисертації, сформульовано головну мету та завдання роботи, представлено наукову новизну та практичну цінність одержаних результатів

Перший розділ присвячено аналізу питань, які визначають розв'язання проблеми створення спеціальних поліфункціональних цементів. Проаналізовано сучасні тенденції застосування спеціальних цементів у світовій практиці та визначено перспективні напрямки використання спеціальних в'язучих.

У другому розділі наведено характеристику вихідних сировинних матеріалів; визначено вибір методик експериментальних досліджень; надано опис розрахункових методів, використаних у дисертаційній роботі.

Третій розділ присвячений розробці фізико-хімічних засад одержання спеціальних цементів на основі силікатів, алюмінатів, феритів і алюмоферитів кальцію та барію.

У четвертому розділі наведено результати оптимізації складів спеціальних кальційбарійвмісних цементів і дослідження їх фізико-механічних та технічних властивостей.

У п'ятому розділі представлено результати дослідження закономірностей процесів клінкeroутворення та фазового складу клінкерів спеціальних кальційбарійвмісних цементів.

У шостому розділі наведено результати дослідження процесів гідратації кальційбарійвмісних цементів.

Сьомий розділ присвячений одержанню спеціальних цементів на основі вітчизняної промислової цементної сировини.

У восьмому розділі наведено результати розробки технології та апробації спеціальних цементів та композиційних матеріалів на їх основі.

Ключові слова: субсолідусна будова, багатокomпонентна система, фазові рівноваги, в'язучі властивості, фазоутворення, гідратація, кальційбарійвмісний цемент, тампонажний розчин, захисний вогнетривкий бетон, жертвне в'язуче.

Список публікацій здобувача за темою дисертації:

1. Тараненкова В.В. Исследование вяжущих свойств тройных соединений системы $\text{BaO-Al}_2\text{O}_3\text{-SiO}_2$ / Г.Н. Шабанова, В.В. Тараненкова, Н.В. Казмина // Вісник Харківського державного політехнічного університету. – Харків: ХДПУ. - 1999, Вип. № 90. - С.37-39.

2. Тараненкова В.В. Застосування ПЕОМ для планування експерименту при дослідженні діаграм “склад-властивість” / В.В. Тараненкова, О.В. Буличова // Вісник Харківського державного політехнічного університету. – Харків: ХДПУ.- 2000, Вип. № 105.- С. 25-28.

3. Тараненкова В.В. Жаростойкий цемент на основе тройного соединения $\text{Ba}_5\text{Ca}_3\text{Si}_4\text{O}_{16}$ / В.В. Тараненкова, А.Н. Кожанова, О.В. Булычева // Збірник наукових праць ВАТ «УкрНДІВогнетривів ім. А.С. Бережного». - Харків: Каравела, 2001. - № 101. - С.113-119.

4. Тараненкова В.В. Термодинамическая оценка взаимных реакций в системе $\text{CaO} - \text{BaO} - \text{SiO}_2$ / А.Н. Кожанова, В.В. Тараненкова, О.В. Булычева // Вісник Національного технічного університету «ХПІ». – Харків: НТУ «ХПІ», 2001. - Вип. 19. – С. 55-60.

5. Тараненкова В.В. Оценка температур и составов эвтектик в сечении $\text{Ba-Ca-BC}_2\text{A}_4$ системы $\text{BaO-CaO-Al}_2\text{O}_3$ // [О.В. Булычева, Г.Н. Шабанова, А.Н.

Кожанова, В.В. Тараненкова] / Вісник Національного технічного університету «ХПІ». – Харків: НТУ «ХПІ», 2001. – Вип. 20. – С.14-17.

6. Тараненкова В.В. К вопросу о существовании тройного соединения Ba_2AlFeO_5 в системе $BaO-Al_2O_3-Fe_2O_3$ / Г.Н. Шабанова, В.В. Тараненкова, С.Н. Быканов // Вопросы химии и химической технологии. - 2002. - № 1. – С. 60-63.

7. Тараненкова В.В. О субсолидусном строении области $BaSiO_3 - CaSiO_3 - CaO - BaO$ системы $CaO - BaO - SiO_2$ / А.Н. Корогодская, В.В. Тараненкова, А.Г. Романовский // Збірник наукових праць ВАТ «УкрНДІВогнетривів ім. А.С. Бережного». - Харків: Каравела, 2002. - № 102. - С. 136-141.

8. Тараненкова В.В. Применение барийсодержащих отходов органического синтеза для получения тампонажных цементов / [А.Н. Кожанова, В.В. Тараненкова, Г.Н. Шабанова, Ф.А. Васютин] // Вісник Національного технічного університету «ХПІ». – Харків: НТУ «ХПІ», 2002. – Вип. 9, т.2. – С. 65-68.

9. Тараненкова В.В. Оценка некоторых методов расчета энтальпий образования неорганических соединений на примере ферритов кальция и бария / В.В. Тараненкова, Г.Н. Шабанова, В.В. Романова // Вісник Національного технічного університету «ХПІ». – Харків: НТУ «ХПІ», 2002.- Вип. 16. – С.71-76.

10. Taranenkova V.V. Structure of the $BaO-Al_2O_3-SiO_2$ system / [G.N. Shabanova, V.V. Taranenkova, A.N. Korogodskaya, E.V. Khristich] // Glass and Ceramics. – 2003. – V. 60, № 1-2. – P. 43-46.

11. Тараненкова В.В. Исследование субсолидусного строения области $CaO-BaO-BaFe_2O_4-Ca_2Fe_2O_5$ системы $CaO-BaO-Fe_2O_3$ / В.В. Тараненкова, Г.Н. Шабанова, В.В. Романова // Вісник Національного технічного університету «ХПІ». – Харків: НТУ «ХПІ», 2003. – Вип. 11, т. 1. – С. 131 – 136.

12. Тараненкова В.В. Специальные вяжущие на основе композиций системы $CaO - BaO - Fe_2O_3$ / В.В. Романова, В.В. Тараненкова, Г.Н. Шабанова // Вопросы химии и химической технологии. – 2003. – № 6. – С. 66-69.

13. Тараненкова В.В. Использование отходов химического производства при изготовлении барийсодержащих цементов на их основе / [А.Н. Корогодская,

Г.Н. Шабанова, И.В. Гуренко, В.В. Тараненкова, Н.С. Логвинкова] // Строительные материалы (Наука). – 2004. – № 3. – С. 14-15.

14. Тараненкова В.В. Кинетические исследования в системе $\text{CaO} - \text{BaO} - \text{Al}_2\text{O}_3$ / Г.Н. Шабанова, О.В. Миргород, В.В. Тараненкова // Збірник наукових праць ВАТ “УкрНДІВогнетривів імені А.С. Бережного”. - Харків: Каравела, 2004. - № 104. – С. 107-113.

15. Тараненкова В.В. Исследование тройного соединения $\text{CaBaFe}_4\text{O}_8$ в системе $\text{CaO}-\text{BaO}-\text{Fe}_2\text{O}_3$ / [В.В. Дейнека, Г.Н. Шабанова, В.В. Тараненкова, И.В. Гуренко] // Вісник Національного технічного університету «ХПІ». – Харків: НТУ «ХПІ», 2004. – Вип. 14. – С. 25 – 30.

16. Тараненкова В.В. Вогнетривкі бетони на основі цементів системи $\text{CaO} - \text{BaO} - \text{Al}_2\text{O}_3$ / [О.В. Миргород, Г.М. Шабанова, В.В. Тараненкова, К.А. Житанер] // Вісник Національного технічного університету «ХПІ». – Харків: НТУ «ХПІ», 2004. – Вип. 34. – С. 7 – 10.

17. Taranenkova V.V. Thermodynamic properties of binary and ternary compounds of $\text{CaO}-\text{BaO}-\text{Al}_2\text{O}_3$ system / [G. N. Shabanova, O.V. Mirgorod, V.V. Taranenkova, A.N. Korogodskaya, V.V. Dejneka] // Ogneupory i Tekhnicheskaya Keramika. – 2005. – № 1. – P. 2-6.

18. Taranenkova V.V. Structure of system of $\text{CaO}-\text{BaO}-\text{Fe}_2\text{O}_3$ / G. N. Shabanova, V.V. Dejneka, V.V. Taranenkova // Ogneupory i Tekhnicheskaya Keramika. – 2005. – № 4. – P. 7-11.

19. Taranenkova V.V. Subsolidus construction of $\text{CaO}-\text{BaO}-\text{SiO}_2$ system // G. N. Shabanova, A.N. Korogodskaya, V.V. Taranenkova / Ogneupory i Tekhnicheskaya Keramika. – 2005. – № 7. –P. 12–18.

20. Тараненкова В.В. Оценка поверхностей ликвидуса бинарных и тройных сечений системы $\text{CaO} - \text{BaO} - \text{Fe}_2\text{O}_3$ / [В.В. Дейнека, Г.Н. Шабанова, В.В. Тараненкова, И.В. Гуренко, Т.Д. Рыщенко] // Вісник Національного технічного університету «ХПІ». – Харків: НТУ «ХПІ», 2005. – Вип. 25. – С. 105 – 108.

21. Тараненкова В.В. Особенности процессов минералообразования специального цемента в системе $\text{CaO} - \text{BaO} - \text{SiO}_2$ / [А.Н. Корогодская, Г.Н.

Шабанова, С.В. Сандул, В.В. Дейнека, В.В. Тараненкова] // Вопросы химии и химической технологии. – 2005. – № 6. – С. 87-90.

22. Тараненкова В.В. Разработка огнеупорных бетонов на основе барийсодержащего глиноземистого цемента / [О.В. Миргород, Г.Н. Шабанова, Н.С. Цапко, В.В. Тараненкова, Т.Д. Рыщенко] // Збірник наукових праць ВАТ “УкрНДІВогнетривів імені А.С. Бережного”. - Харків: Каравела, 2006. - № 106. – С. 78-82.

23. Тараненкова В.В. Перспективные области составов жаростойких цементов в четырехкомпонентной системе $\text{CaO-BaO-Al}_2\text{O}_3\text{-Fe}_2\text{O}_3$ / В.В. Тараненкова // Збірник наукових праць ВАТ “УкрНДІВогнетривів імені А.С. Бережного”. - Харків: Каравела, 2007. - № 107. – С. 161-167.

24. Тараненкова В.В. Жаростійкі в'язучі матеріали на основі композицій чотирикомпонентної системи $\text{CaO-BaO-Al}_2\text{O}_3\text{-Fe}_2\text{O}_3$ / В.В. Тараненкова // Збірник наукових праць ВАТ “УкрНДІВогнетривів імені А.С. Бережного”. - Харків: Каравела, 2008. - № 108. – С. 164-173.

25. Тараненкова В.В. Дослідження впливу неорганічних добавок на фізико-механічні властивості спеціального барієвого цементу // [Г.М. Шабанова, В.В. Тараненкова, В.В. Дейнека, Н.С. Цапко] / // Вісник Національного технічного університету «ХПІ». – Харків: НТУ «ХПІ», 2008. – Вип. 13. – С. 143-149.

26. Тараненкова В.В. К вопросу о проявлении вяжущих свойств тройных соединений системы CaO-BaO-SiO_2 / [А.Н. Корогодская, Г.Н. Шабанова, В.В. Тараненкова, В.В. Дейнека, Е.М. Проскурня, И.В. Гуренко] // Вісник Національного технічного університету «ХПІ». – Харків: НТУ «ХПІ», 2009. – Вип. 22. – С. 3-9.

27. Тараненкова В.В. Дослідження області складів жаростійких металургійних в'язучих в системі $\text{CaO-BaO-Al}_2\text{O}_3\text{-Fe}_2\text{O}_3$ // В.В. Тараненкова, Т.В. Шепель / Збірник наукових праць ВАТ “УкрНДІВогнетривів імені А.С. Бережного”. - Харків: Каравела, 2009. - № 109. – С. 139-147.

28. Тараненкова В.В. Исследование продуктов гидратации барийсодержащего портландцемента // В.В. Тараненкова, Т.В. Шепель, В.А.

Савченко/ // Вісник Національного технічного університету «ХПІ». – Харків: НТУ «ХПІ», 2009. – Вип. 45. – С. 134-144.

29. Тараненкова В.В. Фазовый состав клинкера сульфатостойкого барийсодержащего портландцемента / В.В. Тараненкова, Т. В. Шепель // Збірник наукових праць ВАТ “УкрНДІВогнетривів імені А.С. Бережного”. - Харків: Каравела, 2010. - № 110. – С. 515-523.

30. Тараненкова В.В. Бетоны полифункционального назначения на основе огнеупорных цементов / [Г.Н. Шабанова, В.В. Тараненкова, Е.М. Проскурня, О.В. Миргород, Ф.А. Васютин, А.Н. Корогодская, В.К. Мокрицкая] // Збірник «Будівельні матеріали, виробы та санітарна техніка». – 2010. – № 36. – С. 26-31.

31. Тараненкова В.В. Исследование специальных цементов на основе ферритов кальция и бария / В.В. Тараненкова // Збірник наукових праць ПАТ “УКРНДІВОГНЕТРИВІВ ІМ. А.С. БЕРЕЖНОГО. - Харків, 2011. - № 111. – С. 180-190.

32. Тараненкова В.В. Исследование тройных соединений системы $\text{CaO}-\text{BaO}-\text{Al}_2\text{O}_3$ / В.В. Тараненкова, М.Ю. Лисюткина, К.П. Вернигора // Збірник наукових праць ПАТ “УКРНДІВОГНЕТРИВІВ ІМ. А.С. БЕРЕЖНОГО. - Харків, 2012. - № 112. – С. 214-222.

33. Тараненкова В.В. Теоретические исследования по уточнению интервала значений относительной электроотрицательности для определения вяжущих свойств оксидных соединений специальных жаростойких и огнеупорных цементов / В.В. Тараненкова // Збірник наукових праць ПАТ “УКРНДІ ВОГНЕТРИВІВ ІМ. А.С. БЕРЕЖНОГО. - Харків, 2014. - № 114. – С. 55-66.

34. Тараненкова В.В. Получение жаростойкого барийсодержащего портландцемента на основе сырья ПАО «Криворожский цементный завод» / В.В. Тараненкова, Г.Н. Шабанова // Збірник наукових праць ПАТ “УКРНДІ ВОГНЕТРИВІВ ІМ. А.С. БЕРЕЖНОГО. – Харків, 2015. - № 115. – С. 145-153.

35. Тараненкова В.В. Жертвенные вяжущие материалы для устройств локализации расплава активной зоны ядерного реактора / В.В. Тараненкова, О.В.

Миргород // Збірка наукових праць «Проблеми надзвичайних ситуацій». – Харків : НУЦЗУ, 2017. – Вип. 25. – С. 126-132.

36. Taranenkova V.V. Regularities of Binding Properties Occurrence of Oxide Compounds of Special Cements in the Interaction with Water / V.V. Taranenkova, Ya.N. Pitak, G. N. Shabanova // *Voprosy khimii i khimicheskoi tekhnologii*, 2020, No. 3, pp. 189-196.

37. Пат. 56049 Україна, МПК С 04 В 7/22. В`яжуче / Шабанова Г.М., Тараненкова В.В., Корогодська А.М., Буличова О.В., Христин О.В., Романовський О.Г.; заявник та патентовласник НТУ «ХП». – № а2002097548; заявл. 19.09.2002; опубл. 15.04.2003, Бюл. № 4.

38. Пат. 57398 Україна, МПК С 04 В 7/24 / Шабанова Г.М., Тараненкова В.В., Корогодська А.М., Романовський О.Г.; заявник та патентовласник НТУ «ХП». – № а2002097547; заявл. 19.09.2002; опубл. 16.06.2003, Бюл. № 6.

39. Тараненкова В.В. Барийсодержащие жаростойкие цементы на основе отходов производства аминокaproновой кислоты / О.В. Булычева, Г.Н. Шабанова, В.В. Тараненкова, В.В. Романова // *Вісник Національного технічного університету «ХП»*. – Харків: НТУ «ХП», 2002.- Вип. 9, т.2. – С. 15-18.

40. Тараненкова В.В. Исследование субсолидусного строения системы СаО – ВаО – Fe₂O₃ / Г.Н. Шабанова, В.В. Тараненкова, В.В. Дейнека // *Збірник наукових праць ВАТ “УкрНДІВогнетривів імені А.С. Бережного”*. - Харків: Каравела, 2004. - № 104. – С. 100-106.

41. Тараненкова В.В. Жаростойкие вяжущие на основе композиций системы СаО-ВаО-Al₂O₃ / [В.В. Тараненкова, Е.М. Проскурня, О.И. Ткаченко, О.В. Булычева] // *Эффективные огнеупоры на рубеже XXI столетия: тез. докл. междунар. науч.-техн. конф., 25-26 апреля 2000 г.* – Харьков : Каравелла, 2000.- С.40.

42. Taranenkova V. Prospective binders on the base of the CaO-BaO-SiO₂ system / V. Taranenkova // *Cement and Concrete Technology in the 2000 s: Proceedings of II Intern. Symp., Sept. 6-10, 2000.* – Istanbul: TCMA, 2000. – Vol. 1. – P. 368-372.

43. Тараненкова В.В. Физико-механические и технические свойства

вяжущего на основе соединения $Ba_5Ca_3Si_4O_{16}$ / А.Н. Кожанова, В.В. Тараненкова, О.В. Булычева // Технология и применение огнеупоров и технической керамики в промышленности: тез. докл. междунар. науч.–техн. конф., 24-25 апреля 2001 г. – Харьков : Каравелла, 2001.- С. 31-32.

44. Taranenkova V. Evaluation of some methods for calculation of the enthalpies of formation of silicates of calcium and barium / V. Taranenkova, G. Shabanova, A. Kozhanova // CHISA 2002: Materials of the 15th International Congress of Chemical and Process Engineering; Aug. 25-29, 2002. – Praha: Proc. Eng. Publisher. - Summaries 2. - P. 322.

45. Тараненкова В.В. Геометро-топологическая характеристика области $BaSiO_3 - CaSiO_3 - CaO - BaO$ системы $CaO - BaO - SiO_2$ / А.Н. Кожанова, В.В. Тараненкова // Технология и применение огнеупоров и технической керамики в промышленности: тез. докл. междунар. науч.–техн. конф., 24-25 апреля 2002 г. – Харьков : Каравелла, 2002. – С. 59-60.

46. Taranenkova V. Special binders on the base of the system $CaO-BaO-SiO_2$ / V. Taranenkova, G. Shabanova, A. Korogodskaya // 15. Internationale Baustofftagung (Ibausil). 24-27 Sept. 2003. - Weimar, 2003 – Tagungsbericht. – Band 1. – S. 795-803.

47. Тараненкова В.В. Специальные цементы на основе бинарных и тройных соединений системы $CaO-BaO-Al_2O_3$ / О.В. Миргород, Г.Н. Шабанова, В.В. Тараненкова // Технология и применение огнеупоров и технической керамики в промышленности: тез. докл. междунар. науч.–техн. конф., 23-24 апреля 2003 г. – Харьков : Каравелла, 2003. – С. 26-27.

48. Тараненкова В.В. Ресурсосберегающая технология получения барийсодержащего цемента на основе композиций системы $CaO-BaO-SiO_2$ / [Г.Н. Шабанова, А.Н. Корогодская, В.В. Тараненкова, О.В. Миргород, Е.В. Христич] // Современные технологии в промышленности строительных материалов и стройиндустрии: материалы междунар. конгресса, 16-18 сентября 2003. - Спецвыпуск Вестника БГТУ им. В.Г. Шухова. – Белгород: БГТУ, 2003. - № 5. – С. 262-265.

49. Taranenkova V. Thermodynamic data for compounds of the system CaO-BaO-Fe₂O₃ / V. Taranenkova, G. Shabanova, V. Deyneka // CHISA 2004: Materials of the 16th International Congress of Chemical and Process Engineering; Aug. 22-26, 2004. – Praha: Proc. Eng. Publisher. - Summaries 2. - P. 787-788.

50. Тараненкова В.В. Исследование субсолидного строения системы CaO – BaO – Fe₂O₃ / В.В. Дейнека, Г.Н. Шабанова, В.В. Тараненкова // Технология и применение огнеупоров и технической керамики в промышленности: тез. докл. междунар. науч.–техн. конф., 7-8 апреля 2004 г. – Харьков : Каравелла, 2004. – С. 25-26.

51. Тараненкова В.В. К вопросу об огнеупорных свойствах бетонов на основе барийсодержащих глиноземистых цементов / [Г.Н. Шабанова, О.В. Миргород, Н.С. Цапко, В.В. Тараненкова, В.В. Дейнека] // Технология и применение огнеупоров и технической керамики в промышленности: тез. докл. междунар. науч.–техн. конф., 26-27 апреля 2006 г. – Харьков : Каравелла, 2006. – С. 48-49.

52. Тараненкова В.В. Четырехкомпонентная система CaO-BaO-Al₂O₃-Fe₂O₃ и ее значение для технологии жаростойких вяжущих / В.В. Тараненкова // Технология и применение огнеупоров и технической керамики в промышленности: тез. докл. междунар. науч.–техн. конф., 25-26 апреля 2007 г. – Харьков : Каравелла, 2007. – С. 38-39.

53. Тараненкова В.В. Жаростойкие цементы на основе соединений четырехкомпонентной системы CaO-BaO-Al₂O₃-Fe₂O₃ / В.В. Тараненкова // Технология и применение огнеупоров и технической керамики в промышленности: тез. докл. Междунар. науч.–техн. конф., 23-24 апреля 2008 г. – Харьков : Каравелла, 2008. – С. 48-49.

54. Тараненкова В.В. Характеристика перспективных сечений четырехкомпонентной системы CaO-BaO-Al₂O₃-Fe₂O₃ / В.В. Тараненкова // Керамика и огнеупоры: перспективные решения и нанотехнологии: сборник докл. II Семинара-совещания ученых, преподавателей, ведущих специалистов и молодых исследователей, 4-6 февраля 2009 г. – Белгород: Изд-во БГТУ, 2009. – С. 110-114.

55. Тараненкова В.В. Исследование области составов специальных цементов для окисковывания железорудных концентратов в системе CaO-BaO-Al₂O₃-Fe₂O₃ / В.В. Тараненкова // Технология и применение огнеупоров и технической керамики в промышленности: тез. докл. междунар. науч.-техн. конф., 28-29 апреля 2009 г. – Харьков : Каравелла, 2009. – С. 41-42.

56. Тараненкова В.В. Исследование фазового состава клинкера барийсодержащего портландцемента / В.В. Тараненкова, Т.В. Шепель // Физико-химические проблемы в технологии тугоплавких неметаллических и силикатных материалов: тез. докл. междунар. науч.-техн. конф., 20-23 сентября 2010 г. – Харьков : Каравелла, 2010. – С. 147-148.

57. Тараненкова В.В. Исследование закономерности проявления вяжущих свойств ферритами щелочноземельных элементов с привлечением концепции электроотрицательности С.С. Бацанова / [В.В. Тараненкова, Е.Н. Ивченко, М.Ю. Лисюткина, С.С. Линник] // Современные технологии тугоплавких неметаллических и силикатных материалов: материалы 2-й междунар. конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, 23-24 марта 2011 г. – Харьков: НТУ «ХПИ», 2011. – С. 45-46.

58. Тараненкова В.В. Исследование клинкеров специальных цементов, полученных на основе ферритов кальция и бария / В.В. Тараненкова // Технология и применение огнеупоров и технической керамики в промышленности: тез. докл. междунар. науч.-техн. конф., 26-27 апреля 2011 г. – Харьков : Каравелла, 2011. – С. 56-57.

59. Тараненкова В.В. Методика розрахунку стандартних ентальпій утворення складних кисневих неорганічних сполук / В. Тараненкова // Львівські хімічні читання – 2011: зб. наук. праць 13-ої наук. конф., 29 травня – 1 червня 2011 г. – Львів: ЛНУ ім. І. Франка, 2011. – Ф 46.

60. Тараненкова В.В. Закономірності прояву в'язучих властивостей алюмінатами лужноземельних елементів / [В. Тараненкова, М. Лісюткіна, К. Івченко, С. Линник] // Львівські хімічні читання – 2011: зб. наук. праць 13-ої наук. конф., 29 травня – 1 червня 2011 г. – Львів: ЛНУ ім. І. Франка, 2011. – Т 22.

61. Тараненкова В.В. Исследование физико-механических свойств тройных соединений системы $\text{CaO-BaO-Al}_2\text{O}_3$ / В.В. Тараненкова, М.Ю. Лисюткина, Е.Н. Ивченко / Фізико-хімічні проблеми в технології тугоплавких неметалевих та силікатних матеріалів : Тез. доп. Укр. наук.-техн. конф. з міжнарод. участю, 11-12 жовтня 2011 р. – Дніпропетровськ: ІнКомЦентр, 2011. – С. 83-84.

62. Тараненкова В.В. Исследование клинкеров специальных цементов, полученных на основе тройных соединений системы $\text{CaO-BaO-Al}_2\text{O}_3$ / В.В. Тараненкова, М.Ю. Лисюткина // Технология и применение огнеупоров и технической керамики в промышленности: тез. докл. междунар. науч.–техн. конф., 24-25 апреля 2012 г. – Х.: ПАО «УКРНИИО ИМЕНИ А. С. БЕРЕЖНОГО», 2012. – С. 53-54.

63. Тараненкова В.В. Застосування геометричного методу для дослідження субсолідусної будови чотирикомпонентної системи $\text{CaO-BaO-Al}_2\text{O}_3\text{-Fe}_2\text{O}_3$ / В. Тараненкова, К. Данильченко // Львівські хімічні читання – 2013: зб. наук. праць 14-ої наук. конф., 26 – 29 травня 2013 г. – Львів: ЛНУ ім. І. Франка, 2013. – Н14.

64. Тараненкова В.В. Теоретическая оценка вяжущих свойств оксидных соединений в составе специальных цементов / В.В. Тараненкова // Технология и применение огнеупоров и технической керамики в промышленности: тез. докл. междунар. науч.–техн. конф., 29-30 апреля 2014 г. – Х.: Оригинал, 2014. – С. 31-33.

65. Тараненкова В.В. Жаростойкий барийсодержащий портландцемент на основе сырья ПАО «Криворожский цементный завод» / В.В. Тараненкова, Г.Н. Шабанова // Технология и применение огнеупоров и технической керамики в промышленности: тез. докл. междунар. науч.–техн. конф., 28-29 апреля 2015 г. – Х.: Оригинал, 2015. – С. 51-52.

66. Тараненкова В.В. Перспективные вяжущие материалы для ловушек расплава активной зоны ядерного реактора / В.В. Тараненкова, Л.В. Какурина // Забезпечення пожежної та техногенної безпеки: матеріали Всеукр. наук.-практ. конф. 29-30 жовтня 2015 р.. – Х.: НУЦЗУ, 2015. – С. 137-138.

67. Тараненкова В.В. Жертовні в'язучі матеріали на основі бокситової сировини різних родовищ / В.В. Тараненкова, А.О. Олександров // Пожежна безпека: проблеми та перспективи: зб. тез доп. Всеукр. наук.-практ. конф., 1-2 березня 2018 р. – Х. : НУЦЗУ, 2018. – С. 22-23.

68. Тараненкова В.В. Дослідження вапняків Новогригоріївського кар'єру як сировини для отримання глиноземного цементу / В.В. Тараненкова, Г.М. Шабанова, А.Г. Тараненко // Фізико-хімічні проблеми технології тугоплавких неметалевих та силікатних матеріалів : Тез. доп. междунар. наук.-техн. конф. 10-11 жовтня 2018 р. – Дніпро : «Середняк Т.К.», 2018. – С. 74.

69. Тараненкова В.В. Изучение возможности использования известняков Николаевской области для получения глиноземного цемента / П.Ю. Корекян, И.С. Тимошенко, В.В. Тараненкова // Проблеми та перспективи забезпечення цивільного захисту: матеріали міжнарод. наук.-практ. конф. молодих учених, 10-11 квітня 2019 р. – Харків : НУЦЗУ, 2019. – С. 339.

70. Тараненкова В.В. Дослідження клінкерів глиноземних цементів, отриманих з використанням бокситів різних родовищ / В.В. Тараненкова, І.С. Тимошенко, В.М. Іголкін // Фізико-хімічні проблеми в технології тугоплавких неметалевих та силікатних матеріалів: тез. доп. міжнарод. наук.-техн. конф. – Х. : ДІСА ПЛЮС, 2020. – С. 34-36.

71. Тараненкова В.В. Нові важучі матеріали для пасивних систем захисту ядерних енергетичних установок від тяжких аварій / В.В. Тараненкова, І.С. Тимошенко, В.М. Іголкін // Екологічна безпека: проблеми і шляхи вирішення: зб. наук. статей XVI міжнарод. наук.-практ. конф, 14-18 вересня 2020р. – ПП «Стиль-Іздат», 2020. – С. 248-254.

ANNOTATION

Taranenkova V.V. Physical and chemical fundamentals of obtaining the special cements on the basis of the $\text{CaO} - \text{BaO} - \text{Al}_2\text{O}_3 - \text{Fe}_2\text{O}_3 - \text{SiO}_2$ system compositions.
– Qualifying scientific work on the rights of the manuscript.

Thesis for the Doctor of Technical Sciences Degree in specialty 05.17.11 – Technology of refractory nonmetallic materials. – National Technical University «Kharkiv Polytechnic Institute», Kharkiv, 2021.

Object of research - processes of directed formation of phase composition and structure of special polyfunctional cements on the basis of compositions the $\text{CaO}-\text{BaO}-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{Fe}_2\text{O}_3-\text{SiO}_2$ system.

The subject of research – regularities and features of interaction of oxides in the structure and phase formation of calcium barium-containing clinkers, regularities of demonstration of binder properties, mechanism and processes of hydration, which determine the formation of a set of specified properties and performance characteristics of multifunctional special cements.

The dissertation is devoted to creation of physical and chemical fundamentals of obtaining the special cements with high strength, heat and fire resistance, sulfate resistance, resistance to action of hard radiation on the basis of silicates, aluminates, ferrites and alumoferrites of calcium and barium due to directed formation of clinker and cement stone structures.

The scientific novelty of the obtained results is that on the basis of theoretical and experimental research for the first time:

– the physico-chemical principles of obtaining special cements on the basis of phase compositions, which determine the production of binders with a given set of performance properties, which are based on the predominant thermodynamically advantageous coexistence of given combinations of phases in the subsolidus structure of the subsystems of the multicomponent oxide $\text{CaO}-\text{BaO}-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{Fe}_2\text{O}_3-\text{SiO}_2$, have been substantiated theoretically;

– the concept for calculation of standard formation enthalpies of complex oxide inorganic compounds, which takes into account the average gram-atomic formation

enthalpy of compounds of given class and allows to estimate standard heats of formation of ternary compounds, were offered;

- the initial thermodynamic constants, which are absent in the reference literature, have been calculated and the database of thermodynamic data of the compounds that are part of the system $\text{CaO-BaO-Al}_2\text{O}_3\text{-Fe}_2\text{O}_3\text{-SiO}_2$ has been systematized;

- the subsolidus structure of the ternary systems CaO-BaO-SiO_2 , $\text{CaO-BaO-Al}_2\text{O}_3$, $\text{CaO-BaO-Fe}_2\text{O}_3$, $\text{BaO-Al}_2\text{O}_3\text{-SiO}_2$ has been refined and the subsolidus structure of the quaternary system $\text{CaO-BaO-Al}_2\text{O}_3\text{-Fe}_2\text{O}_3$ has been determined, which allowed to identify stable combinations of phases, which are the basis for the synthesis of special cements with a given set of performance properties, geometric-topological characteristics of the studied systems and their phases were given;

- the features of phase formation processes in raw mixtures containing CaCO_3 , BaCO_3 and SiO_2 or Al_2O_3 at the synthesis of calcium barium-containing clinkers have been determined. It is revealed that the interaction of the components in the raw material mixtures is mainly diffusion in nature, and the processes of clinker formation are satisfactorily described by the Hinstling-Braunstein equation, as well as activation energy of the process is also calculated. It is found that the primary product of the synthesis formed in mixtures based on calcium and barium carbonates, as well silicon oxide, which are accepted as basic to obtain barium-containing Portland cement, is a polycrystalline orthosilicate $\text{Ba}_5\text{Ca}_3\text{Si}_4\text{O}_{16}$, and in the basic mixtures for obtaining the barium-containing aluminate cements, which consist of alumina, calcium and barium carbonates, the primary product of the synthesis is barium monoaluminate;

- clinkers of synthesized cements were investigated and it was established that their calculated phase compositions correspond to the experimentally obtained ones. It is found that crystals of mixed barium-calcium silicates $\text{Ba}_2\text{SiO}_4\text{-Ca}_2\text{SiO}_4$ are formed in the clinker of barium-containing Portland cement, among which two phases of solid solutions predominate - $\text{Ba}_5\text{Ca}_3\text{Si}_4\text{O}_{16}$ ($\text{Ba}_{1.25}\text{Ca}_{0.75}\text{SiO}_4$) and $\text{Ba}_{1,1}\text{Ca}_{0,9}\text{SiO}_4$ cemented with films of brownmillerite, which contains a small amount of calcium aluminates in the solid solution. It is determined that at firing the barium-containing Portland cement

clinker with a high content of barium oxide (above 50 wt.%), BaO is a part of the silicate phases only;

– the phase composition of hydrated calcium barium-containing cements was studied. It is found that the main products of hydration of the ternary compound $\text{Ba}_5\text{Ca}_3\text{Si}_4\text{O}_{16}$ are barium hydrosilicate $\text{BaO}\cdot\text{SiO}_2\cdot 1,2\text{H}_2\text{O}$ and barium octohydrate $\text{Ba}(\text{OH})_2\cdot 8\text{H}_2\text{O}$. It is determined that the presence of $\text{Ba}(\text{OH})_2\cdot 8\text{H}_2\text{O}$ causes high resistance of calcium-barium silicate cements and barium-containing Portland cement to the aggressive action of sulfate and sea waters, as highly soluble barium hydroxide reacts with sulfates, forming an insoluble protective film on cement stone surface.

The theory of estimating the potential for binding properties of inorganic oxide compounds using the concept of electronegativity has been developed and improved. Given theory allows to qualitatively assess the probability of the presence or absence of binding properties for oxide compounds (including multicomponent) and choose the most favorable conditions for hardening, as well as to determine the prospects of their application in the technology of special binders. For the first time, the limit values of electronegativities for the availability of binding properties by germanates and gallates of alkaline earth elements have been determined. The reliability of the theoretically established regularities of the availability of binding properties on the example of ternary compounds of the $\text{CaO}\text{--}\text{BaO}\text{--}\text{Al}_2\text{O}_3\text{--}\text{Fe}_2\text{O}_3\text{--}\text{SiO}_2$ system has been experimentally confirmed.

The practical significance of the obtained results for refractory, oil and gas and nuclear energy industries is that on the basis of studies of the structure of the components of the system $\text{CaO}\text{--}\text{BaO}\text{--}\text{Al}_2\text{O}_3\text{--}\text{Fe}_2\text{O}_3\text{--}\text{SiO}_2$ the areas of compositions suitable for multifunctional binders are optimized. Compositions of special calcium-barium-containing cements have been developed, which depending on the phase composition are characterized by the following properties:

- calcium-barium silicate cements (CBS-cements) and barium-containing Portland cements (BPC) are hydraulic binders with a normal water-cement ratio of 0,34–0,45; normally setting - (the initial set - from 1 h 40 min. to 2 h, the final set - from 3 h 20 min. to 3 h 25 min.); fast-hardening - compressive strength after hardening for 3 days 48 MPa; high-strength - compressive strength after hardening for 28 days

60 MPa, and flexural strength – 6,8 MPa; highly sulphate-resistant - coefficient of sulphate resistance up to 1,31; radiation-resistant - the coefficient of mass absorption of gamma radiation up to 203 cm²/g; heat resistance - 1530 °C; the temperature of the beginning the deformation under load - 1410 °C;

- calcium-barium-containing aluminate cements (CBA-cements) are air-setting binders with a normal water-cement ratio of 0,25–0,42; fast-hardening (initial set - from 25 min. to 55 min., final set - from 1 h 20 min. to 1 h 55 min.); fast-hardening - compressive strength after hardening for 3 days - 42 MPa; high-strength - after hardening for 28 days compressive strength - 64 MPa; radiation-resistant - the coefficient of mass absorption of gamma radiation up to 206 cm²/g; fire resistance reaches 1700 °C;

- calcium-barium ferrite and alumoferrite cements (CBF- and CBAF-cements) are air-setting binders with a low water-cement ratio of 0,20-0,28; fast-hardening (initial set 7 min. - 1 h. 30 min., final set - 12 min.- 1 h 45 min.); fast-hardening - compressive strength after hardening for 3 days - up to 81 MPa; high-strength - compressive strength after hardening for 28 days - up to 87 MPa; radiation-resistant - the coefficient of mass absorption of gamma radiation up to 223 cm²/g.

For the first time the possibility of applying S.D. Okorokov's technique for calculation of a four-component raw mixture of barium-containing Portland cement based on raw materials of PJSC "Kryvyi Rih Cement" (Dnipropetrovsk region) is shown. The possibility of obtaining the special alumina cements using raw materials of branch of PJSC Dickerhoff Cement Ukraine plant Yugcement (Mykolaiv region) and bauxite raw materials of various deposits which being used for alumina production at Mykolayiv Alumina Plant LLC has been proved.

Resource-saving technology for obtaining CBS- and CBA-cements using chemical industry waste has been developed. Technical documentation for the production of experimental-industrial batch of radiation- and heat-resistant cement has been prepared and under conditions of LLC "Zaporizhspetsogneupor" (Zaporizhzhya) batches of radiation-resistant heat-resistant cements and concretes based on them have been produced and studied. Also under conditions of SPE "Spetskeramika" (Rubizhne, Luhansk region) sacrificial materials for multilayer coating of the structural element of

the system of passive protection of nuclear power plants have been tested. Grouting mortars based on calcium-barium-containing cement with a positive result have been tested under conditions of BKP "Monolith" (Kostiantynivka, Donetsk region). Experimental batch of fast-hardening barium-containing cement, which can be used as a semi-finished product for filling endodontic X-ray contrast materials, were tested under conditions of JSC "Laboratory" Stoma-technology "(Kharkov).

The introduction substantiates the relevance of the dissertation topic, formulates the main purpose and objectives of the work, and presents the scientific novelty and practical value of the results.

The first section provides an analysis of questions that determine the solution of the problem of creating special multifunctional cements. The modern tendencies of application of special cements in the world practice are analyzed and perspective directions of use of special binders are defined.

The second section describes the raw materials; the choice of methods of experimental researches is defined; a description of calculation methods used in the dissertation is given.

The third section is devoted to the development of physico-chemical principles for the obtaining the special cements based on silicates, aluminates, ferrites and alumoferrites of calcium and barium.

The fourth section presents the results of optimization of the composition of special calcium-barium-containing cements and the investigations of their physical, mechanical and technical properties.

In the fifth section the results of the study of the regularities of clinker formation processes and the phase composition of clinkers of special calcium-barium-containing cements are presented.

The sixth section presents the results of the study of hydration processes of calcium-barium-containing cements.

The seventh section is devoted to the production of special cements based on domestic industrial cement raw materials.

The eighth section presents the results of technology development and testing of special cements and composite materials based on them.

Keywords: subsolidus structure, multicomponent system, phase equilibria, binding properties, phase formation, hydration, calcium-barium-containing cement, oil-well mortar, protective refractory concrete, sacrificial binder.

List of published works by dissertation topic:

1. Taranenkova V.V. Yssledovanye viazhushchykh svoistv troinykh soedynenyi systemy $\text{BaO-Al}_2\text{O}_3\text{-SiO}_2$ / G.N. Shabanova, V.V. Taranenkova, N.V. Kazmyna // Visnyk Kharkivskoho derzhavnogo politekhnichnoho universytetu. – Kharkiv: KhDPU. - 1999, Vyp. № 90. - S.37-39.

2. Taranenkova V.V. Zastosuvannia PEOM dlia planuvannia eksperymentu pry doslidzhenni diaqram “sklad-vlastyvist” / V.V. Taranenkova, O.V. Bulychova // Visnyk Kharkivskoho derzhavnogo politekhnichnoho universytetu. – Kharkiv: KhDPU.- 2000, Vyp. № 105.- S. 25-2

3. Taranenkova V.V. Zharostoikiyi tsement na osnove troinoho soedynenyia $\text{Ba}_5\text{Ca}_3\text{Si}_4\text{O}_{16}$ / V.V. Taranenkova, A.N. Kozhanova, O.V. Bulycheva // Zbirnyk naukovykh prats VAT «UkrNDIVohnetryviv im. A.S. Berezhnoho». - Kharkiv: Karavela, 2001. - № 101. - S.113-119.

4. Taranenkova V.V. Termodinamicheskaya otsenka vzaimnykh reaktsiy v systeme CaO-BaO-SiO_2 / A.N. Kozhanova, V.V. Taranenkova, O.V. Bulycheva // Visnyk Natsionalnoho tekhnichnoho universytetu «KhPI». – Kharkiv: NTU «KhPI», 2001. – Vyp. 19. – S. 55-60.

5. Taranenkova V.V. Otsenka temperatur y sostavov ehvtekyk v sechenyy BA-CA- BC_2A_4 systemy $\text{BaO-CaO-Al}_2\text{O}_3$ // [O.V. Bulycheva, G.N. Shabanova, A.N. Kozhanova, V.V. Taranenkova] / Visnyk Natsionalnoho tekhnichnoho universytetu «KhPI». – Kharkiv: NTU «KhPI», 2001. – Vyp. 20. – S.14-17.

6. Taranenkova V.V. K voprosu o sushchestvovannyi troinoho soedynenyia $\text{Ba}_2\text{AlFeO}_5$ v systeme $\text{BaO-Al}_2\text{O}_3\text{-Fe}_2\text{O}_3$ / G.N. Shabanova, V.V. Taranenkova, S.N. Bykanov // Voprosy khymyy y khymycheskoi tekhnolohyy. - 2002. - № 1. – S. 60-63.

7. Taranenkova V.V. O subsolydusnom stroenyyi oblasti $\text{BaSiO}_3 - \text{CaSiO}_3 - \text{CaO} - \text{BaO}$ systemy $\text{CaO} - \text{BaO} - \text{SiO}_2$ / A.N. Korohodskaya, V.V. Taranenkova, A.H. Romanovskiy // Zbirnyk naukovykh prats VAT «UkrNDIVohnetryviv im. A.S. Berezhnoho». - Kharkiv: Karavela, 2002. - № 102. - S. 136-141.

8. Taranenkova V.V. Prymenenye baryisoderzhashchykh otkhodov orhanycheskoho synteza dlia polucheniya tamponazhnykh tsementov / [A.N. Kozhanova, V.V. Taranenkova, H.N. Shabanova, F.A. Vasiutyn] // Visnyk Natsionalnoho tekhnichnoho universytetu «KhPI». – Kharkiv: NTU «KhPI», 2002. – Vyp. 9, t. 2. – S. 65-68.

9. Taranenkova V.V. Otsenka nekotorykh metodov rascheta entalpyi obrazovaniya neorhanycheskykh soedyneni na prymere ferrytovo kaltsyia y baryia / V.V. Taranenkova, H.N. Shabanova, V.V. Romanova // Visnyk Natsionalnoho tekhnichnoho universytetu «KhPI». – Kharkiv: NTU «KhPI», 2002.- Vyp. 16. – S.71-76.

10. Taranenkova V.V. Structure of the BaO-Al₂O₃-SiO₂ system / [G.N. Shabanova, V.V. Taranenkova, A.N. Korogodskaya, E.V. Khristich] // Glass and Ceramics. – 2003. – V. 60, № 1-2. – R. 43-46.

11. Taranenkova V.V. Yssledovanye subsolydusnoho stroeniya oblasti CaO-BaO-BaFe₂O₄-Ca₂Fe₂O₅ systemy CaO-BaO-Fe₂O₃ / V.V. Taranenkova, H.N. Shabanova, V.V. Romanova // Visnyk Natsionalnoho tekhnichnoho universytetu «KhPI». – Kharkiv: NTU «KhPI», 2003. – Vyp. 11, t. 1. – S. 131 – 136.

12. Taranenkova V.V. Spetsyalnye viazhushchye na osnove kompozytsyi systemy CaO – BaO – Fe₂O₃ / V.V. Romanova, V.V. Taranenkova, H.N. Shabanova // Voprosy khymyy y khymycheskoi tekhnolohyy. – 2003. – № 6. – S. 66-69.

13. Taranenkova V.V. Yspolzovanye otkhodov khymycheskoho proyvodstva pry yzghotovlenyy baryisoderzhashchykh tsementov na ykh osnove / [A.N. Korohodskaia, H.N. Shabanova, Y.V. Hurenko, V.V. Taranenkova, N.S. Lohvynkova] // Stroytelnye materyaly (Nauka). – 2004. – № 3. – S. 14-15.

14. Taranenkova V.V. Kynetycheskye yssledovaniya v systeme CaO – BaO – Al₂O₃ / H.N. Shabanova, O.V. Myrhorod, V.V. Taranenkova // Zbirnyk naukovykh prats VAT “UkrNDIVohnetryviv imeni A.S. Berezhnoho”. - Kharkiv: Karavela, 2004. - № 104. – S. 107-113.

15. Taranenkova V.V. Yssledovanye troinoho soedyneniya CaBaFe₄O₈ v systeme CaO-BaO-Fe₂O₃ / [V.V. Deineka, G. N. Shabanova, V.V. Taranenkova, Y.V.

Hurenko] // Visnyk Natsionalnoho tekhnichnoho universytetu «KhPI». – Kharkiv: NTU «KhPI», 2004. – Vyp. 14. – S. 25 – 30.

16. Taranenkova V.V. Vohnetryvki betony na osnovi tsementiv systemy $\text{CaO} - \text{BaO} - \text{Al}_2\text{O}_3$ / [O.V. Myrhorod, H.M. Shabanova, V.V. Taranenkova, K.A. Zhytaner] // Visnyk Natsionalnoho tekhnichnoho universytetu «KhPI». – Kharkiv: NTU «KhPI», 2004. – Vyp. 34. – S. 7 – 10.

17. Taranenkova V.V. Thermodynamic properties of binary and ternary compounds of $\text{CaO}-\text{BaO}-\text{Al}_2\text{O}_3$ system / [G. N. Shabanova, O.V. Mirgorod, V.V. Taranenkova, A.N. Korogodskaya, V.V. Dejneka] // Ogneupory i Tekhnicheskaya Keramika. – 2005. – № 1. – P. 2-6.

18. Taranenkova V.V. Structure of system of $\text{CaO}-\text{BaO}-\text{Fe}_2\text{O}_3$ / G.N. Shabanova, V.V. Dejneka, V.V. Taranenkova // Ogneupory i Tekhnicheskaya Keramika. – 2005. – № 4. – P. 7-11.

19. Taranenkova V.V. Subsolidus construction of $\text{CaO}-\text{BaO}-\text{SiO}_2$ system / G.N. Shabanova, A.N. Korogodskaya, V.V. Taranenkova // Ogneupory i Tekhnicheskaya Keramika. – 2005. – № 7. – P. 12–18.

20. Taranenkova V.V. Otsenka poverkhnostei lykvydusa bynarnykh i troinykh sechenyi systemy $\text{CaO} - \text{BaO} - \text{Fe}_2\text{O}_3$ / [V.V. Deineka, G.N. Shabanova, V.V. Taranenkova, Y.V. Hurenko, T.D. Ryshchenko] // Visnyk Natsionalnoho tekhnichnoho universytetu «KhPI». – Kharkiv: NTU «KhPI», 2005. – Vyp. 25. – S. 105 – 108.

21. Taranenkova V.V. Osobennosti protsessov myneralobrazovaniya spetsyalnoho tsementa v systeme $\text{CaO} - \text{BaO} - \text{SiO}_2$ / [A.N. Korohodskaia, G. N. Shabanova, S.V. Sandul, V.V. Deineka, V.V. Taranenkova] // Voprosy khymyy y khymycheskoi tekhnolohyy. – 2005. – № 6. – S. 87-90.

22. Taranenkova V.V. Razrabotka ohneupornykh betonov na osnove barysoderzhashcheho hlynozemystoho tsementa / [O.V. Myrhorod, G. N. Shabanova, N.S. Tsapko, V.V. Taranenkova, T.D. Ryshchenko] // Zbirnyk naukovykh prats VAT “UkrNDIVohnetryviv imeni A.S. Berezhnoho”. - Kharkiv: Karavela, 2006. - № 106. – S. 78-82.

23. Taranenkova V.V. Perspektivnye oblasti sostavov zharostoikyykh tsementov v chetyrekhkomponentnoi systeme $\text{CaO-BaO-Al}_2\text{O}_3\text{-Fe}_2\text{O}_3$ / V.V. Taranenkova // Zbirnyk naukovykh prats VAT "UkrNDIVohnetryviv imeni A.S. Berezhnoho". - Kharkiv: Karavela, 2007. - № 107. – С. 161-167.

24. Taranenkova V.V. Zharostiiki viazhuchi materialy na osnovi kompozytsii chotyrykomponentnoi systemy $\text{CaO-BaO-Al}_2\text{O}_3\text{-Fe}_2\text{O}_3$ / V.V. Taranenkova // Zbirnyk naukovykh prats VAT "UkrNDIVohnetryviv imeni A.S. Berezhnoho". - Kharkiv: Karavela, 2008. - № 108. – С. 164-173.

25. Taranenkova V.V. Doslidzhennia vplyvu neorhanichnykh dobavok na fizyko-mekhanichni vlastyvoli spetsialnogo bariivoho tsementu / [H.M. Shabanova, V.V. Taranenkova, V.V. Deineka, N.S. Tsapko] // Visnyk Natsionalnogo tekhnichnogo universytetu «KhPI». – Kharkiv: NTU «KhPI», 2008. – Vyp. 13. – S. 143-149.

26. Taranenkova V.V. K voprosu o proiavlennyi viazhushchykh svoistv troinykh soedyneni systemy CaO – BaO – SiO_2 / [A.N. Korohodskaia, G. N. Shabanova, V.V. Taranenkova, V.V. Deineka, E.M. Proskurnia, Y.V. Hurenko] // Visnyk Natsionalnogo tekhnichnogo universytetu «KhPI». – Kharkiv: NTU «KhPI», 2009. – Vyp. 22. – S. 3-9.

27. Taranenkova V.V. Doslidzhennia oblasti skladiv zharostiikyykh metalurhiinykh viazhuchykh v systemi $\text{CaO-BaO-Al}_2\text{O}_3\text{-Fe}_2\text{O}_3$ / V.V. Taranenkova, T.V. Shepel // Zbirnyk naukovykh prats VAT "UkrNDIVohnetryviv imeni A.S. Berezhnoho". - Kharkiv: Karavela, 2009. - № 109. – С. 139-147.

28. Taranenkova V.V. Yssledovanye produktov hydratatsyy baryisoderzhashcheho portlandtsementa / V.V. Taranenkova, T.V. Shepel, V.A. Savchenko // Visnyk Natsionalnogo tekhnichnogo universytetu «KhPI». – Kharkiv: NTU «KhPI», 2009. – Vyp. 45. – S. 134-144.

29. Taranenkova V.V. Fazovyi sostav klynkera sulfatostoikoho baryisoderzhashcheho portlandtsementa / V.V. Taranenkova, T. V. Shepel // Zbirnyk naukovykh prats VAT "UkrNDIVohnetryviv imeni A.S. Berezhnoho". - Kharkiv: Karavela, 2010. - № 110. – С. 515-523.

30. Taranenkova V.V. Betony polyfunktsyonalnogo naznacheniya na osnove ohneupornykh tsementov / [H.N. Shabanova, V.V. Taranenkova, E.M. Proskurnia,

O.V. Myrhorod, F.A. Vasiutyn, A.N. Korohodskaia, V.K. Mokrytskaia] // Zbirnyk «Budivelni materialy, vyroby ta sanitarna tekhnika». – 2010. – № 36. – S. 26-31.

31. Taranenkova V.V. Yssledovanye spetsyalnykh tsementov na osnove ferrytov kaltsyia y baryia / V.V. Taranenkova // Zbirnyk naukovykh prats PAT “UKRNDIVOHNETRYVIV IM. A.S. BEREZHNOHO. - Kharkiv, 2011. - № 111. – C. 180-190.

32. Taranenkova V.V. Yssledovanye troinykh soedynenyi systemy CaO-BaO- Al_2O_3 / V.V. Taranenkova, M.Iu. Lysiutkina, K.P. Vernyhora // Zbirnyk naukovykh prats PAT “UKRNDIVOHNETRYVIV IM. A.S. BEREZHNOHO. - Kharkiv, 2012. - № 112. – S. 214-222.

33. Taranenkova V.V. Teoretycheskye yssledovanyia po utochnenyiu yntervalu znachenyi odnosytelnoi ehlektrootrytsatelnosti dlia opredelenyia viazhushchykh svoistv oksydneykh soedynenyi spetsyalnykh zharostoikykh i ohneupornykh tsementov / V.V. Taranenkova // Zbirnyk naukovykh prats PAT “UKRNDI VOHNETRYVIV IM. A.S. BEREZHNOHO. - Kharkiv, 2014. - № 114. – S. 55-66.

34. Taranenkova V.V. Poluchenye zharostoikoho baryisoderzhashcheho portlandtsementa na osnove syria PAO «Kryvorozhskyi tsementnyi zavod» / V.V. Taranenkova, G.N. Shabanova // Zbirnyk naukovykh prats PAT “UKRNDI VOHNETRYVIV IM. A.S. BEREZHNOHO. – Kharkiv, 2015. - № 115. – S. 145-153.

35. Taranenkova V.V. Zhertvennye viazhushchye materyaly dlia ustroystv lokalyzatsyy rasplava aktyvnoi zony yadernoho reaktora / V.V. Taranenkova, O.V. Myrhorod // Zbirka naukovykh prats «Problemy nadzvychainykh sytuatsii». – Kharkiv : NUTsZU, 2017. – Vyp. 25. – S. 126-132.

36. Taranenkova V.V. Regularities of Binding Properties Occurrence of Oxide Compounds of Special Cements in the Interaction with Water / V.V. Taranenkova, Ya.N. Pitak, G. N. Shabanova // Voprosy khimii i khimicheskoi tekhnologii, 2020, No. 3, pp. 189-196.

37. Pat. 56049 Ukraina, MPK C 04 V 7/22. V'iazhucho / Shabanova H.M., Taranenkova V.V., Korohodska A.M., Bulychova O.V., Khrystych O.V., Romanovskyi O.H.; zaiavnyk ta patentovlasnyk NTU «KhPI». – № a2002097548; zaiavl. 19.09.2002; opubl. 15.04.2003, Biul. № 4.

38. Pat. 57398 Ukraina, MPK C 04 V 7/24G / Shabanova H.M., Taranenkova V.V., Korohodska A.M., Romanovskyi O.H.; zaiavnyk ta patentovlasnyk NTU «KhPI». – № a2002097547; zaiavl. 19.09.2002; opubl. 16.06.2003, Biul. № 6.

39. Taranenkova V.V. Barysoderzhashchye zharostoikye tsementy na osnove otkhodov proyzvodstva amynokapronovoi kysloty / O.V. Bulycheva, G.N. Shabanova, V.V. Taranenkova, V.V. Romanova // Visnyk Natsionalnoho tekhnichnoho universytetu «KhPI». – Kharkiv: NTU «KhPI», 2002.- Vyp. 9, t.2. – S. 15-18.

40. Taranenkova V.V. Yssledovanye subsolydusnoho stroenya systemy CaO – BaO – Fe₂O₃ / G.N. Shabanova, V.V. Taranenkova, V.V. Deineka // Zbirnyk naukovykh prats VAT “UkrNDIVohnetryviv imeni A.S. Berezhnoho”. - Kharkiv: Karavela, 2004. - № 104. – S. 100-106.

41. Taranenkova V.V. Zharostoikye viazhushchye na osnove kompozytsyi systemy CaO-BaO-Al₂O₃ / [V.V. Taranenkova, E.M. Proskurnia, O.Y. Tkachenko, O.V. Bulycheva] // Effektyvnye ohneupory na rubezhe XXI stoletyia: tez. dokl. mezhdunar. nauch.–tekhn. konf., 25-26 apreliia 2000 h. – Kharkov : Karavella, 2000. -S.40.

42. Taranenkova V. Prospective binders on the base of the CaO-BaO-SiO₂ system / V. Taranenkova // Cement and Concrete Technology in the 2000 s: Proceedings of II Intern. Symp., Sept. 6-10, 2000. – Istanbul: TCMA, 2000. – Vol. 1. – P. 368-372.

43. Taranenkova V.V. Fyzyko-mekhanycheskye y tekhnicheskyye svoistva viazhushcheho na osnove soedyneniya Ba₅Ca₃Si₄O₁₆ / A.N. Kozhanova, V.V. Taranenkova, O.V. Bulycheva // Tekhnolohyia y pryomenenye ohneuporov y tekhnicheskoi keramyky v promyshlennosti: tez. dokl. mezhdunar. nauch.–tekhn. konf., 24-25 apreliia 2001 h. – Kharkov : Karavella, 2001.- S. 31-32.

44. Taranenkova V. Evaluation of some methods for calculation of the enthalpies of formation of silicates of calcium and barium / V. Taranenkova, G. Shabanova, A. Kozhanova // CHISA 2002: Materials of the 15th International Congress of Chemical and Process Engineering; Aug. 25-29, 2002. – Praha: Proc. Eng. Publisher. - Summaries 2. - P. 322.

45. Taranenkova V.V. Heometro-topolohycheskaia kharakterystyka oblasti $\text{BaSiO}_3 - \text{CaSiO}_3 - \text{CaO} - \text{BaO}$ systemy $\text{CaO} - \text{BaO} - \text{SiO}_2$ / A.N. Kozhanova, V.V. Taranenkova // Tekhnolohyia y prymerenye ohneuporov i tekhnicheskoi keramyky v promyshlennosti: tez. dokl. mezhdunar. nauch.–tekhn. konf., 24-25 aprelia 2002 h. – Kharkov : Karavella, 2002. – S. 59-60.

46. Taranenkova V. Special binders on the base of the system CaO-BaO-SiO_2 / V. Taranenkova, G. Shabanova, A. Korogodskaya // 15th Internationale Baustofftagung (Ibausil). 24-27 Sept. 2003. - Weimar, 2003 – Tagungsbericht. – Band 1. – S. 795-803.

47. Taranenkova V.V. Spetsyalnye tsementy na osnove bynarynykh y troinykh soedyneni systemy $\text{CaO-BaO-Al}_2\text{O}_3$ / O.V. Myrhorod, G.N. Shabanova, V.V. Taranenkova // Tekhnolohyia y prymerenye ohneuporov i tekhnicheskoi keramyky v promyshlennosti: tez. dokl. mezhdunar. nauch.–tekhn. konf., 23-24 aprelia 2003 h. – Kharkov : Karavella, 2003. – S. 26-27.

48. Taranenkova V.V. Resursosberehaiushchaia tekhnolohyia polucheniya baryisoderzhashcheho tsementa na osnove kompozytsyi systemy CaO-BaO-SiO_2 / [G.N. Shabanova, A.N. Korohodskaia, V.V. Taranenkova, O.V. Myrhorod, E.V. Khrystych] // Sovremennye tekhnolohyy v promyshlennosti stroytelnykh materialov i stroiindystryi: materialy mezhdunar. konhressa, 16-18 sentiabria 2003. - Spetsvypusk Vestnyka BHTU im. V.H. Shukhova. – Belhorod: BHTU, 2003. - № 5. – S. 262-265.

49. Taranenkova V. Thermodynamic data for compounds of the system $\text{CaO-BaO-Fe}_2\text{O}_3$ / V. Taranenkova, G. Shabanova, V. Deyneka // CHISA 2004: Materials of the 16th International Congress of Chemical and Process Engineering; Aug. 22-26, 2004. – Praha: Proc. Eng. Publisher. - Summaries 2. - P. 787-788.

50. Taranenkova V.V. Yssledovanye subsolydusnoho stroeniya systemy $\text{CaO} - \text{BaO} - \text{Fe}_2\text{O}_3$ / V.V. Deineka, G.N. Shabanova, V.V. Taranenkova // Tekhnologiya i primenenie ogneuporov i tekhnicheskoi keramiki v promyshlennosti: tez. dokl. mezhdunar. nauch.–tekhn. konf., 7-8 aprelia 2004 h. – Kharkov : Karavella, 2004. – S. 25-26.

51. Taranenkova V.V. K voprosu ob ohneupornykh svoistvakh betonov na osnove baryisoderzhashchykh hlynozemystrykh tsementov / [G.N. Shabanova, O.V.

Myrhorod, N.S. Tsapko, V.V. Taranenkova, V.V. Deineka] // Tekhnologiya i primenenie ogneuporov i tekhnicheskoy keramiki v promyshlennosti: tez. dokl. mezhdunar. nauch.–tekhn. konf., 26-27 aprelia 2006 h. – Kharkov : Karavella, 2006. – S. 48-49.

52. Taranenkova V.V. Chetyrekhkomponentnaia systema $\text{CaO-BaO-Al}_2\text{O}_3\text{-Fe}_2\text{O}_3$ i ejo znachenye dlia tekhnolohyy zharostoikykh viazhushchykh / V.V. Taranenkova // Tekhnologiya i primenenie ogneuporov i tekhnicheskoy keramiki v promyshlennosti: tez. dokl. mezhdunar. nauch.–tekhn. konf., 25-26 aprelia 2007 h. – Kharkov : Karavella, 2007. – S. 38-39.

53. Taranenkova V.V. Zharostoikye tsementy na osnove soedyneni chetyrekhkomponentnoi systemy $\text{CaO-BaO-Al}_2\text{O}_3\text{-Fe}_2\text{O}_3$ / V.V. Taranenkova // Tekhnologiya i primenenie ogneuporov i tekhnicheskoy keramiki v promyshlennosti: tez. dokl. Mezhdunar. nauch.–tekhn. konf., 23-24 aprelia 2008 h. – Kharkov : Karavella, 2008. – S. 48-49.

54. Taranenkova V.V. Kharakterystyka perspektyvnykh secheni chetyrekhkomponentnoi systemy $\text{CaO-BaO-Al}_2\text{O}_3\text{-Fe}_2\text{O}_3$ / V.V. Taranenkova // Keramyka i ohneupory: perspektyvnye resheniia y nanotekhnolohyy: sbornyk dokl. II Semynara-soveshchaniia uchenykh, prepodavatelei, vedushchykh spetsyalystov y molodykh yssledovatelei, 4-6 fevralia 2009 h. – Belhorod: Yzd-vo BHTU, 2009. – S. 110-114.

55. Taranenkova V.V. Yssledovanye oblasti sostavov spetsyalnykh tsementov dlia okuskovyvaniia zhelezorudnykh kontsentratov v systeme $\text{CaO-BaO-Al}_2\text{O}_3\text{-Fe}_2\text{O}_3$ / V.V. Taranenkova // Tekhnologiya i primenenie ogneuporov i tekhnicheskoy keramiki v promyshlennosti: tez. dokl. mezhdunar. nauch.–tekhn. konf., 28-29 aprelia 2009 h. – Kharkov : Karavella, 2009. – S. 41-42.

56. Taranenkova V.V. Yssledovanye fazovoho sostava klynkera barysoderzhashcheho portlandtsementa / V.V. Taranenkova, T.V. Shepel // Fyzyko-khymicheskye problemy v tekhnolohyy tuhoplavkykh nemetallycheskykh i sylykatnykh materyalov: tez. dokl. mezhdunar. nauch.–tekhn. konf., 20-23 sentiabria 2010 h.– Kharkov : Karavella, 2010. – S. 147-148.

57. Taranenkova V.V. Yssledovanye zakonornosti proiavlennya viazhushchykh svoistv ferrytamy shchelochnozemelnykh ehlementov s pryvlechenyem kontseptsyy ehkrootrytsatelnosti S.S. Batsanova / [V.V. Taranenkova, E.N. Yvchenko, M.Iu. Lysiutkina, S.S. Lynnyk] // Sovremennyye tekhnolohyy tuhoplavkykh nemetallycheskykh y sylykatnykh materyalov: materyaly 2-y mezhdunar. konferentsyy studentov, aspirantov y molodykh uchenykh, 23-24 marta 2011 h. – Kharkov: NTU «KhPY», 2011. – S. 45-46.

58. Taranenkova V.V. Yssledovanye klynkerov spetsyalnykh tsementov, poluchennykh na osnove ferrytov kaltsyia y baryia / V.V. Taranenkova // Tekhnolohyia y prymenenye ohneuporov y tekhnicheskoi keramyky v promyshlennosti: tez. dokl. mezhdunar. nauch.–tekhn. konf., 26-27 aprelia 2011 h. – Kharkov : Karavella, 2011. – S. 56-57.

59. Taranenkova V.V. Metodyka rozrakhunku standartnykh entalpii utvorennia skladnykh kysnevykh neorganichnykh spoluk / V. Taranenkova // Lvivski khimichni chytannia – 2011: zb. nauk. prats 13-oi nauk. konf., 29 travnia – 1 chervnia 2011 h. – Lviv: LNU im. I. Franka, 2011. – F 46.

60. Taranenkova V.V. Zakonomirnosti proiavu viazhuchykh vlastyvostei aluminatamy luzhnozemelnykh elementiv / [V. Taranenkova, M. Lysiutkina, K. Ivchenko, S. Lynnyk] // Lvivski khimichni chytannia – 2011: zb. nauk. prats 13-oi nauk. konf., 29 travnia – 1 chervnia 2011 h. – Lviv: LNU im. I. Franka, 2011. – T 22.

61. Taranenkova V.V. Yssledovanye fizyko-mekhanycheskykh svoistv troinykh soedynenyi systemy $\text{CaO-BaO-Al}_2\text{O}_3$ / V.V. Taranenkova, M.Iu. Lysiutkina, E.N. Yvchenko / Fizyko-khimichni problemy v tekhnolohii tuhoplavkykh nemetalevykh ta sylykatnykh materialiv : Tez. dop. Ukr. nauk.-tekhn. konf. z mizhnarod. uchastiu, 11-12 zhovtnia 2011 r. – Dnipropetrovsk: InKomTsent, 2011. – S. 83-84.

62. Taranenkova V.V. Yssledovanye klynkerov spetsyalnykh tsementov, poluchennykh na osnove troinykh soedynenyi systemy $\text{CaO-BaO-Al}_2\text{O}_3$ / V.V. Taranenkova, M.Iu. Lysiutkina // Tekhnolohyia y prymenenye ohneuporov y tekhnicheskoi keramyky v promyshlennosti: tez. dokl. mezhdunar. nauch.–tekhn.

konf., 24-25 aprelia 2012 h. – Kh.: PAO «UKRNYYO YMENY A. S. BEREZHNOHO, 2012. – S. 53-54.

63. Taranenkova V.V. Zastosuvannia heometrychnoho metodu dlia doslidzhennia subsolidusnoi budovy chotyrykomponentnoi systemy CaO-BaO-Al₂O₃/ V. Taranenkova, K. Danylchenko // Lvivski khimichni chytannia – 2013: zb. nauk. prats 14-oi nauk. konf., 26 – 29 travnia 2013 h. – Lviv: LNU im. I. Franka, 2013. – N14.

64. Taranenkova V.V. Teoretycheskaia otsenka viazhushchykh svoistv oksydneykh soedynenyi v sostave spetsyalnykh tsementov / V.V. Taranenkova // Tekhnolohyia y pryomenenye ohneuporov i tekhnicheskoi keramyky v promyshlennosti: tez. dokl. mezhdunar. nauch.–tekhn. konf., 29-30 aprelia 2014 h. – Kh.: Oryhynal, 2014. – S. 31-33.

65. Taranenkova V.V. Zharostoiki barysoderzhashchy portlandtsement na osnove syria PAO «Kryvorozhskiy tsementnyi zavod» / V.V. Taranenkova, G.N. Shabanova // Tekhnolohyia y pryomenenye ohneuporov i tekhnicheskoi keramyky v promyshlennosti: tez. dokl. mezhdunar. nauch.–tekhn. konf., 28-29 aprelia 2015 h. – Kh.: Oryhynal, 2015. – S. 51-52.

66. Taranenkova V.V. Perspektyvnye viazhushchye materyaly dlia lovushek rasplava aktyvnoi zony yadernoho reaktora / V.V. Taranenkova, L.V. Kakuryna // Zabezpechennia pozhezhnoi ta tekhnohennoi bezpeky: materialy Vseukr. nauk.-prakt. konf. 29-30 zhovtnia 2015 r.. – Kh.: NUTsZU, 2015. – S. 137-138.

67. Taranenkova V.V. Zhertovni viazhuchi materialy na osnovi boksytovoi syrovyny riznykh rodovyshch / V.V. Taranenkova, A.O. Oleksandrov // Pozhezhna bezpeka: problemy ta perspektyvy: zb. tez dop. Vseukr. nauk.-prakt. konf., 1-2 bereznia 2018 r. – Kh. : NUTsZU, 2018. – S. 22-23.

68. Taranenkova V.V. Doslidzhennia vapniakiv Novohryhoriivskoho karieru yak syrovyny dlia otrymannia hlynozemnogo tsementu / V.V. Taranenkova, G.M. Shabanova, A.H. Taranenko // Fyzyko-khimichni problemy tekhnolohii tuhoplavkykh nemetalevykh ta sylikatnykh materialiv : Tez. dop. mezhdunar. nauk.-tekhn. konf. 10-11 zhovtnia 2018 r. – Dnipro : «Seredniak T.K.», 2018. – S. 74.

69. Taranenkova V.V. Yzuchenye vozmozhnomy yspolzovanyia yzvestniakov Nykolaevskoi oblasti dlia polucheniia hlynozemnoho tsementa / P.Iu. Korekian, Y.S. Tymoshenko, V.V. Taranenkova // Problemy ta perspektyvy zabezpechennia tsyvilnoho zakhystu: materialy mizhnarod. nauk.-prakt. konf. molodykh uchenykh, 10-11 kvitnia 2019 r. – Kharkiv : NUTsZU, 2019. – S. 339.

70. Taranenkova V.V. Doslidzhennia klinkeriv hlynozemnykh tsementiv, otrymanykh z vykorystanniam boksytiv riznykh rodovyshch / V.V. Taranenkova, I.S. Tymoshenko, V.M. Iholkin // Fizyko-khimichni problemy v tekhnologii tuhoplavkykh nemetalevykh ta sylikatnykh materialiv: tez. dop. mizhnarod. nauk.-tekhn. konf. – Kh. : DISA PLIuS, 2020. – S. 34-36.

71. Taranenkova V.V. Novi vazhuchi materialy dlia pasyvnykh system zakhystu yadernykh enerhetychnykh ustanovok vid tiazhkykh avarii / V.V. Taranenkova, I.S. Tymoshenko, V.M. Iholkin // Ekolohichna bezpeka: problemy i shliakhy vyrishennia: zb. nauk. statei KhVI mizhnarod. nauk.-prakt. konf, 14-18 veresnia 2020r. – PP «Styl-Izdat», 2020. – S. 248-254.

ЗМІСТ

ВСТУП	6
1 СУЧАСНІ ТЕНДЕНЦІЇ ЗАСТОСУВАННЯ СПЕЦІАЛЬНИХ ЦЕМЕНТІВ У СВІТОВІЙ ПРАКТИЦІ Й ОСОБЛИВОСТІ СУБСОЛІДУСНОЇ БУДОВИ КАЛЬЦІЙ-БАРІЙВМІСНИХ ОКСИДНИХ СИСТЕМ	16
1.1 Перспективні напрямки застосування спеціальних цементів у сучасних технологічних системах	17
1.1.1 Застосування захисних в'язучих матеріалів в атомній енергетиці	17
1.1.2 Жертовні матеріали – новий клас функціональних матеріалів для пасивних систем захисту АЕС	23
1.1.3 Цементи, стійкі до дії сульфатних і морських вод	31
1.1.4 Спеціальні металургійні в'язучі для безвипального грудкування залізорудної сировини	37
1.2 Барійвмісні портланд- та глиноземний цементи	41
1.3 Багатокомпонентні кальційбарійвмісні оксидні системи як основа для одержання спеціальних цементів	45
1.3.1 Система $\text{CaO} - \text{BaO} - \text{SiO}_2$ та її характеристика	45
1.3.2 Система $\text{CaO}-\text{BaO}-\text{Al}_2\text{O}_3$ та її характеристика	50
1.3.3 Система $\text{CaO}-\text{BaO}-\text{Fe}_2\text{O}_3$ та її характеристика	53
1.4 Вибір напрямку досліджень	55
2 ХАРАКТЕРИСТИКА ВИХІДНИХ СИРОВИННИХ МАТЕРІАЛІВ І МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ	60
2.1 Характеристика вихідних сировинних матеріалів	60
2.2 Методи дослідження	74
3 ФІЗИКО-ХІМІЧНІ ОСНОВИ СТВОРЕННЯ СПЕЦІАЛЬНИХ ЦЕМЕНТІВ НА ОСНОВІ КОМПОЗИЦІЙ СИСТЕМИ $\text{CaO}-\text{BaO}-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{Fe}_2\text{O}_3-\text{SiO}_2$	78

3.1	Розробка методики розрахунку стандартних ентальпій утворення неорганічних кисневих сполук на прикладі силікатів, алюмінатів і феритів кальцію та барію	78
3.2	Формування бази термодинамічних даних	86
3.3	Теоретичне прогнозування та експериментальна перевірка співіснування взаємних комбінацій фаз в системі CaO-BaO-Al ₂ O ₃ -Fe ₂ O ₃ -SiO ₂	95
3.3.1.	Уточнення будови трикомпонентної системи CaO-BaO-SiO ₂ в області субсолідусу	95
3.3.2	Уточнення будови трикомпонентної системи CaO-BaO-Al ₂ O ₃ в області субсолідусу	119
3.3.3	Уточнення будови трикомпонентної системи CaO-BaO-Fe ₂ O ₃ в області субсолідусу	134
3.3.4.	Дослідження потрійних сполук трикомпонентної системи BaO-Al ₂ O ₃ -SiO ₂	144
3.3.5	Дослідження можливості існування барієвого аналогу браунміллериту Ba ₂ AlFeO ₅ в трикомпонентній системі BaO-Al ₂ O ₃ -Fe ₂ O ₃	159
3.3.6	Дослідження будови чотирикомпонентної системи CaO – BaO – Al ₂ O ₃ – Fe ₂ O ₃ в області субсолідусу	164
3.4	Теоретичні дослідження закономірності прояву в'язучих властивостей оксидними сполуками спеціальних цементів	180
3.5	Оцінка прояву в'язучих властивостей потрійними сполуками системи CaO-BaO-Al ₂ O ₃ -Fe ₂ O ₃ -SiO ₂	193
3.6	Оцінка температур та складів евтектик у псевдоперерізах системи CaO-BaO-Al ₂ O ₃ -Fe ₂ O ₃ -SiO ₂	201
3.7	Висновки за розділом	216
4	ОПТИМІЗАЦІЯ СКЛАДІВ СПЕЦІАЛЬНИХ КАЛЬЦІЙБАРІЙВМІСНИХ ЦЕМЕНТІВ	221

4.1	Оптимізація складів спеціальних цементів на основі силікатних композицій системи $\text{CaO-BaO-Al}_2\text{O}_3\text{-Fe}_2\text{O}_3\text{-SiO}_2$	221
4.2	Оптимізація складів спеціальних цементів на основі алюмінатних композицій системи $\text{CaO-BaO-Al}_2\text{O}_3\text{-Fe}_2\text{O}_3\text{-SiO}_2$	230
4.3	Оптимізація складів спеціальних цементів на основі залізовмісних композицій системи $\text{CaO-BaO-Al}_2\text{O}_3\text{-Fe}_2\text{O}_3\text{-SiO}_2$	241
4.4	Висновки за розділом	247
5	ЗАКОНОМІРНОСТІ ПРОЦЕСІВ КЛІНКЕРОУТВОРЕННЯ ТА ФАЗОВИЙ СКЛАД КЛІНКЕРІВ СПЕЦІАЛЬНИХ КАЛЬЦІЙБАРІЙВМІСНИХ ЦЕМЕНТІВ	250
5.1	Дослідження особливостей механізму фазоутворення силікатних та алюмінатних кальційбарійвмісних клінкерів	250
5.2	Дослідження фазового складу клінкерів спеціального барійвмісного портландцементу	275
5.3	Дослідження фазового складу клінкерів спеціальних феритних та алюмоферитних кальційбарійвмісних цементів	292
5.4	Висновки за розділом	298
6	ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСІВ ГІДРАТАЦІЇ СПЕЦІАЛЬНИХ КАЛЬЦІЙ-БАРІЙВМІСНИХ ЦЕМЕНТІВ	301
6.1	Дослідження продуктів та особливостей механізму гідратації силікатних кальційбарійвмісних цементів	302
6.2	Дослідження продуктів гідратації алюмінатних кальційбарійвмісних цементів	314
6.3	Дослідження продуктів гідратації феритних та алюмоферитних кальційбарійвмісних цементів	319
6.4	Висновки за розділом	325
7	ОДЕРЖАННЯ СПЕЦІАЛЬНИХ ЦЕМЕНТІВ НА ОСНОВІ ВІТЧИЗНЯНОЇ ПРОМИСЛОВОЇ СИРОВИНИ	327
7.1	Одержання барійвмісного портландцементу на основі сировини ПрАТ «Кривий Ріг Цемент»	328

7.2	Дослідження можливості одержання глиноземного цементу на основі вапнякової сировини «ЮГцемент» філії ПрАТ «Дікергофф Цемент Україна» та бокситової сировини різних родовищ	335
7.3	Висновки за розділом	347
8	РОЗРОБКА РЕСУРСОЗБЕРІГАЮЧОЇ ТЕХНОЛОГІЇ ТА АПРОБАЦІЯ СПЕЦІАЛЬНИХ КАЛЬЦІЙБАРИЙВМІСНИХ ЦЕМЕНТІВ ТА МАТЕРІАЛІВ НА ЇХ ОСНОВІ	349
8.1	Розробка ресурсозберігаючої технології спеціальних кальційбарійвмісних цементів	349
8.2	Композиційні матеріали спеціального призначення на основі кальційбарійвмісних цементів	355
8.2.1	Тампонажні розчини на основі кальційбарійсилікатного цементу	355
8.2.2	Бетони на основі радіаційностійкого жаростійкого цементу	360
8.3	Жертовні в'язучі матеріали на основі композицій системи $\text{CaO-BaO-Al}_2\text{O}_3\text{-Fe}_2\text{O}_3$	365
8.4	Швидкотверднучий барійвмісний цемент для застосування в стоматології	367
8.5	Висновки за розділом	369
	ВИСНОВКИ	373
	ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ	381
	ДОДАТКИ	422