

УКРАЇНСЬКА ДЕРЖАВНА АКАДЕМІЯ ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ

РАПІНА ТЕТЯНА ВОЛОДИМИРІВНА

УДК 666.9:691.32

**ВИСОКОКОНЦЕНТРОВАНІ КВАРЦОВІ СУСПЕНЗІЇ,
ОТРИМАНІ НА ОСНОВІ НАНОТЕХНОЛОГІЧНОГО ПІДХОДУ
І КОЛОЇДНО-ХІМІЧНИХ ЗАКОНОМІРНОСТЕЙ**

05.23.05 – будівельні матеріали та вироби

АВТОРЕФЕРАТ
дисертації на здобуття наукового ступеня
кандидата технічних наук

Харків – 2009

Дисертацією є рукопис.

Робота виконана в Харківській національній академії міського господарства Міністерства освіти і науки України.

Науковий керівник: кандидат технічних наук, професор
Золотов Михайло Сергійович,
Харківська національна академія міського господарства,
професор кафедри будівельних конструкцій.

Офіційні опоненти: доктор технічних наук, професор
Шабанова Галина Миколаївна,
Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут»,
завідувач лабораторією в'язучих матеріалів кафедри
технології кераміки, вогнетривів, скла та емалей;

кандидат технічних наук, доцент
Спірін Юрій Олександрович,
ВАТ «Український науково-дослідний інститут
вогнетривів ім. А.С. Бережного»,
завідувач лабораторії хіміко-аналітичних і
структурно-фазових досліджень.

Захист відбудеться «22» жовтня 2009 р. о _____ годині на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 64.820.02 при Українській державній академії залізничного транспорту за адресою: 61050, Україна, м. Харків, майдан Фейєрбаха, 7.

З дисертацією можна ознайомитись у бібліотеці Української державної академії залізничного транспорту за адресою: 61050, Україна, м. Харків, майдан Фейєрбаха, 7.

Автореферат розісланий «21» вересня 2009 р.

Вчений секретар
спеціалізованої вченої ради

Г.Л. Ватуля

РАПНА ТЕТЯНА ВОЛОДИМИРІВНА

**ВИСОКОКОНЦЕНТРОВАНІ КВАРЦОВІ СУСПЕНЗІЇ,
ОТРИМАНІ НА ОСНОВІ НАНОТЕХНОЛОГІЧНОГО ПІДХОДУ
І КОЛОЇДНО-ХІМІЧНИХ ЗАКОНОМІРНОСТЕЙ**

05.23.05 – будівельні матеріали та вироби

Автореферат
дисертації на здобуття наукового ступеня
кандидата технічних наук

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми. Починаючи з останніх десятиліть минулого століття, у всіх найбільш розвинених країнах різко зросла проблема дефіциту енергоресурсів, що спричинило перехід на створення і впровадження енергозберігаючих матеріалів і технологій.

У промисловості будівельних матеріалів, зокрема цементній, почали впроваджуватися та проводяться відповідні дослідження по заміні в бетоні традиційного цементу його альтернативними видами (наприклад, з класу лужних алюмосилікатних в'язучих), або частини цементу – добавками-мікронаповнювачами, на основі різних активних мінеральних комплексів (пуцоланових добавок, шлаків, зол та ін.). Проте одержувані при цьому результати не завжди стабільні по міцності, що не дозволяє вважати проблему їх використання вичерпаною.

Недоліки, пов'язані з нестабільними фізико-механічними характеристиками безклінкерних і малоклінкерних цементів, можуть бути усунені, якщо при використанні вказаних мінеральних добавок застосовувати полідисперсні добавки оптимального складу більш високої щільності, зокрема висококонцентровані кварцові суспензії (ВКС).

Таким чином, актуальність роботи полягає в необхідності стабілізації і поліпшенні міцнісних характеристик бетонів, шляхом використання при їх приготуванні в якості в'язучого або добавки-мікронаповнювача ВКС оптимального складу, отримувану на основі встановлених оптимізованих технологічних параметрів помелу.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Робота виконана за координаційним планом Міністерства освіти і науки України, завдання 22 – «Створення нових ефективних будівельних матеріалів, виробів і конструкцій на основі речовин органічного і неорганічного походження, технологій і устаткування для їх виробництва», (№ державної реєстрації 0199U004285).

Мета і завдання дослідження.

Метою дисертаційної роботи є одержання висококонцентрованих кварцових суспензій оптимального складу, а також розробка технологій їхнього виготовлення і застосування в будівництві на основі нанотехнологічних підходів і закономірностей сучасних колоїдної хімії і фізико-хімічної механіки дисперсних систем.

Для досягнення цієї мети в дисертаційній роботі були поставлені та вирішені наступні **завдання:**

- виконати аналітичний огляд існуючих уявлень про нанотехнології і

наносистеми, дати оцінку їхньої обґрунтованості та достатності для використання при розробці теоретичних основ створення висококонцентрованих кварцових суспензій оптимального складу;

- *виконати* аналітичний огляд існуючих дослідних даних по технології одержання висококонцентрованих суспензій з оптимальними властивостями та вибрати найбільш відповідні способи для розробки технології одержання ВКС оптимального складу;

- *розробити* теоретичні основи створення ВКС оптимального складу;

- *дослідити* закономірності впливу умов подрібнення на основні властивості ВКС і ВКС-відливок;

- *вивчити* вплив складу подрібнюваних сумішей на основні властивості ВКС і ВКС-відливок;

- *одержати* ВКС оптимального складу, виходячи з установлених залежностей між умовами подрібнення, складу подрібнюваних сумішей і властивостями ВКС і ВКС-відливок;

- *розробити* методику отримання ВКС оптимального складу для пісків різних родовищ;

- *розробити* високоефективні будівельні матеріали з використанням ВКС оптимального складу;

- *здійснити* дослідно-промислове впровадження результатів дослідження на будівельних об'єктах.

Об'єкт дослідження – висококонцентровані кварцові суспензії.

Предмет дослідження – властивості, явища, взаємодії, механізми та процеси при створенні та застосуванні ВКС оптимального складу і ВКС-відливок.

Методи дослідження. При виконанні роботи застосовували стандартні методи досліджень властивостей матеріалів і бетонів.

Крім того, в дисертації використано наступні спеціальні фізико-механічні, фізичні і фізико-хімічні методи досліджень:

- реологічні властивості суспензій досліджували на віскозиметрі Енглера;

- концентрацію передбачуваних наночасток або субмікроскопічних часток твердої фази ВКС – методом ультрацентрифугування;

- визначення розмірів часток і співвідношення між частками різних фракцій – по методиці статистичної оцінки об'єктів, зображених на електронно-мікроскопічних знімках (ЕМЗ), у тому числі з додатковим збільшенням за допомогою сканера і ПЕОМ (методика Української державної академії залізничного транспорту);

- визначення фазового складу ВКС – за допомогою рентгенографічного і термографічного методів досліджень;

- для вивчення електроповерхневих властивостей складових ВКС –

методика розрахунку електроповерхневого потенціалу по стандартному водневому потенціалу.

У роботі використовувалися також методи комп'ютерного матеріалознавства при обробці результатів досліджень.

Наукова новизна отриманих результатів полягає в наступному:

- *розроблено* теоретичні основи створення ВКС оптимального складу на основі положень і закономірностей колоїдної хімії і фізико-хімічної механіки дисперсних систем;

- *вперше встановлено*, що твердіння висококонцентрованих кварцових суспензій визначається виникненням міцних електрогетерогенних контактів між позитивно зарядженими кристалогідратними частками кальцію і негативно зарядженими колоїдними частками заліза і частками гелів рідкого скла;

- *вперше отримано* ВКС оптимального складу з використанням вдосконаленої технології виробництва, заснованої на нанотехнологічному підході і колоїдно-хімічних закономірностях. Експериментально встановлено, що ВКС-відливки, отримані з розробленої ВКС, мають міцнісні характеристики на $8 \div 15$ % вище, ніж вдавалося отримати раніше, при цьому тривалість подрібнення вихідного матеріалу скоротилася на $17 \div 23$ %;

- *експериментально встановлено* закономірності впливу умов подрібнення на властивості ВКС і ВКС-відливок;

- *встановлено* вплив концентрації колоїдних часток заліза на реологічні властивості ВКС і фізико-механічні властивості ВКС-відливок.

Практичне значення одержаних результатів полягає в розробці методики отримання ВКС оптимального складу на основі вдосконаленої технології виробництва для пісків різних родовищ, а також отриманні вискоефективних будівельних матеріалів з використанням одержаних ВКС.

Результати дисертаційної роботи впроваджено при відновлювальному ремонті приміщень ВАТ «Дніпропетровського металургійного заводу ім. Петровського», де були зведені стіни та перегородки з керамзитобетонних блоків, виготовлених на основі розробленої ВКС. Загальний обсяг робіт склав 24 м^3 . Там же ВКС була застосована як добавка в дрібнозернисті бетони на основі портландцементу. Даний бетон використовувався для відновлення бетонної підлоги (обсяг робіт – 156 м^3).

Застосування будівельних матеріалів з використанням ВКС оптимального складу дозволило отримати економічний ефект у порівнянні з використанням традиційних рішень, який документально підтверджено і він склав $10\,238 \text{ грн}$.

Особистий внесок здобувача полягає в наступному: виконано фізико-механічні і реологічні випробування досліджуваних сумішей з аналізом і статистичною обробкою результатів; виконано фізико-хімічні дослідження розробленої ВКС; визначено оптимальний режим отримання ВКС, що

забезпечує оптимальний вміст колоїдних часток заліза в системі ВКС оптимального складу; розроблено і отримано склади дрібнозернистого бетону і керамзитобетону з покращеними властивостями, в які введена ВКС оптимального складу, як у вигляді добавки-мікронаповнювача, так і у вигляді в'язучого.

У співавторстві виконано теоретичні і експериментальні дослідження, пов'язані з розробкою теоретичних основ створення ВКС оптимального складу, встановлено механізм твердіння ВКС, проаналізовано фізико-хімічні дослідження.

Участь автора в спільних публікаціях відображена в переліку опублікованих робіт.

Апробація результатів дисертації. Результати дисертаційної роботи доповідалися та обговорювалися на: 44-му міжнародному семінарі з моделювання та оптимізації композитів «Моделирование и оптимизация в материаловедении» (м. Одеса, 2005 р.); 45-му міжнародному семінарі з моделювання та оптимізації композитів «Компьютерное материаловедение и обеспечение качества» (м. Одеса, 2006 р.); 47-му міжнародному семінарі з моделювання та оптимізації композитів «Компьютерное материаловедение и прогрессивные технологии» (м. Одеса, 2008 р.); XXXIII, XXXIV науково-технічних конференціях викладачів, аспірантів і співробітників Харківської національної академії міського господарства (м. Харків, 2006, 2008 рр.).

Публікації. По темі дисертації опубліковано 13 наукових робіт, з них: 8 публікацій в спеціалізованих виданнях, рекомендованих ВАК України, і 5 тез доповідей на наукових конференціях.

Структура та обсяг дисертації. Дисертація складається із вступу, п'яти розділів, загальних висновків, списку використаних літературних джерел з 207 найменувань і додатків. Повний обсяг дисертації – 214 сторінок, зокрема: 183 сторінки основного тексту, 114 ілюстрацій і малюнків, 24 таблиці. У додатках представлені: результати статистичної обробки експериментальних даних, довідка про впровадження результатів дослідження.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У вступі обґрунтовано актуальність теми, сформульовані мета і завдання дисертаційного дослідження, наведено наукову новизну, практичне значення отриманих результатів дослідження, а також особистий внесок здобувача та апробацію результатів дисертаційної роботи.

У першому розділі представлені результати аналізу існуючих теоретичних уявлень і практичних аспектів отримання висококонцентрованих кварцових суспензій оптимального складу як з позицій нанотехнологічних положень, так і

на основі традиційних принципів колоїдної хімії і фізико-хімічної механіки дисперсних систем.

Загалом, встановлено, що в процесі отримання ВКС або при твердінні матеріалів з їх використанням можлива поява колоїдних (високодисперсних) систем або золів, тобто часток нанодисперсного рівня.

Але розробка і застосування нанотехнологічних підходів до виробництва даних матеріалів ускладнені тим, що теоретичні положення нанотехнологій ще тільки створюються. У основі багатьох з них лежать спроби розробки нових принципів і закономірностей, описи явищ і механізмів, на наш погляд, дуже часто помилкових і спірних.

На думку Ю.Д. Третьякова, негайна реалізація нанотехнологічних проєктів навряд чи можлива, якщо вони ще не пройшли стадії фундаментально-наукового опрацювання. Основи для цього були створені ще в СРСР відомими науковими школами найбільших вчених в області матеріалознавства – В.О. Каргіна, П.О. Ребіндера, Б.В. Дерягіна, І.В. Тананаєва, В.Б. Алеськовського, І.Д. Морохова, Ж.І. Алферова та ін. Все це вчені, на основі праць яких сформовані фізика твердого тіла, колоїдна хімія, фізико-хімічна механіка дисперсних систем і матеріалів та ін.

Не дивлячись на величезний досвід застосування, сучасні колоїдна хімія і фізико-хімічна механіка продовжують розвиватися. Великим кроком при цьому явилися розвинені А.М. Плугіним уявлення та їх кількісний опис процесів і механізмів електрогетерогенного (між протилежно зарядженими частками) і електрогомогенного (при високій концентрації твердої фази) твердіння цементних та інших, наприклад рідкоскляних в'язучих, нових для дисперсних систем явищ – електроповерхневе латеральне відштовхування, електроповерхневий тиск та ін., а також створена на основі цих явищ, взаємодій і процесів кількісна теорія міцності портландцементу, оптимізації складів, способів і технологій приготування цементного каменя та бетону.

Відомими роботами з технології висококонцентрованих керамічних в'язучих суспензій, до яких відносяться і ВКС, вважаються праці Ю.Е. Півінського. Значний внесок до розвитку теоретичних основ технології внесли роботи вчених: П.П. Буднікова, Б.В. Дерягіна, П.О. Ребіндера, І.Б. Ур'єва. Експериментально-теоретичну базу розвивали: В.А. Бевз, М.С. Золотов, Ф.С. Каплан, М.О. Трубіцин, П.Л. Мітякин, А.Г. Ромашин, І.І. Немец, М.Г. Передерєєв, В.Л. Тітов, А.В. Череватова та ін.

Проте аналіз існуючих теоретичних уявлень про механізми подрібнення і твердіння ВКС (представлених Ю.Е. Півінським), на основі яких і розробляються нанотехнологічні підходи виробництва подібних матеріалів, виконаний нами з позиції колоїдно-хімічних положень і закономірностей, дозволив виявити, що існуючі теоретичні основи нанотехнологій не можуть

бути прийняті нами для розробки теоретичної бази досліджень, пов'язаних з розкриттям механізмів подрібнення і твердіння ВКС.

Розробка такої теоретичної основи може бути успішно здійснена з використанням положень і закономірностей сучасних колоїдної хімії і фізико-хімічної механіки дисперсних систем і матеріалів.

У другому розділі представлені методи та методики дослідження, характеристики вихідних матеріалів.

Проведення досліджень ґрунтувалося на комплексному застосуванні теорії математичного планування експерименту. Для вирішення завдань дослідження по отриманню ВКС найбільш оптимальним був план Боксу, що поєднує прийнятну економічність і високу ефективність. При експериментальних дослідженнях будівельних матеріалів на основі ВКС, які являли собою суміші з різних речовин, їх склад задавався концентраціями компонентів, співвідношення яких варіювалися на симплексі.

У роботі використовувалися методи комп'ютерного матеріалознавства, засновані на концепції полів властивостей матеріалів, спрямованої на максимальний витяг з експерименту корисної інформації.

При вивченні електроповерхневих властивостей складових ВКС використовували методику розрахунку електроповерхневого потенціалу по стандартному водневому потенціалу.

ВКС отримували шляхом подрібнення вихідного матеріалу в лабораторному металевому кульовому млині. При цьому основні контрольовані характеристики суспензії, такі як пористість, питома поверхня твердої фази, вміст хімічно зв'язаної води визначали стандартними методами, в'язкість досліджували за допомогою віскозиметра Енглера, концентрацію передбачуваних наночастинок або субмікроскопічних часток твердої фази ВКС – методом ультрацентрифугування. Заздалегідь розрахунковим шляхом було встановлено критичний розмір наночастинок, що склав 30 нм, зверх якого їх реакційноактивні властивості згасають і наближаються до властивостей масивного тіла.

Характеристики матеріалу, отриманого з ВКС, вивчалися на зразках-відливках. Відливки – це необпалені вироби, виготовлені методом шлікерного литва. За стандартними методиками визначали їх основні фізико-механічні властивості: об'ємну масу, пористість, межі міцності при стисканні та при згинанні.

Проведені фізико-хімічні дослідження полягали:

- у визначенні розмірів часток і співвідношення між частками різних фракцій – по методиці статистичної оцінки об'єктів, зображених на ЕМЗ з додатковим збільшенням за допомогою сканера і ПЕОМ (методика УкрДАЗТ);
- у визначенні фазового складу ВКС за допомогою рентгенографічного і

термографічного методів досліджень.

Досліди проводилося на пісках шести родовищ. За основний було прийнято пісок безлюдівського кар'єру. Показана можливість отримання ВКС на пісках різноманітної крупності та з різним вмістом кварцу.

В якості лужних добавок використано рідке натрієве скло та силікатний клей-зв'язка, який отримувався в результаті механохімічної обробки мікрокремнезему розчином їдкою натра в кульовому млині.

У дослідженні використано також цемент марки М400 виробництва ЗАТ «Балцем». При отриманні керамзитобетону на основі ВКС застосовані керамзитовий гравій і пісок виробництва ВАТ «Марганецький завод керамзитового гравію».

Третій розділ присвячено розробці ВКС оптимального складу на основі нанотехнологічного підходу та колоїдно-хімічних закономірностей.

Для вивчення можливості використання ВКС як добавки в бетони, виконана оцінка зернового складу традиційних для бетонів мікронаповнювачів. Встановлено, що зерновий склад ВКС відповідає вимогам, які пред'являються до мікронаповнювачів, поступаючись по дисперсності тільки каолініту і гідрослюді.

Дослідження характеру і можливого ступеня подрібнення кварцу при його помелі виконано на основі відомих експериментальних даних про дію на подрібнюваний матеріал (каолініт, гідрослюда) ультразвука згідно роботи М. М. Круглицького, де дані експериментів представлені високоінформативними електронно-мікроскопічними знімками.

Визначено, що частки нанорозмірів в складах каоліну і гідрослюди, що оброблялись ультразвуком, виявлені не були. Навіть навпаки, досягнувши певного мінімального розміру, або високодисперсні в початковому стані, частки при подальшій обробці укрупнювалися.

Надалі для розробки ВКС оптимального складу було вивчено характер і ступінь впливу умов подрібнення на характеристики суспензії. Для отримання значимих залежностей властивостей ВКС і ВКС-відливки від виробничих факторів останні змінювали в наступних межах: $0,22 \div 0,28$ – для водотвердого відношення (x_1); $0,2 \div 0,6$ % – для кількості добавки рідкого скла (x_2); $110 \div 160$ хв. – для тривалості подрібнення (x_3).

Оскільки частки структурних елементів рідкого скла мають рівноважні (у складі ВКС) електроповерхневі потенціали, то визначені по методиці А.М. Плугіна, вони склали: для часток гелю кремнієвої кислоти H_2SiO_3 – $\psi^p = -0,89$ В, а для кристалічних часток силікату натрію Na_2SiO_3 – $\psi^p = +0,12$ В.

Існування протилежно заряджених структурних елементів в добавці до ВКС дозволило припустити, що механізм твердіння даного виду в'язучого полягає у виникненні електрогетерогенних контактів (ЕГК) між ними (рис. 1) та

електрогетерогенної коагуляції суспензії із забезпеченням її міцності.

Крім того, хімічний аналіз піску безлюдівського кар'єру, який використано для приготування ВКС, свідчив про невеликий вміст кількості вапна CaO – 0,58 %. За рахунок чого при сильно лужному середовищі рідкого скла у складі ВКС утворюються гідроксиди $Ca(OH)_2$ у вигляді кристалічних часток з середнім розміром близько 300 нм і позитивним електроповерхневим потенціалом, який дорівнює $\psi^p = +0,53$ В.

Також у складі ВКС могли бути присутні дисперсні частки колоїдного заліза $Fe(OH)_3$, що утворюються в результаті намелу в кількості близько 1 ÷ 1,5 %. Ґрунтуючись на уявленнях електрохімії, виникнення цього намелу з утворенням гідроксиду заліза обумовлене не тільки механічним зносом мелючих куль, але і електрохімічною корозією металу, що посилюється у поєднанні з механічними навантаженнями, особливо динамічними.

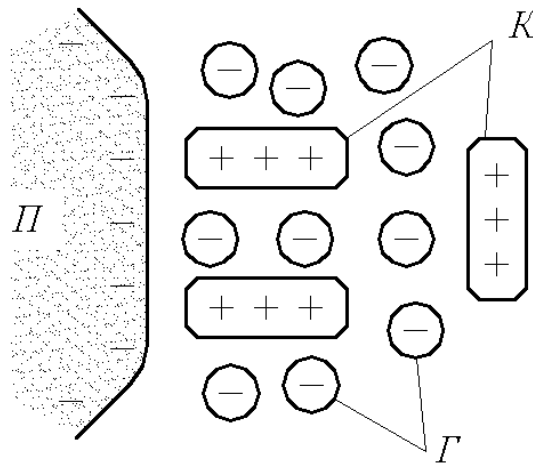
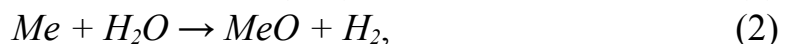
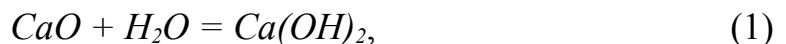


Рис. 1. Схема електрогетерогенних контактів між структурними елементами у ВКС. П, К, Г – частина подрібненого піску, кристалогідратні та гелеві частки, відповідно.

При цьому колоїдні частки заліза (КЧЗ) мають негативний електроповерхневий потенціал і, отже, також можуть брати участь в утворенні електрогетерогенних контактів.

Про утворення $Ca(OH)_2$ і колоїдного заліза свідчила виявлена в зразках хімічно зв'язана вода в кількості до 0,47 % при подрібненні протягом 160 хв. Виходячи з реакцій:



відношення H_2O до CaO складає – 0,32 ($18 / (40 + 16) = 0,32$), а H_2O до Fe також – 0,32 ($18 / 32 = 0,32$). Отже, кількість хімічно зв'язаної води при кількості CaO = 0,58 % і намелу до 1 % складе:

$$0,58 \cdot 0,32 + 1 \cdot 0,32 = 0,5 (\%), \quad (3)$$

що відповідає експериментально отриманим величинам.

Згідно з експериментальними даними при помелі виникали

реакційноактивні наночастки, які могли з'явитися в суспензії або як складова добавки (кремнегель), або за рахунок намелу у вигляді КЧЗ, оскільки розмір часток заліза при помелі може досягати 10 нм.

Відповідно до цього, для виявлення джерела виникнення наночасток у ВКС були проаналізовані залежності концентрації виявлених наночасток від кількості добавки і від тривалості подрібнення ВКС. При цьому встановлено, що головним джерелом виникнення наночасток у ВКС є утворення колоїдного заліза за рахунок намелу, про що свідчили відсутність залежності від кількості добавки і високий ступінь залежності від тривалості подрібнення.

При оцінці впливу концентрації наночасток на міцність відливків встановлено, що залежності міцності при стисканні R_{cm} і при згинанні R_{32} ВКС-відливків від даного параметра екстремальні, з максимумом при концентрації наночасток близько 1,3 %. При цьому набагато більша залежність спостерігалася для міцності при згинанні, що підтверджує визначальну роль ЕГК, як єдиних контактів, де сили електростатичного тяжіння є максимальними, та немає сил, що перешкоджають зближенню часток.

З урахуванням вищенаведеного, максимум міцності обумовлено виникненням максимальної кількості електрогетерогенних контактів між позитивно зарядженими частками гідроксиду кальцію $Ca(OH)_2$ і негативно зарядженими частками колоїдного заліза.

Гідроксид кальцію $Ca(OH)_2$ так само може утворювати ЕГК з негативно зарядженими частками кремнегеля, які вводилися в експериментальні зразки в різних кількостях разом з добавкою. Було встановлено, що при цьому утворюються гідросилікати кальцію, імовірно невисокої основності, проте ці продукти гідратації не були визначальними в міцності ВКС.

Істотне зменшення міцності ВКС при відхиленні від оптимального співвідношення кількості $Ca(OH)_2$ до КЧЗ, обумовлено виникненням неміцних електрогомогенних контактів між однойменно зарядженими частками кремнегеля та феррогеля або кристалогідратними частками $Ca(OH)_2$, між якими діють сили відштовхування дифузних подвійних електричних шарів. Це призводить також до зменшення концентрації міцних електрогетерогенних контактів.

Таким чином, експериментальні дослідження, які проведено на дослідних зразках, підтвердили, що міцність ВКС-відливків обумовлена виникненням електрогетерогенних контактів між позитивно зарядженими частками кристалогідратів $Ca(OH)_2$ і негативно зарядженими частками гелю. При оптимальному співвідношенні між ними міцність досягає максимуму. Частки $Ca(OH)_2$ утворюються з вапна CaO , що міститься в подрібнюваному піску, а частки гелів привносяться з добавкою, яка містить кремнегель, і утворюються при помелі у вигляді колоїдного заліза (або гідроксиду заліза $Fe(OH)_3$). У зв'язку

з їх набагато більшою кількістю, визначальний на міцність вплив роблять ЕГК, утворені з $Ca(OH)_2$ і $Fe(OH)_3$.

Оскільки було встановлено, що у ВКС, як основні по кількості і впливу на процес твердіння суспензії, були колоїдні частки заліза, вони були прийняті нами за основний технологічний фактор, що впливає на властивості ВКС. У зв'язку з цим надалі використовувався не термін наночастки, а тотожний йому термін – колоїдні частки заліза.

Вивчення закономірностей впливу умов подрібнення на основні властивості ВКС і ВКС-відливок дозволили отримати наступні експериментально-статистичні (ЕС) моделі повних полів властивостей:

Пористість ВКС:

$$\rho_{ВКС} = 1946,689 - 44,4x_1 - 10,2x_2 - 3,111x_1^2 + 3,889x_2^2 - 12,611x_3^2, \text{ (кг/м}^3\text{)} \quad (4)$$

В'язкість ВКС:

$$\eta = 4,16716 - 0,12x_1 - 0,2x_2 + 0,5424x_3 + 0,20356x_1^2 + 0,40356x_2^2 + 2,35556x_3^2 - 0,08x_1x_2 - 1,22x_2x_3, \text{ (}^\circ E\text{)} \quad (5)$$

Питома поверхня твердої фази суспензії:

$$S_{nn} = 5408 + 822x_1 - 667x_2 + 1477x_3 - 385x_3^2, \text{ (см}^2\text{/г)} \quad (6)$$

Вміст хімічно зв'язаної води в ВКС:

$$W_{xz} = 0,307667 - 0,031x_2 + 0,1301x_3, \text{ (\%)} \quad (7)$$

Концентрація КЧЗ у твердій фазі суспензії:

$$c_{КЧЗ} = 1,3538 - 0,072774x_1 - 0,178214x_2 + 0,737546x_3, \text{ (\%)} \quad (8)$$

Об'ємна маса ВКС-відливки:

$$\gamma_{відл} = 1995,378 + 3,8x_1 + 9,5x_2 - 18,2x_3 - 19,222x_1^2 - 19,722x_2^2 - 90,222x_3^2 + 13x_1x_2 + 46x_2x_3, \text{ (кг/м}^3\text{)} \quad (9)$$

Пористість ВКС-відливки:

$$P^{відл} = 25,72 + 4,37x_3^2 - 1,95x_2x_3, \text{ (\%)} \quad (10)$$

Усадка ВКС-відливки:

$$U_c = 8,59143 - 0,61x_1 - 1,43x_2 + 3,62x_3 + 1,42143x_1^2 + 10,07143x_3^2 - 5,2625x_2x_3, \text{ (\%)} \quad (11)$$

Межа міцності при стисканні ВКС-відливки:

$$R_{cm} = 19,50711 + 0,3x_1 + 0,5x_2 - 1,356x_3 - 0,50889x_1^2 - 1,00889x_2^2 - 5,88889x_3^2 + 0,2x_1x_2 + 3,05x_2x_3, \text{ (МПа)} \quad (12)$$

Межа міцності при згинанні ВКС-відливки:

$$R_{z2} = 2,807143 + 0,095x_2 - 0,142x_3 - 0,157857x_2^2 - 0,822857x_3^2 + 0,4575x_2x_3, \text{ (МПа)} \quad (13)$$

В результаті аналізу представлених ЕС - моделей встановлено, що основним фактором, який обумовлює в'язучі властивості ВКС, є тривалість подрібнення, яка забезпечує різну концентрацію КЧЗ в твердій фазі суспензії.

Встановлено винятковий вплив концентрації КЧЗ на в'язкість ВКС і фізико-механічні властивості ВКС-відливок. Залежно від даної величини показники

R_{cm} і $R_{зг}$ змінюються майже в 3 рази, об'ємна маса – з 1783 кг/м^3 до 1996 кг/м^3 , пористість – з 25 % до 33,5 %, в'язкість – з $4,2 \text{ }^\circ E$ до $9,1 \text{ }^\circ E$. При цьому всі досліджені залежності були екстремальними, що дозволило визначити оптимальну концентрацію КЧЗ ($c_{КЧЗ}^{opt} = 1,27 \%$), при якій суспензія володіє мінімальною в'язкістю, а ВКС-відливки – найкращими експлуатаційними характеристиками.

Оскільки найбільший вплив на концентрацію КЧЗ в суспензії надає тривалість подрібнення, то визначено оптимальне значення t , що дозволяє отримати для різних B/T і кількості добавки $c_{КЧЗ}^{opt}$:

$$t^{opt} = -0,12067 + 0,098223 x_1 + 0,248366 x_2, \text{ (хв.)} \quad (14)$$

Використовуючи вираз (14), отримані ЕС-моделі оптимальних полів для властивостей ВКС і ВКС-відливок (найбільш характерні графічно представлені на рис. 2 ÷ 4). І на основі аналізу цих моделей досліджено вплив основних факторів на набуття оптимальних властивостей суспензії і відливок.

Виходячи з того, що основними показниками якісних ВКС-відливок є: об'ємна маса і їх міцнісні характеристики, то оптимальний режим подрібнення було визначено на основі цих показників при мінімальній в'язкості ВКС з умовою мінімальної тривалості подрібнення.

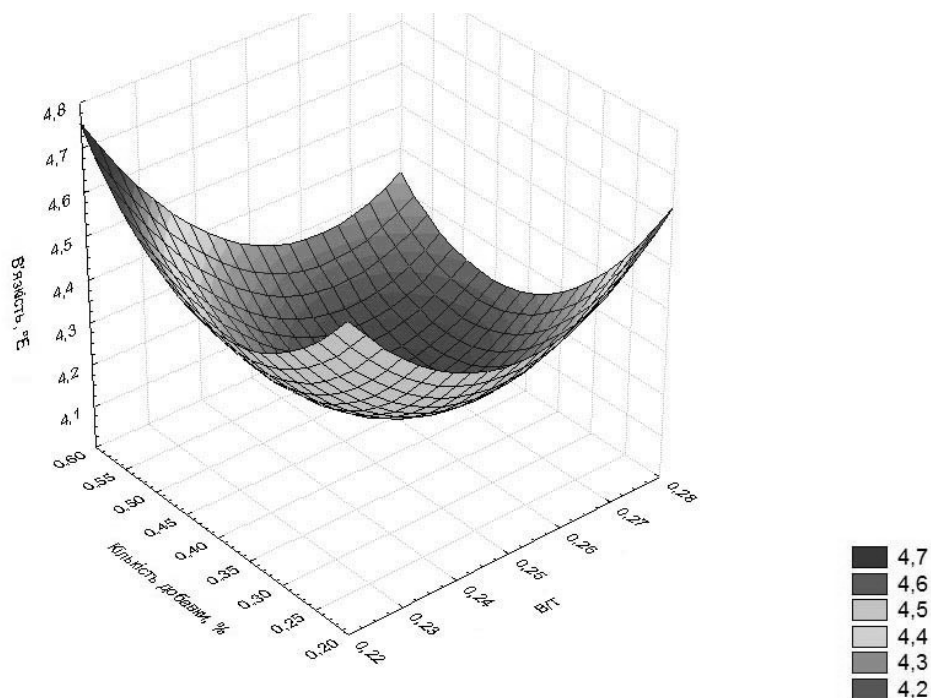


Рис. 2. Оптимальне поле в'язкості ВКС

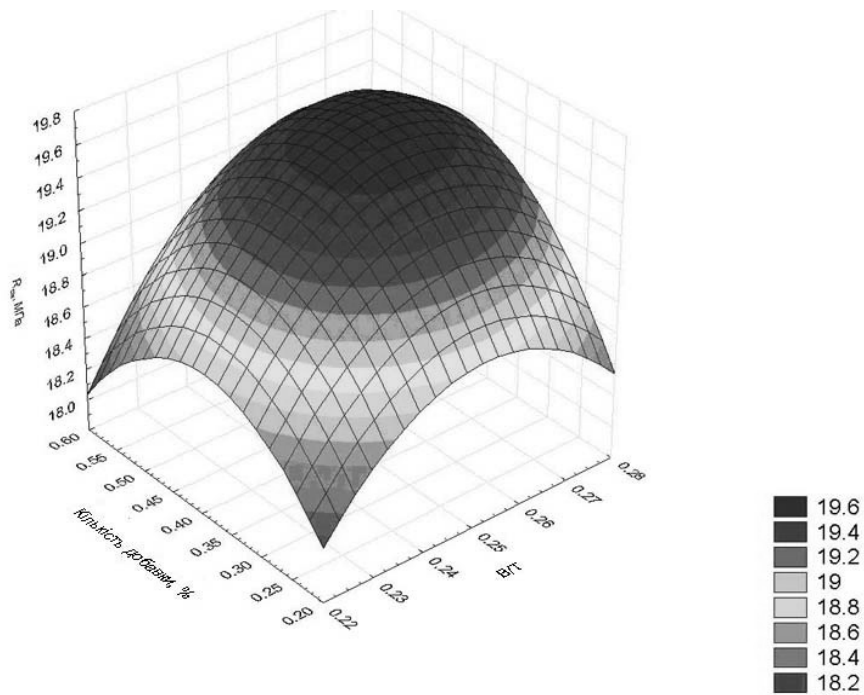


Рис. 3. Оптимальне поле межі міцності при стисканні ВКС-відливки

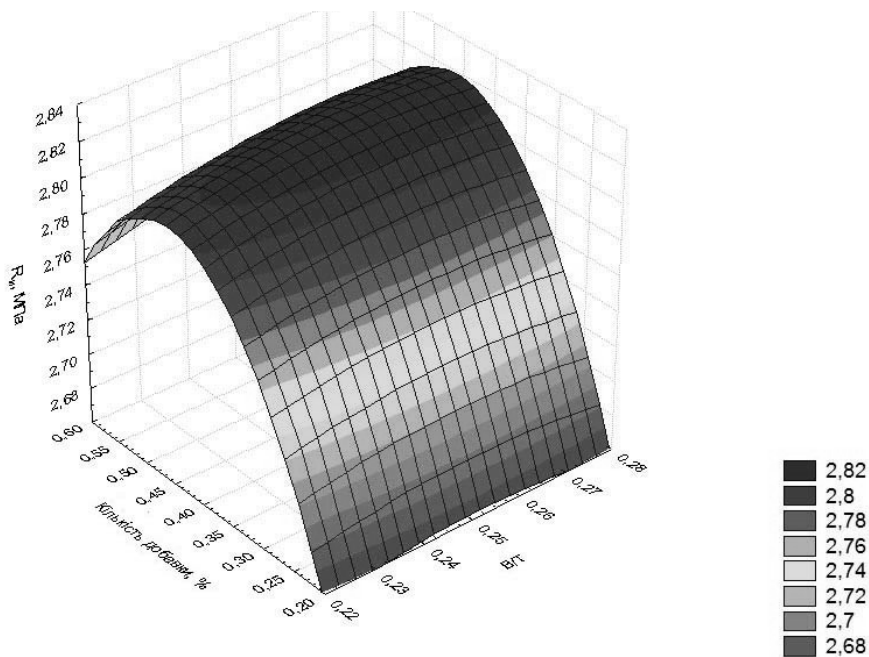


Рис. 4. Оптимальне поле межі міцності при згинанні ВКС-відливки

Даний режим забезпечує досягнення оптимальної концентрації КЧЗ в суспензії і дозволяє отримати ВКС на основі безлюдівського піску з $\eta = 4,128 \text{ } ^\circ E$, а ВКС-відливки з $R_{cm} = 19,6 \text{ МПа}$, $R_{32} = 2,82 \text{ МПа}$, і визначається такими параметрами:

- оптимальна концентрація КЧЗ в суспензії – 1,27 %;
- $V/T = 0,253$;
- кількість добавки рідкого скла – 0,44 %;
- тривалість подрібнення $t = 134 \text{ хв}$.

Згідно дослідженням, в'язкість ВКС при помелі визначається вмістом

негативно заряджених часток гелів з високою питомою поверхнею за рахунок створення ними сильного електростатичного розклинюючого тиску в прошарках між собою і в прошарках між частками та зернами піску. Проте, на початку подрібнення такі частки практично відсутні, оскільки виникнення колоїдних часток заліза та найдрібніших часток подрібнюваного кварцу вимагає значного часу. У зв'язку з цим, до складу ВКС вводилася добавка силікатний клей-зв'язка, що містила золь SiO_2 (20 %) і рідке скло Na_2SiO_3 (80 %). Частки золя SiO_2 , які мають негативний електроповерхневий потенціал, компенсували недолік таких часток і забезпечили значне зниження в'язкості ВКС до $\eta_{min} = 3,81$ °E. Що у свою чергу призвело і до підвищення міцності ВКС-відливки.

Результати даного дослідження дозволили визначити наступні оптимальні умови подрібнення:

- кількість добавки силікатного клею-зв'язки – 0,55 %;
- тривалість подрібнення $t = 116$ хв.

На основі отриманих ВКС було виготовлено ВКС-відливки, випробування на міцність яких показали $R_{cm} = 23,1$ МПа, $R_{3z} = 3,35$ МПа.

Таким чином, введення даної добавки сприяло інтенсифікації процесу помелу ВКС. При цьому скоротився час подрібнення на 13,4 %, знизилася в'язкість на 7,6 % і підвищилася міцність зразків у середньому на 15 %.

В цілому, проведені дослідження дозволили удосконалити технологію отримання в'язучих суспензій, ґрунтуючись на нанотехнологічному підході і колоїдно-хімічних закономірностях, шляхом оптимізації їх складу і технологічних параметрів.

Виконані фізико-хімічні дослідження підтвердили наявність речовин, що утворюються згідно розробленому механізму твердіння кварцових суспензій.

Із залученням електронно-мікроскопічного аналізу встановлена у складі ВКС наявність часток рівноважних кристалогідратів, які мають середній розмір близько 300 нм і покриті сферичними маленькими частками КЧЗ.

Аналіз рентгенограм досліджених зразків показав, що фазовий склад суспензії кварцового піску практично не змінювався в процесі твердіння, основною фазою так і залишився β -кварц. Про присутність $Ca(OH)_2$ свідчила лише невелика лінія при $d = 2,63$ Å, що є найбільш інтенсивною для $Ca(OH)_2$. Частки $Fe(OH)_3$, що утворюються при помелі, на рентгенограмі не було виявлено через їх рентгеноаморфність.

Отримані криві диференціально-термічного аналізу ВКС і ВКС-відливки мали ідентичний характер, при цьому був виявлений ендотермічний ефект при $t = 573$ °C, який характеризував перехід β -кварц \leftrightarrow α -кварц.

Основні результати експериментів, виконаних на безлюдівському піску, дозволили перейти до визначення можливості отримання ВКС оптимального складу на основі пісків різних родовищ. Для цього були використані піски

Харківської області: червоноосколівський, куп'янський, старовірський; а також для порівняння з раніше проведеними експериментами по отриманню ВКС, використовували дніпровський і ямпольський піски.

В результаті проведених експериментальних помелів розроблена методика для отримання ВКС оптимального складу на основі різних матеріалів.

В цілому, встановлено, що отримані ВКС-відливки з використанням вдосконаленої технології на основі ямпольського і дніпровського пісків мали міцнісні характеристики на $8 \div 15 \%$ вище, ніж вдавалося отримати раніше, при цьому тривалість подрібнення вихідного матеріалу скоротилася на $17 \div 23 \%$.

Четвертий розділ присвячено розробці високоефективних будівельних матеріалів з використанням ВКС оптимального складу.

У зв'язку з тим, що встановлено відповідність зернового складу ВКС вимогам, які пред'являються до мікронаповнювачів, в роботі була зроблена спроба введення ВКС як добавки в дрібнозернисті бетони на портландцементі.

Встановлено, що залежно від витрати цементу, ВКС надає різний вплив:

- при вмісті цементу більше 30% введення та збільшення кількості ВКС призводить до зниження міцнісних показників;
- при вмісті цементу менше 30% збільшення витрати ВКС від 0 до 20% призводить до зростання міцності бетону, подальше ж введення ВКС виявляється неефективним.

Встановлено найбільш ефективний склад дрібнозернистого бетону: 15% ВКС, 20% цемент, 65% пісок; при цьому фізико-механічні характеристики досягають значень $R_{cm}=28,9 \text{ МПа}$, $R_{32}=5,2 \text{ МПа}$, приріст міцності складає 60% в порівнянні з бетоном без ВКС.

В цілому, при аналізі дії ВКС на цементні суспензії виявлено, що кварцові суспензії в цементних бетонах є добавкою, яка поліпшує реологічні властивості бетонної суміші а, отже, структуру і міцність бетону, і їх застосування ефективно і доцільно при виготовленні дрібнозернистих бетонів, особливо при малих витратах цементу.

Одним з методів отримання бетонів на основі ВКС є введення суспензії в каркас пористого заповнювача (керамзиту) і її структуризація, що досягається за рахунок поглинання кінетично вільної рідини суспензії в пористий заповнювач, у зв'язку з чим було досліджено отримання керамзитобетону на основі ВКС.

В результаті теоретичного обґрунтування і порівняльних дослідів методів формування керамзитобетону на основі суспензії кварцового піску встановлено, що найбільш ефективним є безвібраційний метод «висхідного розчину». Встановлено, що при використанні ВКС в якості в'язучого при виготовленні керамзитобетонних виробів, поліфракційний склад заповнювача (керамзитовий пісок і гравій) забезпечує підвищення міцності, зниження об'ємної маси бетону і витрати ВКС, причому якнайкращі результати досягнуті

при однаковій кількості піску і гравію. Об'ємна маса зразків склала $\gamma=1289 \text{ кг/м}^3$ при $R_{cm}=19,1 \text{ МПа}$.

Подальші дослідження дозволили встановити, що крупнопористий керамзитобетон на основі ВКС є найбільш ефективним матеріалом. При витраті ВКС в межах $300 \div 400 \text{ кг/м}^3$ отримано найбільш якісний бетон, який мав оптимальну структуру, тобто зерна заповнювача були рівномірно покриті плівкою висококонцентрованої суспензії, що сприяло її розподілу за всім об'ємом бетону.

Отже, застосування керамзитобетону, в тому числі і крупнопористого, на основі ВКС може бути рекомендовано в умовах сучасної будівельної індустрії. Найбільш перспективне виробництво дрібноштучних стінних виробів, марок: 150; 125; 100, при вмісті ВКС у межах $600 \div 650 \text{ кг/м}^3$ – на основі щільного керамзитобетону, і марок: 50; 35; 25, при вмісті ВКС – $230 \div 340 \text{ кг/м}^3$ – на основі крупнопористого, які можуть бути використаними для заповнення зовнішніх огорожень будівель каркасного типу, а, крім того, для котеджного будівництва.

У п'ятому розділі представлено: результати техніко-економічного обґрунтування виробництва ВКС оптимального складу і результати дослідно-промислового впровадження.

Результати дисертаційної роботи було впроваджено при відновлювальному ремонті приміщень ВАТ «Дніпропетровського металургійного заводу ім. Петровського», де були зведені стіни і перегородки з керамзитобетонних блоків, виготовлених на основі ВКС. Загальний обсяг робіт склав 24 м^3 . Там же ВКС була застосована як добавка в дрібнозернисті бетони на основі портландцементу. Даний бетон класу В20 використовувався для відновлення бетонних підлог (обсяг робіт – 156 м^3).

Проведений техніко-економічний розрахунок показав, що вартість керамзитобетонних блоків на основі ВКС менша, ніж на основі портландцементу. При цьому, економічний ефект склав $65,2 \text{ грн/м}^3$. Дрібнозернисті бетони з добавкою ВКС так само дешевше, ніж на основі чистого портландцементу – економічний ефект склав $55,6 \text{ грн/м}^3$.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

1. В результаті критичного аналізу встановлено, що властивості бетонів, а також стабільність їх міцнісних характеристик можуть бути значно покращені при їх приготуванні з використанням в якості в'язучого або добавки мікронаповнювача ВКС оптимального складу. Відповідно до цього в дисертаційній роботі поставлена мета – отримати висококонцентровані кварцові суспензії оптимального складу, а також розробити технології їх

виготовлення і застосування в будівництві на основі нанотехнологічних підходів і закономірностей сучасних колоїдної хімії і фізико-хімічної механіки дисперсних систем.

2. Розроблено теоретичні основи створення ВКС оптимального складу на основі положень і закономірностей колоїдної хімії і фізико-хімічної механіки дисперсних систем.

3. Встановлено, що твердіння висококонцентрованих кварцових суспензій визначається виникненням міцних електрогетерогенних контактів між позитивно зарядженими кристалогідратними частками кальцію і негативно зарядженими колоїдними частками заліза і гелевими частками рідкого скла.

4. Отримано ВКС оптимального складу з використанням вдосконаленої технології виробництва, заснованої на нанотехнологічному підході і колоїдно-хімічних закономірностях. Експериментально встановлено, що ВКС-відливки, отримані з розробленої ВКС, мають міцнісні характеристики на $8 \div 15 \%$ вище, ніж вдавалося отримати раніше, при цьому тривалість подрібнення вихідного матеріалу скоротилася на $17 \div 23 \%$.

5. Встановлено і досліджено закономірності впливу умов подрібнення на властивості ВКС і ВКС-відливок. Внаслідок чого виявлено, що основним фактором, обумовлюючим в'язучі властивості ВКС, є тривалість подрібнення, яка забезпечує різну концентрацію колоїдних часток заліза в твердій фазі суспензії.

6. Встановлено вплив концентрації колоїдних часток заліза на реологічні властивості ВКС і фізико-механічні властивості ВКС-відливок. Виявлено, що характер даних залежностей є екстремальним, що дозволило визначити оптимальну концентрацію колоїдних часток заліза, при якій ВКС-відливки мають якнайкращі експлуатаційні характеристики.

7. Розроблена методика отримання ВКС оптимального складу на основі вдосконаленої технології виробництва для пісків різних родовищ.

8. Розроблено високоефективні будівельні матеріали з використанням отриманих ВКС:

- ВКС є ефективною добавкою у складі дрібнозернистого бетону на основі портландцементу, що підвищує його міцнісні властивості (приріст міцності до 60%), і її застосування ефективно і доцільно при виготовленні дрібнозернистих бетонів (економія цементу понад 20%);

- встановлено, що використання ВКС в якості в'язучого найефективніше при виготовленні керамзитобетонних виробів.

9. Здійснено дослідно-промислове впровадження результатів дослідження при відновлювальному ремонті приміщень ВАТ «Дніпропетровського металургійного заводу ім. Петровського», економічний ефект у порівнянні з використанням традиційних рішень склав $10\,238$ грн.

Основні положення дисертаційної роботи опубліковані викладено у таких публікаціях:

1. Золотов М. С. Использование помольного оборудования для измельчения исходного продукта высококонцентрированных кварцевых суспензий / М. С. Золотов, Т. В. Рапина // Науковий вісник будівництва. - Харків : ХДТУБА ХОТВ АБУ, 2006. – № 37. – С. 109-114.

Особистий внесок Рапіни Т.В. – розглянуто типи помольного устаткування для подрібнення вихідного продукту висококонцентрованих кварцових суспензій.

2. Золотов М. С. Влияние способа измельчения исходного материала на основные параметры получения кварцевых суспензий / М. С. Золотов, Т. В. Рапина, А. С. Лапшин // Науковий вісник будівництва. – Харків : ХДТУБА ХОТВ АБУ, 2007. – № 40. – С. 100-107.

Особистий внесок Рапіни Т.В. – розглянуто способи подрібнення вихідного матеріалу для одержання кварцових суспензій.

3. Золотов М. С. Размерный фактор наночастиц твердой фазы высококонцентрированной кварцевой суспензии / М. С. Золотов, Т. В. Рапина // Науковий вісник будівництва. – Харків : ХДТУБА ХОТВ АБУ, 2008. – № 45. – С. 119-124.

Особистий внесок Рапіни Т.В. – здійснено аналіз літературних даних, присвячених питанням властивостей наночастинок, встановлено критичний розмір реакційноактивних наночастинок в твердій фазі ВКС.

4. Золотов М. С. Влияние концентрации наночастиц на физико-механические свойства ВКС-отливок / М. С. Золотов, Т. В. Рапина // Ресурсоекономні матеріали, конструкції, будівлі та споруди. Збірник наукових праць. – Рівне : НУВГП, 2008. – Вип. 16. Ч. 1. – С. 64-68.

Особистий внесок Рапіни Т.В. – отримано результати експериментальних досліджень, на базі яких було визначено вплив концентрації наночастинок на фізико-механічні властивості ВКС-відливок.

5. Рапина Т. В. Керамзитобетон на основе высококонцентрированной кварцевой суспензии / Т. В. Рапина // Ресурсоекономні матеріали, конструкції, будівлі та споруди. Збірник наукових праць. – Рівне : НУВГП, 2008. – Вип. 17. – С. 62-67.

6. Рапина Т. В. Мелкозернистые бетоны с добавкой высококонцентрированной кварцевой суспензии / Т. В. Рапина // Коммунальное хозяйство городов. Научно-технический сборник. – К. : Техника, 2008. – Вип. 81. – С. 40-45.

7. Золотов М. С. Крупнопористый керамзитобетон на основе высококонцентрированной кварцевой суспензии, полученной с помощью

нанотехнологического подхода производства / М. С. Золотов, Т. В. Рапина // Коммунальное хозяйство городов. Научно-технический сборник. – К. : Техника, 2009. – Вып. 86. – С. 150-154.

Особистий внесок Рапіни Т.В. – проведено експериментальні дослідження крупнопористого керамзитобетону на основі висококонцентрованої кварцової суспензії, на базі яких отримано бетон оптимальної структури.

8. Плугин А. Н. Анализ механизмов измельчения и твердения ВКС на основе нанотехнологических подходов и коллоидно-химических закономерностей / А. Н. Плугин, Т. В. Рапина // Коммунальное хозяйство городов. Научно-технический сборник. – К. : Техника, 2009. – Вып. 87. – С. 470-478.

Особистий внесок Рапіни Т.В. – проведено експериментальні дослідження, на базі яких у співавторстві проаналізовано механізми подрібнення та твердіння ВКС.

9. Золотов М. С. Помол исходного материала кварцевых суспензий / М. С. Золотов, Т. В. Кучерявченко // Материалы к 44-му международному семинару по моделированию и оптимизации композитов МОК'44. – Одесса : Астропринт, 2005. – С. 149-150.

Особистий внесок Рапіни Т.В. – проведено та проаналізовано експериментальні дослідження з подрібнення кварцового матеріалу.

10. Золотов М. С. Устойчивость высококонцентрированных кварцевых суспензий / М. С. Золотов, Т. В. Рапина // Материалы к 45-му международному семинару по моделированию и оптимизации композитов МОК'45. – Одесса : Астропринт, 2006. – С. 125-126.

Особистий внесок Рапіни Т.В. – здійснено аналіз літературних даних, присвячених питанням стійкості висококонцентрованих кварцових суспензій.

11. Рапина Т. В. Твердение суспензий кварцевого песка / Т. В. Рапина // Программа и тезисы докладов XXXIII науч.-техн. конф. ХНАГХ. – Харьков : ХНАГХ, 2006. – Ч. 2. – С. 148-150.

12. Рапина Т. В. Определение оптимального режима измельчения кварцевого песка при создании нанотехнологического подхода производства высококонцентрированной кварцевой суспензии / Т. В. Рапина // Материалы к 47-му международному семинару по моделированию и оптимизации композитов МОК'47. – Одесса : Астропринт, 2008. – С. 88.

13. Рапина Т. В. Механизм твердения высококонцентрированных кварцевых суспензий / Т. В. Рапина // Программа и тезисы докладов XXXIV науч.-техн. конф. ХНАГХ. – Харьков : ХНАГХ, 2008. – Ч. 2. – С. 114-116.

АНОТАЦІЯ

Рапіна Т.В. Висококонцентровані кварцові суспензії, отримані на основі нанотехнологічного підходу і колоїдно-хімічних закономірностей. – Рукопис.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.23.05 – будівельні матеріали та вироби. – Українська державна академія залізничного транспорту, Харків, 2009.

Дисертаційна робота присвячена одержанню висококонцентрованих кварцових суспензій оптимального складу, а також розробці технології їх виготовлення та застосування в будівництві на основі нанотехнологічних підходів і закономірностей сучасної колоїдної хімії.

На основі отриманих ВКС виготовлені ВКС-відливки, які мають міцнісні характеристики на $8 \div 15$ % вище, ніж вдавалося одержати раніше, при цьому тривалість подрібнення вихідного матеріалу скоротилася на $17 \div 23$ %.

У роботі розроблені теоретичні основи створення ВКС оптимального складу. Встановлено механізм твердіння висококонцентрованих кварцових суспензій, який полягає у виникненні міцних електрогетерогенних контактів між позитивно зарядженими кристаллогідратними частками кальцію й негативно зарядженими колоїдними частками заліза та гелевими частками рідкого скла.

Ключові слова: висококонцентрована кварцова суспензія, нанотехнологічний підхід, колоїдно-хімічні закономірності, електрогетерогенні контакти, колоїдні частки заліза.

АННОТАЦІЯ

Рапина Т.В. Высококонцентрированные кварцевые суспензии, полученные на основе нанотехнологического подхода и коллоидно-химических закономерностей. – Рукопись.

Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.23.05 – строительные материалы и изделия. – Украинская государственная академия железнодорожного транспорта, Харьков, 2009.

Диссертационная работа посвящена получению высококонцентрированных кварцевых суспензий оптимального состава, а также разработке технологии их изготовления и применения в строительстве на основе нанотехнологических подходов и закономерностей современной коллоидной химии.

В работе разработаны теоретические основы создания ВКС оптимального состава. Установлен механизм твердения высококонцентрированных кварцевых суспензий, который заключается в возникновении прочных электрогетерогенных контактов между положительно заряженными кристаллогидратными частицами кальция и отрицательно заряженными коллоидными частицами железа и гелевыми частицами жидкого стекла.

Проведенные исследования позволили усовершенствовать технологию получения вяжущих суспензий, основываясь на нанотехнологическом подходе и коллоидно-химических закономерностях, путем оптимизации их состава и технологических параметров. В результате были получены ВКС оптимального состава и экспериментально установлено, что ВКС-отливки, полученные на их основе, обладают прочностными характеристиками на $8 \div 15$ % выше, чем удавалось получить ранее, при этом продолжительность измельчения исходного материала сократилась на $17 \div 23$ %.

Установлены закономерности влияния условий измельчения на свойства ВКС и ВКС-отливок. Исследования которых позволили установить, что основным фактором, обуславливающим вяжущие свойства ВКС, является продолжительность измельчения, которая обеспечивает различную концентрацию коллоидных частиц железа в твердой фазе суспензии.

Установлено влияние концентрации коллоидных частиц железа на реологические свойства ВКС и физико-механические свойства ВКС-отливок. Выявлено, что характер данных зависимостей является экстремальным, что позволило определить оптимальную концентрацию коллоидных частиц железа, при которой ВКС-отливки обладают наилучшими эксплуатационными характеристиками.

В результате проведения экспериментальных помолов разработана методика для получения ВКС оптимального состава на основе усовершенствованной технологии производства для песков различных месторождений.

Разработаны высокоэффективные строительные материалы с использованием полученных ВКС. Суспензия может применяться в качестве эффективной добавки в составе мелкозернистого бетона на основе портландцемента, повышающей его прочностные свойства. А при использовании ее в качестве вяжущего наиболее эффективно получение керамзитобетонных изделий.

Осуществлено опытно-промышленное внедрение результатов исследования при восстановительном ремонте помещений ОАО «Днепропетровского металлургического завода им. Петровского». Где были возведены стены и перегородки из керамзитобетонных блоков, изготовленных на основе ВКС. Там же ВКС была применена в качестве добавки в мелкозернистые бетоны на основе портландцемента, которые использовались для восстановления бетонных полов.

Ключевые слова: высококонцентрированная кварцевая суспензия, нанотехнологический подход, коллоидно-химические закономерности, электрогетерогенные контакты, коллоидные частицы железа.

ABSTRACT

Rapina T.V. Highlyconcentrated quartz suspensions received on basis of nanotechnological approach and colloid-chemical laws. - Manuscript.

Thesis for scientific degree of a candidate of technical sciences on the specialty 05.23.05 – building materials and products. – Ukrainian State Academy of Railway Transportation, Kharkiv, 2009.

The thesis is devoted to the of reception highlyconcentrated quartz suspensions (HQS) of optimum structure, and also the working out of technology of their manufacturing and application in building on a basis of nanotechnological approaches and colloid-chemical laws.

Is made HQS-casting on the basis of received HQS which possess durability on $8 \div 15$ % above, than it was possible to receive earlier, thus duration of crushing of an initial material was reduced on $17 \div 23$ %.

In thesis theoretical bases of creation HQS of optimum structure are developed. It is the mechanism of hardening highlyconcentrated quartz suspensions which lies in occurrence strong electroheterogeneous contacts between positively charged crystalhydrate particles of calcium and negatively charged colloidal particles of iron and gel particles of liquid glass.

Key words: highlyconcentrated quartz suspensions, nanotechnological approach, colloid-chemical laws, electroheterogeneous contacts, colloidal particles of iron.