

ДНІПРОПЕТРОВСЬКИЙ ІНЖЕНЕРНО-БУДІВЕЛЬНИЙ ІНСТИТУТ

На правах рукопису

РУДЕНКО Наталія Миколаївна

ЛЕГКИЙ ЗОЛОШЛАКОВИЙ БЕТОН НА  
ОБПАЛЮВАНІЙ ЗВ'ЯЗЦІ

05.23.05 - Будівельні матеріали та вироби

А В Т О Р Е Ф Е Р А Т  
дисертації на здобуття наукового ступеня  
кандидата технічних наук

Дніпропетровськ 1993

АБ 28.060

ЛННБ України ім.В.Стефаніка



00802243 (J)

ДВ - 28.060

Робота виконана в Дніпропетровському інженерно-будівельному інституті.

Науковий керівник - академік АІН України,  
д. т. н., професор  
В. М. Пунагін

Офіційні опоненти: - доктор технічних наук,  
професор  
В. М. Вировий  
  
кандидат технічних наук,  
професор  
В. М. Глушенко

Провідна організація - Дніпропетровський трест  
"Дніпродомнаремонт"

Захист дисертації відбудеться "21" жовтня 1993 р.  
о 13 годині на засіданні спеціалізованої ради К 068.32.02  
"Будівельні матеріали та вироби" Дніпропетровського інженерно-  
будівельного інституту за адресою: м. Дніпропетровськ,  
вул. Чернишевського, 24а, ДІБІ, к. 202.

З дисертацією можна ознайомитися в бібліотеці ДІБІ.

Автореферат розіслано "10" вересня 1993 р.

Вчений секретар  
спеціалізованої ради,  
к. т. н., доцент

А. П. Карпукіна

А. П. Карпукіна

## ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми. В промисловості будівельних матеріалів дуже рідко використовуються комплексні засоби виробництва, наприклад, сполучення технологій грубої кераміки й легких бетонів. Використання двох різних технологій може різко розширити сировинну базу та забезпечити одержання якісно нових матеріалів.

Робота присвячена вирішенню питань розширення сировинної бази місцевих будівельних матеріалів шляхом використання золошлаків теплових електростанцій та глинистої сировини. Вони служать складовими бетона на обпалюваній зв'язці. Новий матеріал характеризується рядом цінних властивостей, які дозволяють на основі золошлакових сумішей як відходів ТЕС одержати вискоєфективні стінові блоки та інші вироби. При цьому в значній мірі може бути реалізована програма утилізації промислових відходів.

Мета роботи - експериментально-теоретичне обґрунтування технології стінових блоків з бетона на обпалюваній зв'язці з використанням золошлакових сумішей теплових електростанцій та звичайної глинистої сировини.

У відповідності з поставленою метою вирішувались такі задачі:

- визначення фізико-хімічних властивостей сировинних матеріалів;
- оптимізація параметрів сушіння та випалу бетона на обпалюваній зв'язці;
- дослідження впливу складу обпалюваної зв'язки на міцність бетона;
- опрацювання фізико-аналітичного метода проектування складу бетона на обпалюваній зв'язці;
- розробка технології стінових блоків з бетона на обпалюваній зв'язці.

Наукова новизна роботи:

- теоретично обґрунтовано та експериментально підтверджено можливість одержання обпалюваної зв'язки на основі золошлакових відходів теплових електростанцій, які модифіковано

добавками, для виготовлення композиційного стінового матеріалу з заданими властивостями;

- визначені закономірності утворення обпалюваної зв'язки для одержання бетона з використанням промислових відходів;

- уточнено вплив параметрів обпалювання на кинетику формування структури та властивостей бетона на обпалюваній зв'язці, в результаті чого запропоновано ефективний режим випалу стінових блоків;

- встановлено особливості фізико-хімічних процесів, які протікають в бетоні при обпалюванні, та параметри структури бетона на обпалюваній зв'язці;

- розроблено фізико-аналітичний метод проектування складу легкого бетона на обпалюваній зв'язці.

Практичне значення роботи обумовлене утилізацією промислових відходів, розширенням сировинної бази стінових матеріалів, одержанням нових видів виробів з бетона на обпалюваній зв'язці, покращенням екології навколишнього середовища.

Реалізація результатів досліджень. По розробленій технології стінових блоків у 1993 р. випущено дослідно-промислову партію стінових блоків розміром 0,2x0,2x0,4 м кількістю 1600 шт. в НПО "Захист", м. Кривий Ріг.

Автор захищає:

- результати фізико-технічних досліджень нового виду штучних будівельних конгломератів - легкого та пслегшеного бетона на обпалюваній зв'язці;

- методи призначення та оптимізації складів бетона;

- технологію стінових блоків з бетона на обпалюваній зв'язці.

Апробація роботи. Основні результати досліджень доповідались на: всесоюзній науково-технічній конференції, Белгород, 1991 р.; всесоюзній науково-технічній конференції, Челябінськ, 1991 р.; міжнародній конференції "Сучасні будівельні матеріали, конструкції та технології", Вільнюс, 1992 р.; міжнародній науково-технічній конференції, Челябінськ, 1992 р.; міжнародній науково-технічній конференції "Матеріали XXI сторіччя", Дніпропетровськ, 1992 р.;

Пі міжнародній науково-технічній конференції "Матеріали для будівництва", Дніпропетровськ, 1993 р.; 43-45 науково-технічних конференціях професорсько-викладацького складу, наукових співробітників, аспірантів та пошукачів ДІБІ, Дніпропетровськ, 1991-1993 рр.

По темі дисертації опубліковано 12 робіт, подано заявку на патент "Сировинна суміш для виготовлення стінових керамічних виробів" з пріоритетом від 4 березня 1992 р. (N 5030556).

**Обсяг роботи.** Дисертаційна робота складається з вступу, п'яти розділів, висновків, додатків, списку використаної літератури (135 найменувань). Загальний обсяг дисертації 185 сторінок, у тому числі 125 сторінок машинописного тексту, 46 рисунків, 22 таблиці.

#### ЗМІСТ РОБОТИ

На базі проведеного літературного огляду дається критична оцінка сучасного стану виробництва стінових керамічних виробів з використанням промислових відходів.

Проблеми одержання нових видів стінових матеріалів присвятили дослідження П. І. Воженів, Г. С. Бурлаков, П. П. Будников, В. Д. Глуховський, К. Е. Горяйнов, І. О. Іванов, П. В. Кривенко, В. Т. Прожого, О. В. Ралко, Р. Ф. Рунова, С. Ж. Сайбулатов, М. І. Хігрович та інші. Ними запропоновано різні технології та сировинні матеріали для виготовлення стінових виробів.

З проведеного аналізу використання відходів теплових електростанцій у виробництві стінових матеріалів можна зробити висновок, що в основному, як сировина, використовується зола-унос. Це зважає кількість теплових електростанцій, відходи яких можуть бути використані. Як відомо, більшість ТЕС накопичує не чисту золу, а золошлакову суміш. Кількість золи у відвалах не перевищує 15...30%. Другий компонент відвалів - паливні шлаки - майже не використовується. Крім того, такі вироби мають низьку міцність і велику усадку після обпалювання. Комплексне використання золошлакових сумішей з відвалів ТЕС може значно поширити сировинну базу для виробництва стінових виробів, покращити їх фізико-механічні влас-

тивості, а також збільшити номенклатуру продукції, що випускається.

Основні практичні задачі зв'язані із збільшенням номенклатури виробів з бетону на обпалюваній зв'язці. При цьому розміри та форма виробів повинні забезпечити рівномірність обпалювання при відповідній якості.

Для підвищення міцності виробів з бетону на обпалюваній зв'язці треба покращити властивості цього матеріала на рівні мікроструктури.

Таким чином, основні задачі зв'язані з розробкою комплексного зв'язуючого та підбором раціонального гранулометричного складу заповнювача.

Аналіз проведених досліджень дозволив висунути таку робочу гіпотезу. Оскільки в золошлаковій суміші, яка складається з золи (склофаза) і паливного шлака (складного мінерального комплексу), є значна кількість мінеральних утворень в активній формі, то в сукупності з глинистою складовою у вигляді шлікера може бути одержана пластична легкоплавка суміш. Вона утворює керамічну зв'язку високої міцності при відносно низькій температурі термічної обробки, що в комплексі з зернами шлака перетворюється в штучний будівельний конгломерат. Останній являє собою легкий або полегшений бетон на обпалюваній зв'язці.

Для виконання експериментів використовували наступні матеріали:

- золошлакову суміш Придніпровської ГРЕС, яка характеризується значним вмістом  $Fe_2O_3$ ,  $CaO$ ,  $MgO$ , що свідчить про можливість використання їх у ролі ефективних плавнів. Оксиди кремнію, що містять у собі зола та шлак у кількості 40...58%, знаходяться в активній формі;

- глину Новоолександрівського родовища, що відноситься до сировини середньопластичної, легкоплавкої, з високою чутливістю до сушіння.

Для дослідження фазового складу вихідних речовин, зв'язки та бетону на обпалюваній зв'язці проведені рентгенофазовий, диференціотермічний та петрографічний аналізи.

Використовувались стандартні та спеціальні методики досліджень з залученням математичних методів планування експерименту.

Формування зразків проводилося шляхом вдавлювання штамп. Свіжовідформовані зразки висушувалися та обпалювалися за температур 950...1050°C.

В результаті проведених експериментальних досліджень вивчалися властивості обпалюваних зв'язок, розроблені основні принципи утворення обпалюваних штучних будівельних конгломератів.

Як відомо, проф. І. А. Риб'євим розроблено універсальну класифікацію штучних будівельних конгломератів різної природи. Всі конгломерати об'єднуються загальною теорією, в якій особливий клас займають комплексні обпалювані конгломерати на основі кераміки, скла, шлаків та кам'яних розплавів. В цій класифікації залишено декілька пустих комірок для матеріалів, які, можливо, будуть розроблені в майбутньому. Запропонований нами бетон на обпалюваній зв'язці за складом та властивостями є комплексним обпалюваним будівельним конгломератом з використанням елементів кераміки (глиниста фракція), скла (зольна складова) та шлаку.

В роботі використано системний підхід для дослідження будови суміші для обпалюваного будівельного конгломерату. Для цього виявилось доцільним поділити її структуру на ряд підструктур. В основу цього покладено теорію структуроутворення бетону проф. В. М. Пунагіна, по якій бетонна суміш може поділятися на мікро-, мезо- та макроструктуру.

Мікроструктура - це структура тіста як двохкомпонентної системи, що складається з води та глинозолошлакової композиції. Мезоструктура - структура умовного розчину як двохкомпонентної системи, що складається із зв'язуючого тіста та дрібного заповнювача - паливного шлака фракції до 2,5 мм. Макроструктура - структура бетону як двохкомпонентної системи, що складається з розчину та крупного заповнювача - часток шлаку з розміром зерен 2,5...20 мм.

У відповідності з цим кожний компонент бетонної суміші та бетону складається лише з двох умовно суцільних взаємооп-

роникливих середовищ: твердого карнаса (окремих часток складових бетона) та рідкого середовища. В процесі формування структури бетонної суміші кожне рідке середовище насичується у визначеному ступені диспергованими у ньому частками твердої фази та утворює визначений тип конгломератної структури. В той же час кожна підструктура являє собою дисперсійне середовище у вищій структурі.

Встановлено, що в результаті обпалювання глинистих мас з добавками золи та меленого шлаку утворюється надзвичайно міцна та щільна обпалювана зв'язка. Міцність її залежить від визначеного співвідношення глини, золи і особливо меленого шлаку. Виявлені склади високої міцності - 60...80 МПа. Це можна пояснити утворенням муліта, який надає цінних властивостей обпалюваній зв'язці.

Петрографічний та рентгенофазовий аналізи показали, що з підвищенням температури випалу до 1000...1050° С процес мулітоутворення інтенсифікується за рахунок розкладення аморфізованих мінералів, польового шпата, виділення вільного оксида алюмінію й збільшення кількості утворюваного ними розплаву в присутності лужних оксидів та значного вмісту склофази. Тому при цих температурах спостерігаються кристали муліта замість його тонких утворень за більш низьких температур. При 1050° С вміст у зв'язці муліта та склофази дорівнює 15...20 й 60% відповідно, що визначає підвищення її міцності при стику до 80 МПа й більше.

Встановлено, що на міцність обпалюваної зв'язки істотно впливає кількісне співвідношення її твердих компонентів. Змінюючи вміст у зв'язці глини від 10 до 30%, зольної фракції від 10 до 40% та меленого шлаку від 40 до 90%, одержано ізоліній міцності обпалюваної зв'язки. Вони утворюють області оптимальних співвідношень компонентів зв'язки (рис. 1).

Досліджено вплив кількості та дисперсійності меленого шлаку як одного з структуроутворюючих елементів обпалюваної зв'язки на її фізико-механічні властивості. Дисперсійність змінювалась від 1400 до 2500 см<sup>2</sup>/г. Експериментально встановлено, що із збільшенням вмісту меленого шлаку й зменшенням кількості золи у глинозолошлаковій композиції міцність зв'яз-

ки незмінно підвищується. Із збільшенням зольного компонента до 30% щільність зв'язки зменшується на 5...8%, а водопоглинання зростає на 8...13%.

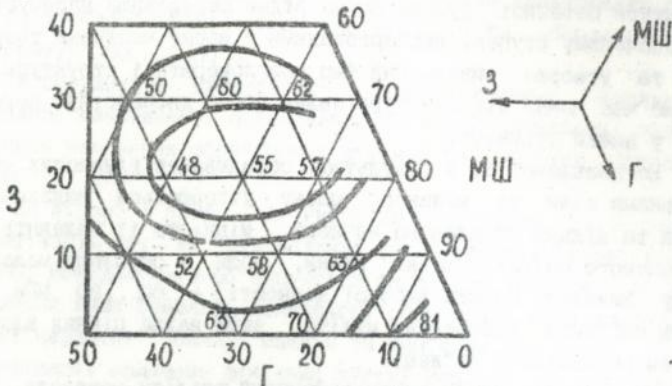


Рис. 1. Діаграма міцності зв'язки (фрагмент).

При збільшенні дисперсійності меленого шлака міцність зв'язки зростає на 15...16%, щільність - на 4...7%, водопоглинання знижується на 6...8%.

Проведено дослідження впливу модифікуючих добавок на властивості обпалених зв'язок. Для цього застосовувались пластифікатори лігносульфонат технічний (ЛСТ) та стабілізатор форміатно-спиртовий (СФС). Це дозволило знизити формівну вологість на 3,2...3,3% (ЛСТ) й 5,3...5,5% (СФС).

При визначенні граничної напруги асуву виявлено, що її максимальне зниження є при введенні ЛСТ у кількості 0,5...0,6%, СФС - 0,4...0,6% й становить, відповідно, 13,7...13,9 й 31,9...33,8%.

Одержані результати показали, що можливо максимально знизити коефіцієнт чутливості до сушіння зв'язуючого на 30,8...35,1% (ЛСТ) й на 38,9...40,5% (СФС). Максимальний приріст міцності при стиску обпалених зразків зв'язуючого становить 8,5...11,4% (ЛСТ) й 11,4...14,7% (СФС).

Покращення фізико-механічних характеристик обпалених зразків зв'язуючого обумовлюється підвищенням щільності сирцю в результаті зниження формівної вологості тіста при введенні поверхнево-активних речовин. Таким чином, раціональна кіль-

кість пластифікаторів становить 0,4...0,5% від маси зв'язуючого.

За даними проведених досліджень властивостей обпалюваної зв'язки вивчалися властивості легких бетонів на її основі. Бетон на обпалюваній зв'язці є дрібнозернистим матеріалом з характерними реологічними властивостями. Вони залежать від концентрації та крутості вихідного тіста. Тому слушно використати положення реології штучних будівельних конгломератів для оцінки впливу основних технологічних факторів на легкоукладальність бетонних сумішей.

Виходячи з цього, виведено реологічне рівняння легкоукладальності бетонної суміші з глинозолошлаковим тістом. Рівняння вібров'язкості зв'язуючого тіста має вигляд:

$$\eta = \eta_0 \exp(-cZ) \quad (1)$$

Аналогічно рівняння вібров'язкості дрібнозернистого розчину з урахуванням (1):

$$\eta = \eta_0 \exp(\alpha X - cZ) \quad (2)$$

На їх основі одержано реологічне рівняння консиситенції бетонної суміші

$$Ж = \eta_0 \exp(\alpha X + \beta Y - cZ) \quad (3)$$

Після деяких перетворень і спрощувань одержуємо залежність показника жорсткості бетонної суміші від її складу

$$G = \alpha X + \beta Y - cZ, \quad (4)$$

де  $G$  - показник жорсткості бетонної суміші;

$a, b, c$  - кваліметри (комплексні характеристики якості) і відповідно дрібного й крупного заповнювачів та зв'язуючого;

$X, Y$  - параметри насичення бетону відповідно дрібним та крупним заповнювачами;

$Z$  - ступінь розрідження зв'язуючого тіста водою у порівнянні з тістом нормальної крутості;

$Ж$  - жорсткість бетонної суміші, с.

За експериментальними даними, із збільшенням насичення бетонної суміші заповнювачем виникає погіршення легкоукладальності суміші для обпалюваного бетону. При цьому найбільш інтенсивне збільшення жорсткості суміші спостерігається при насиченні крупним заповнювачем ( $b \gg a$ ).

Із збільшенням ступеня розрідження зв'язуючого тіста водою, а також при підвищенні ступеня пластифікації зв'язуючого тіста шляхом введення поверхнево-активних речовин легкоукладальність бетонних сумішей для обпалюваного бетону покращується.

В'язкість бетонної суміші дає можливість реально оцінити здатність матеріала деформуватися під впливом постійного тиску.

При обпалюванні бетону відбуваються фізико-хімічні й кристалізаційні процеси. Вони справляють вплив на в'язкість рідкої фази, що утворюється, та змінюють співвідношення кристалічної й рідкої фази, що призводить до зміни в'язкості системи в процесі обпалювання. Дослідження змін в'язкості бетону при обпалюванні дає можливість виявити зони оптимізації фізико-хімічних й кристалізаційних процесів.

Очевидно, що фазові перетворення, мінералоутворення та формування структури, які забезпечують високі фізико-механічні властивості бетону на обпалюваній зв'язці, визначаються складом вихідної суміші та температурою випалу.

На основі результатів досліджень фізико-хімічних перетворень компонентів бетонної суміші й структуроутворення обпалюваної зв'язки запропоновано схему процесу формування міцної поруватої структури бетону з виділенням трьох періодів обпалювання.

У першому періоді - початку структуроутворення ( $850^{\circ}\text{C}$ ) - з'являються первинний розплав та случені ділянки. Другий період ( $850 \dots 950^{\circ}\text{C}$ ) характеризується формуванням поруватої структури обпалюваного бетону в результаті контактного зпечення сферичної склоподібної речовини, поруватого скла, часток аморфізованих глинистих агрегатів та оплавлення зерен шлаку. У третьому періоді ( $950 \dots 1050^{\circ}\text{C}$ ) порувата структура обпалюваного бетону зміцнюється за рахунок ущільнення. Структуроутворюючі мінерали істотно змінюються. Цей період є визначальним у формуванні фазового складу й міцної поруватої структури бетону, що забезпечують його високі експлуатаційні властивості.

Одним з найважливіших факторів одержання якісного ма-

теріла є процес сушіння відформованих виробів. З метою визначення залежності часу сушіння від розміру виробу прийнята характеристика  $\beta$  як відношення об'єму виробу  $V$  до його поверхні  $F$ :  $\beta = V/F$ . Проведені дослідження показали, що в залежності від швидкості підйому температури (80...150°C/год) необхідний час сушіння виробів з  $\beta=1,2...1,7$  см становить 1...3 год, з  $\beta < 1$  см - 1 год. Також впливають на вибір режиму сушіння усадочні властивості. Експериментально доказано, що зменшення кількості глини в суміші від 25 до 15% зменшує усадку бетона від 3,2 до 1,4%.

Проведені дослідження однорідності характеристик матеріала у виробках шляхом випробувань зразків-кубів з ребром 0,03 м, яких випілено з виробів. Результати експериментів приведені в таблиці.

Таблиця

Результати оцінки однорідності бетона

	Склад бетона, %					Рст., МПа	Щільність, кг/м <sup>3</sup>	Модуль пружн., МПа	Мра, цикл.
	Г	З	МШ	Ш	В				
1	16	18	26	21,4	18,6	35,9	1750	15,7*10 <sup>3</sup>	50
2	15	14	30	23,9	17,1	44,8	1770	17,3*10 <sup>3</sup>	50
3	14	20	24	23,5	18,5	33,8	1740	14,8*10 <sup>3</sup>	50

Коефіцієнт теплопровідності для обпалюваного бетона становить 0,445...0,502 Вт/м·К при щільності 1740...1770 кг/м<sup>3</sup>.

Експериментально встановлено, що вироби з бетона на обпалюваній зв'язці мають марку по морозостійкості F50.

Розроблено фізико-аналітичний метод проектування складу бетона на обпалюваній зв'язці. Він ґрунтується на використанні функціональних залежностей властивостей бетонної суміші й бетона від параметрів його складу. Встановлено залежність міцності й щільності бетона на обпалюваній зв'язці від зв'язководного відношення. Із збільшенням зв'язководного відношення з 2,5 до 4,0 спостерігається підвищення міцності до 66 % й щільності на 5...8% (рис. 2).

Розроблено технологічну схему виготовлення стінових

блоків з бетона на обпалюваній зв'язці, що забезпечує одержання виробів з заданими властивостями. Коефіцієнт переходу від міцності зразків до міцності виробів в залежності від складу бетона становить 0,8...0,9.

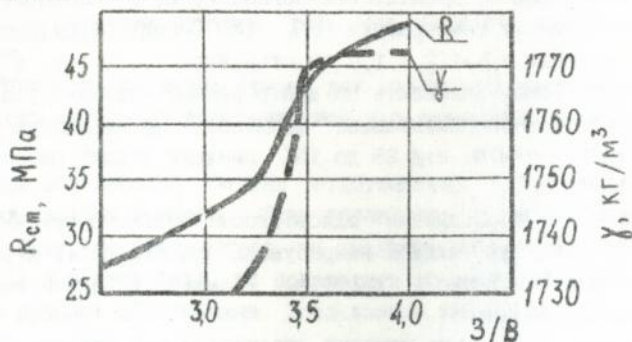


Рис. 2. Властивості бетона

Проведені виробничі випробування показали принципову можливість виготовлення легкобетонних стінових блоків на обпалюваній зв'язці по розробленій технології.

Економічна ефективність розробленої технології порівняно з традиційною технологією глиняної цегли та керамзитобетонних блоків зумовлена зниженням собівартості виробництва на 22,8 й 31,3 % відповідно. Річний економічний ефект у перерахунку на 1 м<sup>3</sup> стінових блоків становить 25,06 крб у стабільних цінах 1991 року.

Проведено дослідження вихідних матеріалів та виробів на присутність радіонуклідів згідно з нормами радіаційної безпеки РСН 356-91. Отримані дані свідчать, що по активності виробів ( $A_0 = 1,4 \cdot 10^{-8}$  Кц) та поверхневій активності ( $20,8 \cdot 10^{-8}$  Кц/м<sup>2</sup>) бетон можна віднести до II класу радіоактивних будівельних матеріалів.

## ВИСНОВКИ

1. На підставі теоретичних та експериментальних досліджень доведено можливість одержання обпалюваних зв'язок

та бетонів на їх основі марок від 200 до 800 із звичайної глинистої сировини й золошлакових сумішей з введенням структуруючих та модифікуючих добавок. Позитивний вплив добавок у вигляді склофази, меленого шлака та поверхнево-активних речовин виявляється у збільшенні вмісту піроксенових та мулітових стійких сполучень, які утворюються в процесі випалу.

2. Відмітною особливістю одержаного бетона на обпалюваній зв'язці є застосування елементів шлікерної технології у виробництві виробів із звичайних глин або суглинків у сполученні з меленим шлаком та склофазовим компонентом золи. Розвиток фізико-хімічних процесів структуроутворення при обпалюванні складного композиційного складу приводить до утворення нових мінеральних комплексів.

3. За відносно низьких температур випалу (950...1050°C) створюються умови для повної кристалізації мінеральних фаз й утворення міцного, легкого або полегшеного бетона, який використовується як стіновий матеріал.

4. Визначені зони найкращих фізико-механічних характеристик бетона на обпалюваній зв'язці та оптимальні співвідношення його компонентів з урахуванням фізико-хімічних властивостей вихідних сировинних матеріалів та заданих технологічних факторів.

5. Розроблено нову методику призначення складу легкого бетона на обпалюваній зв'язці, яка ґрунтується на використанні основних залежностей властивостей бетонної суміші й бетона від параметрів його складу: залежності міцності й щільності бетона від зв'язководного відношення; залежності консистенції бетонної суміші від її складу; рівняння абсолютних об'ємів при оптимальному співвідношенні дрібного та крупного заповнювачів. При використанні бетонних сумішей жорсткістю більше 250 с (за технічним вискозиметром) при розрахунку складу бетона рівняння консистенції бетонної суміші замінюється рівнянням щільності бетона на обпалюваній зв'язці.

6. Досліджено вплив режимів випалу на властивості бетона на обпалюваній зв'язці. Встановлено, що бетон на обпалюваній зв'язці, який є високопісним керамічним матеріалом, дозволяє застосовувати жорсткі режими обпалювання виробів на його ос-

нові та раціоналізувати найважливіший технологічний переділ - сушіння відформованих виробів. Запропоновано ефективний режим обпалювання стінових блоків з бетона на обпалюваній зв'язці.

7. Введення до складу зв'язуючого на основі звичайної глинистої сировини гідрофілізуючих поверхнево-активних добавок ЛСТ та СФС в оптимальній кількості дозволяє підвищити сполучні властивості та тріщиностійкість зв'язуючого й знизити витрати води при збереженні заданої легкоукладальності бетонної суміші, що дає можливість застосування швидкісних режимів обпалювання виробів.

8. Вивчені структура та властивості бетона на обпалюваній зв'язці. Показано, що випал при 1000...1050° С створює умови для повної кристалізації стабільних мінеральних новоутворень й сприяє одержанню бетона з високими фізико-механічними характеристиками.

9. Проведені виробничі випробування показали принципову можливість виготовлення стінових блоків з бетона на обпалюваній зв'язці по розробленій технології.

10. Новизна розробленої технології стінових блоків з бетона на обпалюваній зв'язці полягає у поєднанні бетонної та керамічної технологій, що дозволило із суміші на основі звичайної глинистої сировини (до 20%) й золошлакових сумішей (до 85%) одержати високоефективні пустотілі стінові блоки.

Основні положення дисертації опубліковано в таких роботах:

1. Мелкозернистые бетоны и растворы на бесцементных вяжущих //Строительные материалы и конструкции. - 1990. - № 1. - с. 10. (Соавт. В. Н. Пунагин и др.).

2. Разработка системы управления технологическим процессом производства сборного железобетона. - Тез. докл. всесоюзной научно-технической конференции, Белгород, 1991 г. (Соавт. Пунагин В. Н., Рябошапка А. Н.).

3. Централизованная система управления производством бетона в сельском строительстве. - Тез. докл. всесоюзной научно-технической конференции, Челябинск, 1991 г. (Соавт. Пунагин В. Н., Рябошапка А. Н.).

4. Изменение удобоукладываемости бетонных смесей с промышленными отходами в условиях сельского строительства. - Тез. докл. всесоюзной научно-технической конференции, Челябинск, 1991 г. (Соавт. Пунагин и др.).

5. Влияние состава бетона на его прочностные свойства. Доклад на II международной научно-технической конференции "Современные строительные материалы, конструкции и технологии", Вильнюс, 1992 г. (Соавт. Пунагин В. Н., Аль-Ариан Нихад.).

6. К теории прочности бетона. - Сборник научных трудов "Интенсификация строительного производства". - К., УМК ВО, 1992 г. (Соавт. Пунагин В. Н. и др.).

7. Влияние ухода за бетоном на долговечность конструкций сельскохозяйственных объектов. - Тез. докл. международной научно-технической конференции, Челябинск, 1992 г. (Соавт. Пунагин В. Н. и др.).

8. Принципы подбора состава легкого бетона на обжиговой связке. Сборник научных статей "Научные основы строительства", Днепропетровск, ДИСИ, 1993. (Соавт. Пунагин В. Н., Аль-Ариан Нихад.).

9. Принципы назначения состава бетона на обжиговой связке. - Тез. докл. международной научно-технической конференции "Материалы XXI века", Днепропетровск, ДИСИ, 1992 г. (Соавт. Пунагин В. Н.).

10. Реологические свойства искусственных строительных конгломератов. - Сборник научных статей "Интенсификация рабочих процессов строительного производства". Днепропетровск, ДИСИ, 1993. (Соавт. Пунагин В. Н., Аль-Ариан Нихад.).

11. Прогнозирование составов легкого бетона на обжиговой связке. - Тез. докл. II международной научно-технической конференции "Материалы для строительства", Днепропетровск, ДИСИ, 1993 г. (Соавт. Пунагин В. Н.).

12. Бетоны на обжиговой связке - новый вид высокоэффективных строительных материалов. - Доклад на 45 научно-технической конференции профессорско-преподавательского состава, научных сотрудников, аспирантов и соискателей. Днепропетровск, ДИСИ, 1993 г.





AB 28.060

**AB 28.060**