

ДНІПРОПЕТРОВСЬКИЙ ІНЖЕНЕРНО-БУДІВЕЛЬНИЙ ІНСТИТУТ

На правах рукопису

НОСОВА Ірина Костянтинівна

ВЛАСТИВОСТІ І ТЕХНОЛОГІЯ ВОГНЕТРИВКИХ БЕТОНІВ
ІЗ ЗАСТОСУВАННЯМ ВТОРИННИХ ПРОДУКТІВ

05.28.05. Будівельні матеріали і вироби

А в т о р е ф е р а т

дисертації на здобуття наукового ступеня
кандидата технічних наук

Дніпропетровськ 1998

АВ 28.061

Робота виконана в Дніпропетровському інженерно-будівельному інституті.

Науковий керівник: доктор технічних наук, професор
В.М.Пунагін

Офіційні опоненти: доктор технічних наук, професор
М.Д.Шеглова
кандидат технічних наук, доцент
О.І.Бігун

Провідне підприємство: Дніпропетровське дочірнє орендне
підприємство НДІ будівельного
виробництва

Захист дисертації відбудеться "21" жовтня 1998 р. о
15 годині на засіданні спеціалізованої Ради К 068.82.02 "Будівельні матеріали і вироби" Дніпропетровського інженерно-будівельного інституту за адресою: м.Дніпропетровськ, вул. Чернишевського, 24-а, ДІБІ, кімн. 202.

З дисертацією можна ознайомитися в бібліотеці ДІБІ.

Автореферат розісланий "21" вересня 1998 р.

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

А.К.Карпукіна

ЛННБ України ім.В.Стефаніка



00802314 (1)

ЛННБ ім. В. Стефаніка
АН України

АВ - 20.067 - 3 -

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

А к т у а л ь н і с т ь т е м и: У зв'язку з переходом на ресурсозберігаючі технології підвищується актуальність збільшення виробництва і розширення застосування жаростійких бетонів. Особливо це важливо на об'єктах металургійної промисловості. Вирішення цього завдання можливе в результаті розширення сировинної бази жаростійких бетонів і поліпшення їх фізико-механічних властивостей. Намічено збільшити обсяг виробництва жаростійких бетонів до 25% від загального обсягу виробництва вогнетривів при одночасному гарантуванні їх вогнестійкості і довговічності.

В порівнянні з випалювальними виробами жаростійкі бетони дозволяють підвищити продуктивність праці завдяки повній механізації виробництва бетонів;

- скоротити трудові витрати більш як в 3 рази при ремонтах футеровок теплових агрегатів і тривалість кладки футеровки більш як у 5 разів;

- підвищити стійкість футеровок теплових агрегатів у ряді випадків більш як на 30% внаслідок зменшення термічних напружень у кладці;

- скоротити питому витрату вогнетривів на одиницю продукції, що випускається, і транспортних витрат більш як на 30% в результаті підвищення стійкості футеровок.

М е т а р о б о т и:

Метою даної роботи є поліпшення фізико-механічних властивостей жаростійких бетонів на алюмосилікатному або кремнеземистому заповнювачах і рідкому склі шляхом введення до складу високоглиноземистих відходів або ставроліту.

З а в д а н н я д о с л і д ж е н н я:

Для досягнення поставленої мети і підтвердження робочої гіпотези необхідно вирішити такі завдання:

- дослідити і розробити склади жаростійких бетонів на алюмосилікатному або кремнеземистому заповнювачах і рідкому склі;
- дослідити фізико-механічні властивості бетонів при нагріванні;
- фізико-механічними методами дослідити зміни фазового складу матриць-бетонів при нагріванні;
- дослідити деформативні властивості /податливість/ бетонів;

- провести дослідно-промислову перевірку результатів досліджень.

Наукова новизна:

Наукова новизна роботи полягає в такому:

- встановлено, що підвищення міцності жаростійкого бетону при вигині досягається за рахунок введення до його складу як мікронаповнювача високоглиноземистої речовини /мінералізатора; що містить FeO /;

- показано, що необхідна термічна стійкість шамотного бетону забезпечується формуванням структури певної податливості;

- доведено, що податливості бетону і підвищенню його термічної стійкості сприяє утворення податливих містків у структурі матеріалу за рахунок використання ферохромового шлаку;

- встановлено, що підвищення термічної стійкості і міцності кремнеземистих мас досягається за рахунок більш повної їх тримінітизації, яка забезпечує більш рівномірне розширення у всьому температурному інтервалі.

Практична значимість роботи полягає в розробці і впровадженні вогнетривких кварцитових блоків і панелей для футерування печей металургійних агрегатів і устаткування на основі запропонованої сировинної суміші вогнетривкого бетону /А.с. № 1651517/. Запропонована методика прогнозування і призначення складів жаростійких бетонів із заданими властивостями із застосуванням відходів Вільногірського гірничозбагачувального комбінату.

Апробація роботи:

Матеріали дисертації були повідомлені на: науково-технічному семінарі, Челябінськ, 1984 р.; Всесоюзній науково-технічній конференції, Ташкент, 1985 р.; Всесоюзній науково-технічній нараді, Боровичі, 1985 р.; Координаційній нараді, Махачкала, 1986 р.; XXIII Міжнародній конференції в галузі бетону і залізобетону, 1991 р.; II Міжнародній конференції "Матеріали для будівництва", Дніпропетровськ, 1993 р.

Публікації:

По темі дисертації опубліковано 7 друкованих робіт, одержане I авторське свідоцтво.

Обсяг дисертації:

Дисертація викладена на 118 сторінках машинописного тек-

сту, містить 35 рисунків, 9 таблиць, список використаної літератури включає 110 літературних джерел.

ЗМІСТ РОБОТИ

Основні теоретичні і практичні питання виготовлення і застосування жаростійких бетонів розроблені д.т.н., професором К.Д.Некрасовим і його школою. Величезний внесок у подальший розвиток науки про жаростійкі бетони і вогнетривкі маси зробили Г.Н.Александрова, Б.А.Альтшулер, П.П.Будников, Ю.П.Горлов, К.Е.Горяйнов, В.В.Жуков, Г.І.Книжна, Ф.І.Мельникова, А.Ф.Мілованов, В.І.Москвін, В.І.Мурашов, В.М.Прядко, Г.Д.Салманов, А.П.Тарасова та багато інших. Зараз в галузі застосування рідкого скла для жаростійких бетонів працюють: А.Н.Абизов, І.Ф.Вольф, М.Г.Масленникова, В.М.Мілонов, А.Ф.Польща, Н.А.Фомичов, А.Н.Чертов та ін. К.Д.Некрасовим і його школою розроблена широка номенклатура жаростійких бетонів на рідкому склі.

Розроблені ними склади жаростійких бетонів одержали застосування в агрегатах хімічної, целюлозно-паперової промисловості, а також у промисловості будівельних матеріалів.

Проте розширення застосування жаростійких бетонів особливо в металургійній промисловості пов'язане з необхідністю розширення їх сировинної бази і застосування добавок мінералізаторів, які поліпшують фізико-технічні властивості жаростійких бетонів. На підставі аналізу існуючих поглядів можна вважати, що існує два підходи в поясненні тверднення і зміцнення в'язучих на рідкому склі. Зміцнення пов'язане з гідратацією двокальцієвих силікатів і коагуляцією кремнезему або збездновуванням рідкого скла і його хімічної взаємодією з оксидами шлаку з утворенням гідросилікатів кальцію.

Нами були зроблені такі висновки:

- для тверднення бетонів на рідкому склі необхідно вводити до складу ініціатори тверднення;

- найбільш перспективними для цієї мети є шлаки металургійного виробництва, що містять у своєму складі C_2S і CS .

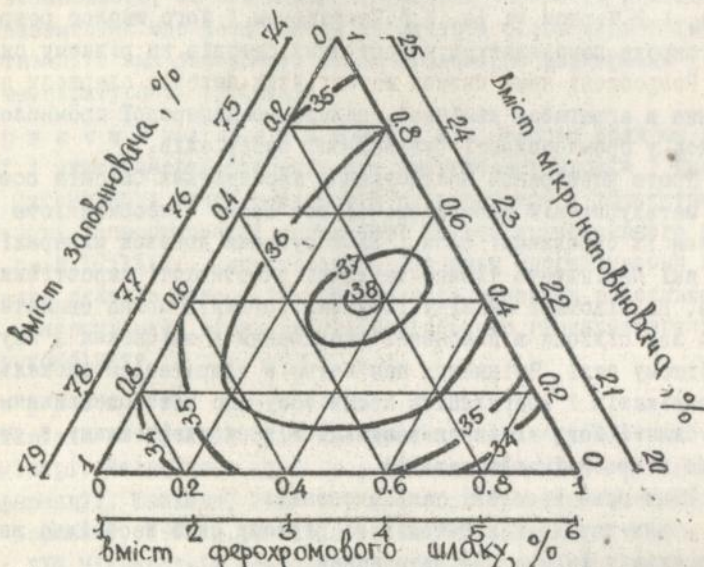
Була досліджена міцність жаростійких бетонів в залежності від їх властивостей. Раціональні склади визначались симплекс-градчастим методом. Оскільки жаростійкий бетон повинен бути і термічно стійким, то як заповнювач був застосований дрібнозер-

нистий заповнювач з розмірами зерен від 0,14 до 5 мм.

Враховуючи, що розроблений бетон повинен працювати при високих температурах, вміст рідкого скла не варіюваний і прийнятий рівним 15% понад сто. За вихідний параметр була прийнята границя міцності при стиску після сушіння при 200°C. Як вихідні компоненти прийняті: ферохромовий шлак - X_1 , мікронаповнювач - /високоглиноземистий відхід/ - X_2 , заповнювач - X_3 .

Для з'ясування впливу "азового складу і структури в"язучого в контактних зонах на міцність бетону при нагріванні проводились термічні /ТТА/, рентгенофазові /РФА/ і мікроскопічні дослідження в"язучого при нагріванні.

Діаграма "Склад - міцність"



Математична модель міцності жаростійкого бетону:

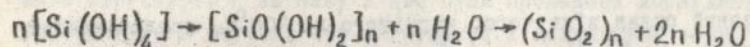
$$R_{cm} = 31,2X_1 + 33,5X_2 + 82,8X_3 + 19X_{12} + 14,8X_{13} - 9X_{23}$$

Рациональні склади бетону з плаваючим заповнювачем після сушіння, які визначаються з діаграми "Склад-міцність", при стиску містять компоненти в таких кількостях /мас.%/: заповнювач - 78,0...75,0; мікронаповнювач - 22,5; ферохромовий шлак -

2,0...2,5; рідке скло - 15% понад сто.

Нами досліджений фазовий склад структури в'язучого і контактних зон на міцність бетону при нагріванні. ДТА і РФА піддавались порошкоподібні проби зразків, одержані зіскоблюванням шару матеріалу з поверхні заповнювача, а мікроскопічні дослідження проводилися з відколків контактних зон.

В процесі сушіння, з спливанням часу, або при підвищенні температури відбувається полімеризація гелю кремнекислоти до колоїдних частинок, радикалів і плівки, яка супроводжується підвищенням міцності бетону. Полімеризація протікає за схемою:



Між частинками різного рівня утворюються коагуляційні контакти із зв'язками електростатичної природи.

Крім того, в процесі сушіння в'язучого полімеризуються радикали кремнезему $-\text{Si}-\text{O}-\text{Si}-\text{OH}$ /, об'єднуючи міцність прошарком колоїдні частинки кремнезему. Полімеризація кремнезему в контактних зонах була виявлена за екзо ефектом на кривій ДТА в зоні температур 160...300°C. В результаті на поверхні частинок мікронаповнювача утворюється плівка з колоїдних агрегатів кремнезему. Ця плівка в місцях контакту частинок мікронаповнювача склеє їх, утворюючи фазові контакти. Показано, що основний внесок у міцність в'язучого після сушіння роблять два типи містків між частинками мікронаповнювача. Перший тип містків включає мікроагрегати гідратованих мікрочастинок шлаку, а другий - плівку з колоїдних агрегатів кремнезему.

При нагріванні до 500°C відбувається дегідратація тієї значної кількості гідросилікатів кальцію, яка є в контактних зонах, що призводить до їх повного збездволення. При цьому в контактних зонах починають протікати твердофазові реакції, відбувається утворення нових сполук, що видно по широкому екзо ефекту в інтервалі температур 300...1000°C. На широкий екзо ефект в інтервалах температур 700...800°C і 900...1000°C накладається ще два екзо ефекти, які свідчать про утворення двох побічних сполук, що відрізняються від основної.

При нагріванні жаростійкого бетону до 500°C в контактних зонах "В'язуче - заповнювач", так же як і в контактних зонах мікронаповнювача, відбуваються процеси дегідратації, про що свідчить втрата маси, і одночасно протікає полімеризація кремнезему,

яка виявляється по невіршеному екзоэффекту в інтервалі 120...
...250°C. Широкий екзоэффект на кривій ДТА в інтервалі 250...
...1200°C з екзоэффектом в інтервалі 1100...1200°C, який наклада-
ється на нього, вказують на протікання в контактних зонах твер-
дофазових реакцій і утворення нових сполук.

Термічний аналіз контактних зон дозволив виявити в них різ-
ні процеси, що відбуваються при нагріванні, але з його допомогою
не вдається визначити фазовий склад новоутворень. Тому був про-
ведений рентгенофазовий аналіз зразків контактних зон, нагрітих
до різних температур.

Фазовий склад в'язучого, нагрітого до 200°C, представлений
в основному α - Al_2O_3 / d = 0,85; 0,255; 0,289; 0,209;
0,174; 0,16 нм/ і в значно меншій кількості γ - $2CaO \cdot SiO_2$
/ d = 0,363; 0,3; 0,275; 0,192 нм/, $Al_2O_3 \cdot SiO_2$ / d = 0,385;
0,289; 0,192 нм/.

Підвищення температури нагрівання в'язучого до 600°C не
призводить до значних змін у фазовому складі.

На рентгенограмах зразків в'язучого, термооброблених при
900°C, відзначається інтенсивність піків, що відповідають
Це свідчить про його взаємодію з компонентами містків зв'язку.
Взаємодія Al_2O_3 , що знаходиться в поверхневому шарі
частинок мікронаповнювача з γ - $2CaO \cdot SiO_2$, присутнім у
частинках шлаку, призводить до утворення:

$Ca_{1-82} Al_{3-64} Si_{0,36} O_8$; $Ca_{1,82} Al_{3,64} Si_{0,36} O_8$
що ідентифікується по максимумах з d = 0,864; 0,302; 0,299;
0,252; 0,28 нм.

Крім наведених сполук, в містках другого типу утворюється
 $NaCa Al_3 Si_5 O_{15}$ ($0,7 Na Al Si_3 O_8$; $0,3 Ca Al_2 Si_2 O_8$)
ідентифікований по максимумах з міжплосчинними відстанями
 d = 0,366; 0,372; 0,38; 0,802; 0,294; 0,252 нм.

На рентгенограмі в'язучого, термообробленого при 1200°C, не
виявляється поява нових сполук у значних кількостях, але в той
же час спостерігається збільшення вмісту $Ca_{1-82} Al_{3-64} Si_{0,36} O_8$
по збільшенню інтенсивності відповідних максимумів з d =
= 0,25; 0,29 нм.

Нагрівання зразків контактної зони до 600°C і більш висо-
ких температур призводить до кристалізації $Na_2 Si_2 O_5$,
що визначається на рентгенограмах по диференціальних максимумах
з d = 0,421; 0,298; 0,26 нм. При нагріванні в контактній

зоні утворюється і альбіт $NaAlSi_3O_8$ / $d = 0,409$; $0,86$; $0,82$ нм/. Найбільша кількість альбіту відмічається у зразках, нагрітих при $t = 1200^\circ C$.

В контактній зоні при нагріванні до $900^\circ C$ і вище помічається утворення в незначній кількості і апортиту $Ca_2Al_2Si_2O_8$ / $d = 0,875$; $0,29$; $0,291$ нм/.

Газовий аналіз дозволяє нам визначити мінералогічний склад сполук, що виникають в процесі твердофазових реакцій при нагріванні в'язучого і бетону, але не несе інформації про їх положення в структурі. У зв'язку з цим були проведені дослідження мікроструктури в'язучого при нагріванні і контактної зони "В'язуче-заповнювач".

При розколюванні зразка в'язучого руйнування проходили по містках першого типу, представлених мікроагрегатами дегідратованих мікрочастинок шлаку. Це одне із свідчень того, що найбільш слабков'язкою структури в'язучого при нагріванні до інтенсивного утворення нових сполук є містки першого типу.

Ймовірно, що частина зрослих частинок цього містка представлена $Ca_{1-24}Al_{2-64}Si_{0,36}O_8$. В мікроструктурі в'язучого, нагрітого до $900^\circ C$, добре видно сполучення частинок електрокорундового шлаку містками другого типу, представленими, певно, $NaCaAl_3Si_3O_{16}$, а також рідкою фазою.

Нагрівання бетону до $900^\circ C$ призводить до утворення в контактній зоні "В'язуче - заповнювач" містків двох типів. Між поверхнею заповнювача і частинками мікронаповнювача утворюються містки з фазовими контактами, представлені як $NaAlSi_3O_8$ так і $Ca_2Al_2Si_2O_8$. На поверхні злому заповнювача добре видно голчасті кристали муліту.

Збільшення нагрівання бетону до $1200^\circ C$ не призводить до зміни контактної зони "В'язуче - заповнювач", знижується міцність бетону як при стиску, так і розтягненні до 15% у порівнянні з міцністю при $900^\circ C$. Зниження міцності обумовлено збільшенням вмісту рідкої фази і вкладу термофлуктуаційного механізму у розривання зв'язків. Також проводились дослідження властивостей бетону при нагріванні.

Дослідження деформацій бетону при першому нагріванні показало, що його усадка не перевищує 1% і становить 0,5% при $1200^\circ C$. Підвищення температури нагрівання призводить до збільшення коефіцієнта лінійного термічного розширення, що пов'язане з незавер-

шеність формування макро- і мікроструктури бетону після першого нагрівання, а також її деструкції.

Усадка розроблених складів бетону при температурі 1200°C становить 0,5...0,6%, а коефіцієнт лінійного термічного розширення в інтервалі температур $400...1200^{\circ}\text{C}$ - $1/3...6 \cdot 10^{-6}$.

При нагріванні бетону до 200°C спостерігається деяке підвищення міцності. Це пов'язане із завершенням процесу полімеризації кремнезему в містках другого типу. Збільшення температури до 600°C призводить до деякого зниження міцності, що пов'язане з термофлуктуаційним розривом зв'язків у контактах містків обох типів.

Нагрівання бетону до 900°C підвищує його міцність як при стиску, так і при розтягненні, що пов'язане з перебігом твердофазових реакцій і утворенням нових фаз.

Проведеними дослідженнями встановлено, що виникаючі при сушінні і першому нагріванні внутрішні напруження є однією з причин, які знижують міцність бетону.

Найбільші внутрішні напруження розвиваються при нагріванні бетону в інтервалі $870...1200^{\circ}\text{C}$. При введенні до складу бетону до 6% ставролітового концентрату внутрішні напруження при першому нагріванні в інтервалах $870...1200^{\circ}\text{C}$ знижуються на 20...25%, а міцність на розтягнення підвищується на 40...42%.

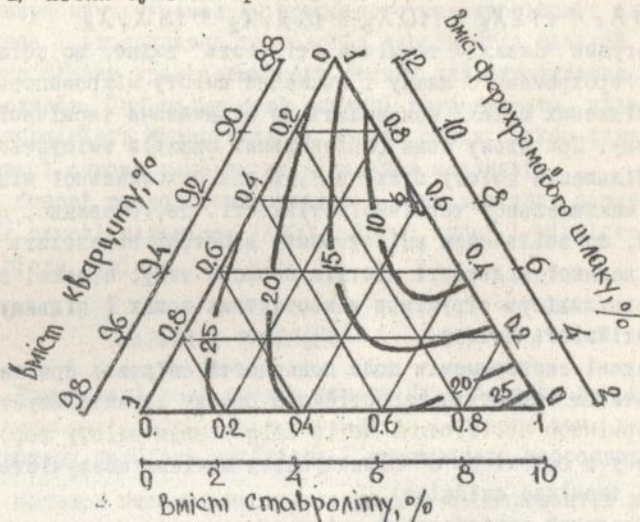
На підставі проведених досліджень розроблений режим першого нагрівання бетону: підняття температури із швидкістю $20^{\circ}\text{C}/\text{год}$ до 200°C ; ізотермічна видержка при цій же температурі - 6 год; подальше нагрівання із швидкістю $30^{\circ}\text{C}/\text{год}$ до температури 600°C з ізотермічною видержкою 5 годин і наступним підняттям температури із швидкістю $30^{\circ}\text{C}/\text{год}$. Визначено, що при нагріванні розроблених складів бетону до 1200°C їх щільність знижується на 15...20%.

Визначення термічної стійкості проводили при величині амплітуди тепломінів 1000°C і розглядали з матеріалознавчої позиції.

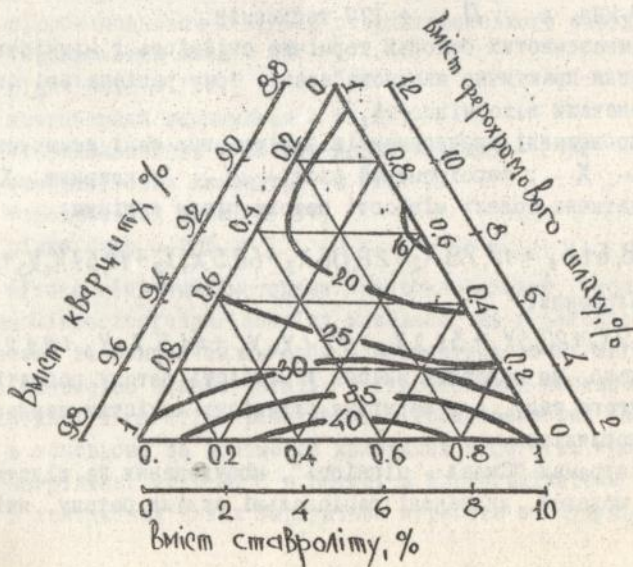
Для з'ясування внеску в термічну стійкість податливості /повзучості/ і визначення раціонального складу бетону щодо термічної стійкості дослідження проводили з використанням симплексографічного методу планування експерименту. За вихідний параметр була прийнята термічна стійкість у повітряних тепломінах від 1000°C .

Діаграма "Склад - міцність" для кварцитового бетону

а/ після сушіння при 200°C



б/ після випалювання при 1350°C



За вихідні компоненти прийняті: ферохромовий шлак - X_1 ; мікронаповнювач - X_2 ; заповнювач - X_3 .

Математична модель термічної стійкості бетону має вигляд:

$$TC = 126 X_1 + 112 X_2 + 110 X_3 + 16 X_1 X_2 + 12 X_1 X_3$$

З діаграми "Склад - термічна стійкість" видно, що збільшення вмісту ферохромового шлаку і зниження вмісту мікронаповнювача /в досліджених межах/ призводить до підвищення термічної стійкості бетону. При цьому зона раціональних складів зміщується в сторону збільшення вмісту шлаку з 2,5% для максимальної міцності до 6% для максимальної термічної стійкості. Це, очевидно, пов'язано з тим, що збільшення вмісту шлаку в бетоні призводить до утворення великої кількості містків першого типу, а, отже, збільшується податливість структури в контактних зонах і підвищується термічна стійкість бетону.

Проведені експерименти щодо повзучості свідчать про те, що більш податлива структура жаростійкого бетону характеризується більшою термічною стійкістю і що із збільшенням вмісту ферохромового шлаку в бетоні до 6% підвищуються миттєва повзучість на 10...15% і термічна стійкість.

Встановлений раціональний вміст компонентів бетону щодо термічної стійкості: заповнювач - 76%, мікронаповнювач - 20%, ферохромовий шлак - 6%, рідке скло - 15% понад сто. При цьому

$$R = 28 \text{ МПа, а } P = 127 \text{ теплостмін.}$$

В кремнеземистих бетонах термічна стійкість і міцність після нагрівання практично взаємозв'язані, тому раціональні склади бетону визначали щодо міцності.

При проведенні експериментів варіювались такі компоненти: ставроліт - X ; ферохромовий шлак - X_2 і кварцит X_3 .

Математична модель міцності бетону після сушіння:

$$R_{\text{суш}} = 28,61 X_1 + 15,78 X_2 + 28,06 X_3 + 62,5 X_1 X_2 + 19,51 X_1 X_3 + 26,22 X_2 X_3$$

після випалювання:

$$R_{\text{вип}} = 34,9 X_1 + 20,3 X_2 + 31,2 X_3 + 17,1 X_1 X_2 + 41,5 X_1 X_3 + 21,2 X_2 X_3$$

Виявлено, що основний внесок у міцність бетону роблять містки другого типу, а в термічну стійкість - містки першого типу і податливість.

По діаграмах "Склад - міцність", побудованих на підставі одержаних моделей, визначені раціональні склади бетону, які міс-

тять компоненти в такому співвідношенні: кварцит - 92...93%, ферохромовий шлак - 2...3,5%, ставролітовий концентрат - 6...8%, рідке скло - 15% понад 100%.

У виробничих умовах Дніпровського металургійного заводу розроблена і впроваджена технологія виробництва панелей з розробленого складу кремнеземистого бетону для футерування нагрівних колодязів. При цьому були знижені трудовитрати, підвищена механоозброєність футерувальних робіт, строк служби футеровки і скорочені строки ремонту нагрівальних колодязів.

На основі розроблених складів і технологічних параметрів одержані панелі щільністю 22500...28000 кг/м³ і міцністю 22...28 МПа після сушіння.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

1. Розроблені нові склади жаростійких бетонів на рідкому склі з алюмосилікатним і кремнеземистим заповнювачем, які мають підвищену термічну стійкість і температуру застосування.

2. Методом математичного планування експериментів визначені оптимальні склади жаростійких бетонів щодо термічної стійкості, що містять такі компоненти:

- а/ мулітокремнеземистий заповнювач - 65%;
 - мікронаповнювач - відхід стерлітомакського заводу - 17%;
 - ферохромовий шлак - 5%;
 - рідке скло - 13%;
- б/ кварцитовий заповнювач - 52,5%;
 - мікронаповнювач - тонкомелений кварцит - 27%;
 - ставролітовий концентрат - 6%;
 - ферохромовий шлак - 2,5%;
 - рідке скло - 12%.

3. Фізико-хімічними методами /рентгенофазовий, термічний, електронномікроскопічний/ аналізу виявлено, що в бетоні: з алюмосилікатним заповнювачем зв'язок в контактних зонах здійснюється за допомогою мікроагрегатів з гідратованих частинок шлаку і колоїдних агрегатів кремнезему; з кремнеземистим заповнювачем - в основному за допомогою колоїдних агрегатів кремнезему. При нагріванні до 1200⁰С в бетоні з алюмосилікатним заповнювачем в контактних зонах формуються агрегати з $Ca_{482}Al_{364}Si_{436}O_8$;

$Na AlSi_3 O_8$; $Ca Al_2 Si_2 O_8$, а в контактних зонах бетону з кремнеземистим заповнювачем альбіт і кирштейніт.

4. Встановлено, що введення до складу кремнеземистого бетону ставролітового концентрату призводить до збільшення вмісту в ньому триміту після випалювання при $1350^{\circ}C$.

5. Визначено, що із збільшенням вмісту ферохромового шлаку в бетоні з алюмосилікатним заповнювачем до 6% на 10...15% підвищується його миттєва повзучість і термічна стійкість.

6. Виявлено, що в бетоні з кремнеземистим заповнювачем розвиток внутрішніх напружень при сушінні і першому нагріванні до $800^{\circ}C$ не залежить від вмісту модифікуючої добавки - ставролітового концентрату. Введення ставролітового концентрату в бетон з кремнеземистим заповнювачем призводить до зниження внутрішніх напружень на 20...25% при нагріванні до $1250^{\circ}C$ /з 1,8 МПа до 1,4 МПа/ і підвищення міцності на розтягнення на 40...42% /з 1,4 до 2,0 МПа/.

7. Встановлено, що введення до складу бетону з кремнеземистим заповнювачем до 6% ставролітового концентрату призводить до підвищення його термічної стійкості в 6 разів /з 4 до 24 повітряних теплотмін/ внаслідок зниження термічних напружень і підвищення міцності.

8. Виявлено, що в результаті превалювання внеску в передачу тепла кондукцією при нагріванні з $200^{\circ}C$ до $600^{\circ}C$ коефіцієнт теплопровідності бетонів знижується на 10...15%, а при нагріванні з 600 до $1300^{\circ}C$ - збільшується на 25...30% у порівнянні з найменшим внаслідок збільшення внеску передачі тепла випромінюванням.

9. Розроблені склади бетонів мають такі властивості:

- бетони з алюмосилікатним заповнювачем - густина 2330 кг/м^3 , міцність після сушіння - 38 МПа, коефіцієнт теплопровідності при $600^{\circ}C$ - 0,8...0,85 Вт/м $^{\circ}C$, лінійний коефіцієнт термічного розширення в інтервалі $400...1200^{\circ}C$ - $45 \cdot 10^{-6} /\text{град}$, термічна стійкість - 127 повітряних теплотмін, температура служби $1400^{\circ}C$;

- бетони з кремнеземистим заповнювачем - густина 2150 кг/м^3 , міцність після сушіння - 20 МПа, коефіцієнт теплопровідності при $600^{\circ}C$ - 0,8...1 Вт/м $^{\circ}C$, лінійний коефіцієнт термічного розширення в інтервалі $400...1200^{\circ}C$ - $16 \cdot 10^{-6} /\text{град}$, термічна стійкість - 24 повітряні теплотміни, температура служби - $1550^{\circ}C$.

ОСНОВНІ ПОЛОЖЕННЯ ДИСЕРТАЦІЇ ОПУБЛІКОВАНІ
В ТАКИХ РОБОТАХ:

1. Защита рамных панелей нагревательных колодцев от агрессивного воздействия сварочных шлаков. Тез. докладов научно-технического семинара. Челябинск. 1984. Носова Т.П., Беспроскурный И.А.

2. Огнеупорные строительные конгломераты на основе попутных продуктов промышленности. Тез. докладов Всесоюзной научно-технической конференции. Ташкент. 1985. Носова Т.П., Беспроскурный И.А.

3. Совершенствование огнеупорных конгломерационных композиций за счет применения пластификаторов. Стеновый доклад на Всесоюзной научно-технической конференции. Ташкент, 1985. Носова Т.П.

4. Улучшение свойств огнеупорных бетонов при использовании ПАВ. Тезисы докладов Всесоюзного научно-технического совещания. Боровичи, 1985. Публика А.Я., Дибров Г.Л., Беспроскурный И.А.

5. Огнеупорный бетон на основе отходов огнеупорного производства для подиов нагревательных колодцев. Металлургическая и горная промышленность, № 4, 1985. Дибров Г.Л., Беспроскурный И.А.

6. Огнеупорный бетон на основе хромоотходов и пластифицированного жидкого стекла. Тезисы координационного совещания. Махачкала, 1986. Публика А.Я.

7. Использование промышленных отходов в жаростойких композиционных составах. Материалы XXIII Международной конференции в области бетона и железобетона. 1991. Носова Т.П.

8. Сырьевая смесь для огнеупорного бетона. А.с. № 1651517 зарегистрировано 22.07.91 г. Передистый Л.Г., Петисова В.М. и др.

9. Подбор составов бетонов для панелей нагревательных колодцев. П-я Международная конференция "Материалы для строительства". 5-7 октября 1998 г. Днепропетровск. Пунагин В.Н.

Носова

AB 28.061