

NGHIÊN CỨU CHẾ TẠO BÊ TÔNG NHẹ CÁCH NHIỆT – CHỐNG CHÁY SỬ DỤNG CHO CÁC CÔNG TRÌNH XÂY DỰNG DÂN DỤNG VÀ CÔNG NGHIỆP

ThS. Chu Thị Hải Ninh

Học viện Hậu Cần

ThS. Nguyễn Văn Đồng, PGS.TS. Vũ Minh Đức

PGS.TS. Nguyễn Đình Thám

Trường Đại học Xây dựng

Tóm tắt: Trên cơ sở xi măng pooc lăng hỗn hợp Chinfon, các tác giả đã nghiên cứu sử dụng phụ gia khoáng nghiền mịn sa mốt chế tạo chất kết dính chịu nhiệt và bê tông nhẹ cách nhiệt - chống cháy. Loại vật liệu này có khả năng làm việc ở nhiệt độ cao 800°C, khối lượng thể tích từ 0,750-0,850g/cm³, độ dẫn nhiệt thấp từ 0,18-0,25 kCal/m.°C.h, có thể sử dụng trong các kết cấu xây dựng dân dụng và công nghiệp: tường, sàn, mái,...

Summary: On the basis of cement PCB Chinfon, the authors have researched on using mineral additives chamotte to make heat-resistant binder and lightweight fireproof - insulating concrete. This kind of material has the ability to work at high temperature of 800°C, the volume density from 0,750-0,850 g/cm³ and low thermal conductivity from 0,18-0,25 kCal/m.°C.h. The material can be used in civil and industrial structures such as walls, floors, roofs, etc.

1. Đặt vấn đề

Ở các nước trên thế giới, các chương trình tiến bộ khoa học kỹ thuật trong xây dựng được thực hiện đồng thời với sự tiến bộ khoa học kỹ thuật về công nghệ vật liệu xây dựng, cùng với các trang thiết bị hiện đại đã nghiên cứu chế tạo ra các loại vật liệu mới đáp ứng các giải pháp kết cấu mới trong xây dựng công trình dân dụng và công nghiệp.

Một trong những vật liệu đem lại hiệu quả kinh tế - kỹ thuật cao đang được đưa vào sử dụng ngày càng rộng rãi trong các công trình xây dựng dân dụng và công nghiệp là bê tông nhẹ cách nhiệt chống cháy (BTCNCN-CC).

Vật liệu BTNCN-CC có ảnh hưởng lớn đến công nghệ xây dựng, cho phép giảm nguyên vật liệu, giảm khối lượng kết cấu xây dựng, giảm tổng khối lượng công trình, giảm chi phí vận chuyển xây lắp, tăng mức độ công nghiệp hóa xây dựng, tiết kiệm năng lượng, nâng cao tuổi thọ công trình, đồng thời tạo điều kiện cải thiện môi trường sinh hoạt và làm việc của con người.

Trong những năm gần đây việc nghiên cứu chế tạo và sử dụng BTNCN-CC được phát triển mạnh mẽ, cho phép nâng cao chất lượng vật liệu (tính chất vật lý, cơ học, tính chất nhiệt,...), mở rộng phạm vi lĩnh vực sử dụng trong các kết cấu xây dựng (bao che bảo vệ kết

cấu xây dựng, làm tường bao và ngăn cách, tham gia trong kết cấu sàn, mái,...; cách nhiệt bảo ôn các công trình công nghiệp, buồng đốt, lò...); tăng khả năng chịu nhiệt - an toàn chống cháy, tăng khả năng cách nhiệt, cách âm.

BTNCN-CC là vật liệu đá nhân tạo không nung được hình thành do quá trình rắn chắc chất kết dính với nước, phụ gia theo một tỷ lệ thích hợp. Cấu trúc BTNCN-CC chứa lượng lớn các lỗ rỗng bé, kín, kích thước $0,5 \div 1,5$ mm phân bố đồng đều dạng tổ ong. Bản thân BTNCN-CC vừa mang tính chất của vật liệu bê tông vừa mang tính chất của vật liệu chịu nhiệt. Khi chịu tác động ở nhiệt độ cao sẽ xảy ra phản ứng pha rắn tạo ra các khoáng mới có độ bền nhiệt cao.

Việc chế tạo các cấu kiện, kết cấu xây dựng từ BTNCN-CC có thể sử dụng nguồn nguyên liệu địa phương, các loại phế thải cũng như cho phép chế tạo các kết cấu xây dựng với hình dạng bất kỳ, làm giảm giá thành công trình. Do đó việc nghiên cứu BTNCN-CC đưa vào ứng dụng trong xây dựng các công trình xây dựng dân dụng và công nghiệp có ý nghĩa khoa học và thực tiễn lớn và cấp thiết mang lại hiệu quả kinh tế kỹ thuật cao.

Việc nghiên cứu chế tạo BTNCN-CC dùng xi măng pooc lăng hỗn hợp (XMPCB) dựa trên cơ sở lý thuyết phản ứng vật chất rắn giữa phụ gia khoáng hoạt tính nghiền mịn (PGKNM) với các sản phẩm thủy hóa của xi măng tạo ra hợp chất mới bền nhiệt không phân hủy tăng tính chống cháy. Trên cơ sở các phản ứng tách khí hình thành cấu trúc xốp rỗng của vật liệu nhẹ cách nhiệt. Bài báo này giới thiệu một số kết quả nghiên cứu chế tạo BTNCN-CC dùng xi măng pooc lăng hỗn hợp (XMPCB) sử dụng cho các công trình xây dựng dân dụng và công nghiệp (làm tường, sàn).

2. Kết quả nghiên cứu

2.1. Nghiên cứu xi măng pooc lăng hỗn hợp Chinfon

Trong nghiên cứu sử dụng XMPCB Chinfon có chất lượng đạt các tiêu chuẩn TCVN 4030 - 2003 và TCVN 6017 - 1995, với các chỉ tiêu sau:

- Thành phần hóa, %: CaO-64,48; SiO₂-23,18; Al₂O₃-5,59; Fe₂O₃-3,38; MgO-1,07; SO₃-0,35; MKN-1,334; CaO_{tự do}-0,91.

- Thành phần khoáng, %: C₃S-56,37; C₂S-21,85; C₃A-9,0; C₄AF-12,78.

- Các tính chất cơ lý của PCB Chinfon: Khối lượng riêng: $\gamma_a = 3,15$ g/cm³; Khối lượng thể tích: $\gamma_0 = 1059$ kg/m³; Lượng nước tiêu chuẩn: N^{tc} = 29,0%; Cường độ nén: R_n = 48N/mm²; Thời gian đông kết: bắt đầu đông kết - 2h20ph; kết thúc đông kết - 3h35ph; Lượng sót trên sàng N008 - 9,8 %; Tính ổn định thể tích - 1,5mm.

2.2. Phụ gia khoáng nghiền mịn S (PGKNM S)

Trong nghiên cứu sử dụng PGKNM S (là các loại phế thải, phế liệu xây các buồng đốt, lò nung,...) có các tính chất sau:

- Thành phần hóa, %: CaO-1,07; SiO₂-58,54; Al₂O₃ - 32,99; Fe₂O₃-4,56; MgO-0,81; TiO₂-1,22; MKN-0,81.

- Các tính chất kỹ thuật của PGKNM S: Khối lượng riêng: $\gamma_a = 2,82$ g/cm³; Khối lượng thể tích: $\gamma_0 = 1300$ kg/m³; Độ hút nước: H_p = 12%; Lượng sót trên sàng N008 - 30 %; Độ chịu lửa: 1690 ÷ 1750°C.

2.3. Nghiên cứu chất kết dính chịu nhiệt (CKDCN)

2.3.1. Kết quả nghiên cứu các tính chất của CKDCN

- Lượng nước tiêu chuẩn và thời gian đông kết của CKDCN đều tăng lớn hơn so với khi không có phụ gia: Khi lượng PGKNM S tăng từ 20-50%: N^{tc} tăng từ 29,5-32,75%; thời gian bắt đầu đông kết tăng từ 2h20ph đến 3h35ph, thời gian kết thúc đông kết tăng từ 3h35ph đến 5h20ph.

- Cường độ nén của đá CKDCN dùng XMPCB Chinfon và PGKNM S phụ thuộc vào lượng dùng phụ gia S và nhiệt độ tác dụng, giới thiệu ở bảng 1:

Bảng 1. Cường độ nén đá CKDCN dùng XMPCB Chinfon với PGKNM S phụ thuộc vào lượng phụ gia và nhiệt độ tác dụng

Tỷ lệ XM/PG	Cường độ nén ở các nhiệt độ - R_n^t , $\frac{Mpa}{\%}$						
	R_n^{25}	R_n^{100}	R_n^{200}	R_n^{400}	R_n^{600}	R_n^{800}	R_n^{1000}
XM	$\frac{42,5}{89,3}$	$\frac{58,7}{100}$	$\frac{65,5}{111,6}$	$\frac{67,8}{115,5}$	$\frac{58,5}{99,7}$	$\frac{12,2}{20,8}$	$\frac{10,5}{17,9}$
4	$\frac{38,5}{69,6}$	$\frac{55,3}{100}$	$\frac{61,2}{110,7}$	$\frac{62,5}{113}$	$\frac{50,1}{90,6}$	$\frac{26,5}{47,9}$	$\frac{21,1}{38,2}$
2,33	$\frac{32,5}{61,9}$	$\frac{52,5}{100}$	$\frac{54,1}{103}$	$\frac{59,7}{113,7}$	$\frac{42,5}{81}$	$\frac{24,5}{46,7}$	$\frac{19,0}{36,2}$
1,857	$\frac{29,5}{73,4}$	$\frac{40,2}{100}$	$\frac{42,5}{105,7}$	$\frac{47,4}{117,9}$	$\frac{35,0}{87,1}$	$\frac{20,4}{50,7}$	$\frac{16,9}{42}$
1,5	$\frac{27,1}{72,3}$	$\frac{37,5}{100}$	$\frac{38,6}{102,9}$	$\frac{40,0}{106,7}$	$\frac{32,6}{86,9}$	$\frac{21,5}{57,3}$	$\frac{15,7}{41,9}$
1	$\frac{24,3}{80,7}$	$\frac{30,1}{100}$	$\frac{32,5}{107,9}$	$\frac{37,4}{124,3}$	$\frac{27,5}{91,4}$	$\frac{17,7}{58,8}$	$\frac{14,5}{48,2}$

Tử số là cường độ nén, mẫu số là phần trăm (%) cường độ nén còn lại so với cường độ nén ở 100°C.

Từ các số liệu nghiên cứu cho thấy: ở 25°C cường độ nén giảm dần khi tăng hàm lượng PGKNM S; ở 100°C ÷ 400°C cường độ nén của CKDCN tăng lên do tăng quá trình hydrat, lớn nhất ở 400°C. Điều này khác với CKDCN dùng xi măng poóc lăng (PC) với PGKNM S - cường độ lớn nhất ở 200°C; ở 600°C ÷ 1000°C cường độ nén giảm dần, giống quy luật của CKDCN dùng PC với PGKNM. Cường độ nén đạt cao nhất trong khoảng 800°C ÷ 1000°C với lượng dùng PGKNM S là 20%.

- Khối lượng thể tích (KLTT) của đá CKDCN ở các nhiệt độ tác dụng giảm dần theo chiều tăng nhiệt độ; ở 100°C ÷ 400°C KLTT giảm mạnh, lượng nước trong phụ gia tách ra thúc đẩy quá trình hydrat của các khoáng xi măng (quá trình “tự chưng hấp”) làm tăng cường độ, lớn nhất ở 400°C; ở 1000°C KLTT đạt thấp nhất.

2.3.2. Kết quả nghiên cứu hóa lý

Khi chịu tác động nhiệt độ CKDCN dùng XMPCB Chinfon và PGKNM S diễn ra quá trình biến đổi hóa lý phức tạp làm thay đổi thành phần, cấu trúc và các tính chất kỹ thuật của chúng:

- Nghiên cứu phân tích nhiệt (DTA) của CKDCN dùng XMPCB Chinfon với PGKNM S, có các hiệu ứng nhiệt: ở $110^{\circ}\text{C} \div 150^{\circ}\text{C}$ có hiệu ứng do tách nước của khoáng CSH, ở $500^{\circ}\text{C} \div 630^{\circ}\text{C}$ có hiệu ứng tách nước của $\text{Ca}(\text{OH})_2$, của các khoáng CSH, CAH, ở $800^{\circ}\text{C} \div 920^{\circ}\text{C}$ có hiệu ứng do phân ly CaCO_3 , mạnh nhất ở $850^{\circ}\text{C} \div 920^{\circ}\text{C}$, ở khoảng 1000°C có hiệu ứng của phản ứng pha rắn tạo hợp chất bền nhiệt C_2AS , CS,...

- Nghiên cứu phân tích nhiễu xạ rơnghen (SEM) của CKDCN dùng XMPCB Chinfon với PGKNM S, cho thấy sự hình thành các hợp chất mới bền nhiệt ở khoảng $800^{\circ}\text{C} \div 1000^{\circ}\text{C}$; khoáng Gelenhít – C_2AS ở các pic (1,73; 2,41; 3,01; 3,71; 4,02) dA° , khoáng CS ở pic (2,18; 2,3; 3,3; 3,15) dA° và có mặt của khoáng mulit - A_3S_2 , khoáng C_2S .

- Nghiên cứu thạch học CKDCN dùng XMPCB Chinfon với PGKNM S cho thấy ở khoảng $800^{\circ}\text{C} \div 1000^{\circ}\text{C}$ bắt đầu xảy ra phản ứng pha rắn của phụ gia với các khoáng của của XMPL hình thành hợp chất bền nhiệt C_2AS - Gelenhít, hình trụ - cấu trúc gồm có cả các tinh thể hình kim A_3S_2 (và cả tinh thể CaO dạng tấm vẩy chưa phản ứng hết) chúng phân bố trong pha thủy tinh làm tăng tính chịu nhiệt cho CKDCN.

2.4. Nghiên cứu BTNCN-CC dùng XMPCB Chinfon

2.4.1. Nghiên cứu hỗn hợp BTNCN-CC

Tính chất của hỗn hợp BTNCN-CC phụ thuộc vào tỷ lệ (nước) N/CKD và thành phần CKD được giới thiệu ở bảng 2:

Bảng 2. Tính chất của hỗn hợp BTNCN-CC

Tỷ lệ N/CKDCN	Tính chất của hỗn hợp BTCN-CN	Tỷ lệ XM PCB/PGS				
		6,7 (87/13)	5,7 (85/15)	4 (80/20)	3 (75/25)	2,7 (73/27)
0,494	γ_0 hỗn hợp, g/cm^3	1,82	1,78	1,72	1,65	1,62
	Độ chảy, cm	18,5	19	19,2	19,8	21
0,515	γ_0 hỗn hợp, g/cm^3	1,8	1,74	1,7	1,59	1,58
	Độ chảy, cm	21	22	22,5	23	24
0,53	γ_0 hỗn hợp, g/cm^3	1,76	1,7	1,69	1,57	1,56
	Độ chảy, cm	22	23	23,5	23,8	24,2
0,545	γ_0 hỗn hợp, g/cm^3	1,7	1,65	1,6	1,53	1,5
	Độ chảy, cm	23,5	23,8	24	24,5	24,8
0,55	γ_0 hỗn hợp, g/cm^3	1,65	1,6	1,55	1,5	1,45
	Độ chảy, cm	35	36,5	38	39	40

Kết quả nghiên cứu cho thấy: tăng tỷ lệ N/CKDCN khi thành phần CKDCN không đổi, độ chảy của hỗn hợp bê tông (HHBT) tăng, khối lượng thể tích (KLTT) của hỗn hợp bê tông giảm. Với lượng dùng nước nhất định, giảm tỷ lệ XMPCB/PGKNM làm tăng độ chảy loang và giảm KLTT của HHBT. Sự thay đổi độ chảy loang cũng như KLTT của HHBT có ảnh hưởng lớn đến độ rỗng và các tính chất của BTNCN-CC.

2.4.2. Nghiên cứu chế tạo BTNCN-CC

Trên cơ sở công thức thực nghiệm tính toán sơ bộ thành phần bê tông, bằng phương pháp quy hoạch thực nghiệm, các tác giả đã xây dựng mô hình nghiên cứu về thành phần và các nhân tố ảnh hưởng đến tính chất của BTNCN-CC ở 800°C. Các nhân tố ảnh hưởng là tỷ lệ XMPCB/PGKNM (X_1) và tỷ lệ N/CKDCN (X_2). Hàm mục tiêu là KLTT và cường độ nén (bảng 3).

Bảng 3. Ma trận quy hoạch thực nghiệm BTNCN-CC ở 800°C

TT	X_1	X_2	X_1X_2	X_1^2	X_2^2	$\overline{Y}_{\gamma_0^t}$, g/cm ³	$\overline{Y}_{R_n^t}$, MPa	Tính chất hỗn hợp BTNCN-CC	
								γ_0 hỗn hợp BT, g/cm ³	Độ chảy loang, cm
1	-1	-1	+1	+1	+1	0,795	1,68	1,690	23,5
2	+1	-1	-1	+1	+1	0,799	1,81	1,840	22,5
3	-1	+1	-1	+1	+1	0,749	1,7	1,630	24,1
4	+1	+1	+1	+1	+1	0,764	1,79	1,750	23,5
5	+1,414	0	0	2	0	0,796	1,65	1,860	24,0
6	-1,414	0	0	2	0	0,772	1,77	1,770	24,7
7	0	+1,414	0	0	2	0,724	1,65	1,650	38,5
8	0	-1,414	0	0	2	0,814	1,76	1,820	19,7
9	0	0	0	0	0	0,720	1,98	1,790	24,5
10	0	0	0	0	0	0,721	1,87	1,787	25,0
11	0	0	0	0	0	0,715	1,98	1,792	24,3
12	0	0	0	0	0	0,718	1,89	1,795	24,1
13	0	0	0	0	0	0,712	1,85	1,784	25,1

Từ các kết quả nghiên cứu thực nghiệm, đã xác lập được phương trình hồi quy các hàm mục tiêu của BTNCN-CC ở 800°C:

$$Y_{R_0^t} = 0,717 - 26.X_2 + 32.X_1^2 + 25X_2^2; Y_{R_n^t} = 19,14 - 0,936.X_1^2 - 0,961.X_2^2$$

Các hàm số hồi quy $Y_{R_0^t}$; $Y_{R_n^t}$ cho thấy cường độ nén, khối lượng thể tích của BTNCN-CC phụ thuộc lượng dùng PGKNM và lượng dùng nước. Cường độ nén đạt giá trị cao nhất tại X_1, X_2 (0;0) - tức tỷ lệ XMPCB/PGKNM=4; N/CKDCN=0,53. Khối lượng thể tích đạt giá trị thấp nhất tại X_1, X_2 (0; 0,52) – tức tỷ lệ XMPCB/PGKNM=4; N/CKDCN=0,538.

2.4.3. Nghiên cứu các tính chất của BTNCN-CC dùng XMPCB Chinfon

a. Bảng 4 trình bày cường độ nén của BTNCN-CC dùng XMPCB ở các nhiệt độ.

Bảng 4. Cường độ nén của BTNCN-CC dùng XMPCB Chinfon ở các nhiệt độ

STT- N ^o	Tỷ lệ XM/PG	Tỷ lệ N/CKDCN	Cường độ nén của BTNCN-CN ở các nhiệt độ (R_n^t), MPa/%				
			100 ^o C	200 ^o C	400 ^o C	600 ^o C	800 ^o C
1	3	0,515	2,5/100	2,72/108,8	2,85/114	2,43/97,2	1,18/44,8
2	5,7	0,515	2,65/100	2,82/106,4	2,93/110,5	2,52/95,1	1,31/49,8
3	3	0,545	2,31/100	2,64/114,7	2,82/122,1	2,2/95,2	1,2/51,9
4	5,7	0,545	2,6/100	2,85/109,6	2,93/113,8	2,57/98,8	1,29/53,8
5	6,7	0,53	3,05/100	3,27/107,2	3,35/108,1	2,85/91,8	1,15/37,7
6	2,7	0,53	3,0/100	3,2/106,6	3,3/109,6	2,8/93,7	1,27/39,7
7	4	0,55	1,6/100	1,72/107,5	1,85/115,6	1,45/90,6	1,15/68,7
8	4	0,494	3,52/100	3,75/106,5	3,92/111,3	3,25/92,3	1,26/35,7
9	4	0,53	3,1/100	3,61/116,4	3,8/122,5	3,02/97,4	1,48/46,7

Qua các số liệu thực nghiệm cho thấy: khi đốt nóng từ 100^oC đến 400^oC, R_n của BTNCN-CC đều tăng, do xảy ra sự “*tự chưng hấp*” làm tăng quá trình hydrat các phân khoáng của XMPCB cũng như sự lên chặt cấu trúc do co ngót. Sự tăng cường độ nén này phụ thuộc vào loại, lượng dùng PGKNM, lượng dùng nước và nhiệt độ đốt nóng. Từ đặc điểm quy luật này cho phép xác lập chế độ công nghệ và sử dụng thích hợp.

- Khi nhiệt độ đốt nóng từ 400^oC đến 800^oC có sự suy giảm R_n của BTNCN-CC, giá trị thấp nhất là ở 800^oC, do mất nước liên kết của các khoáng hydrat, do sự co ngót phá hoại cấu trúc của đá bê tông. Cường độ nén của cấp phối 9 có giá trị cao nhất ở 800^oC, có khả năng chịu nhiệt cao cũng như hoàn toàn có khả năng chống cháy.

- Theo tiêu chuẩn chống cháy trong công trình dân dụng và công nghiệp TCVN 2622 - 1995 thì loại vật liệu này là vật liệu chống cháy bậc 1: không cháy, chịu được nhiệt độ cao kéo dài lớn hơn 150phút rất nhiều, không tạo khí độc hại, bảo tồn được cường độ trong giới hạn cho phép (R_n^t lớn hơn 30% R_n^{100} - cường độ nén ở 100^oC) sử dụng.

b. Khối lượng thể tích và tính cách nhiệt của BTNCN-CC dùng XMPCB Chinfon

Khối lượng thể tích là một trong những tính chất quan trọng của BTNCN-CC, nó có ảnh hưởng lớn đến cường độ nén cũng như tính cách nhiệt. Khối lượng thể tích, hệ số dẫn nhiệt của BTNCN-CC giới thiệu ở bảng 5.

Qua các số liệu nghiên cứu cho thấy: khối lượng thể tích của BTNCN-CC giảm dần theo chiều tăng của nhiệt độ, hệ số dẫn nhiệt của BTNCN-CC phụ thuộc vào khối lượng thể tích và nhiệt độ, có giá trị thấp, có khả năng cách nhiệt tốt cho công trình dân dụng và công nghiệp, với giá trị hệ số dẫn nhiệt từ 0,2-0,3 kCal/m.^oC.h.

Do khối lượng thể tích của BTNCN-CC có giá trị thấp nhất từ 0,7-0,9g/cm³, nhỏ hơn nhiều so với các cấu kiện trong kết cấu công trình, ví dụ: các sàn rỗng bê tông cốt thép được làm rỗng bằng các quả bóng nhựa có chiều dày sàn từ 0,23-0,45m, có khối lượng thể tích sàn từ 1,71-1,85 g/cm³ hay lớn hơn nên ta có thể kết hợp sử dụng loại BTNCN-CC này trong kết cấu sàn, tường ngăn, mái chống nóng... sẽ cho hiệu quả xây dựng cao. Loại vật liệu này sẽ giảm khá lớn khối lượng công trình, cho phép thi công nhanh, tiết kiệm nguyên vật liệu xây dựng,...

Bảng 5. Khối lượng thể tích và hệ số dẫn nhiệt của BTNCN-CC ở các nhiệt độ

TT	Tỷ lệ XM/PG	Tỷ lệ N/CKDCN	Khối lượng thể tích - γ_0^t (g/cm ³) và hệ số dẫn nhiệt - λ^t (kCal/m.°C.h) của BTNCN-CC ở các nhiệt độ.									
			100°C		200°C		400°C		600°C		800°C	
			γ_0	λ	γ_0	λ	γ_0	λ	γ_0	λ	γ_0	λ
1	3	0,515	0,869	0,291	0,732	0,231	0,715	0,223	0,702	0,218	0,695	0,212
2	5,7	0,515	0,887	0,299	0,793	0,260	0,776	0,250	0,751	0,239	0,699	0,216
3	3	0,545	0,832	0,275	0,787	0,255	0,759	0,243	0,742	0,235	0,649	0,195
4	5,7	0,545	0,786	0,254	0,755	0,241	0,734	0,232	0,720	0,260	0,664	0,201
5	6,7	0,53	0,820	0,269	0,766	0,246	0,745	0,236	0,728	0,229	0,696	0,212
6	2,7	0,53	0,811	0,265	0,741	0,235	0,723	0,227	0,711	0,222	0,672	0,205
7	4	0,55	0,731	0,231	0,710	0,222	0,698	0,216	0,685	0,209	0,624	0,184
8	4	0,494	0,907	0,308	0,825	0,272	0,783	0,253	0,735	0,232	0,714	0,223
9	4	0,53	0,856	0,285	0,812	0,266	0,768	0,246	0,761	0,243	0,620	0,181

3. Kết luận

Từ các kết quả nghiên cứu trên rút ra các kết luận:

- Đã nghiên cứu sử dụng XMPCB Chinfon với PGKNM S chế tạo được CKDCN làm việc ở khoảng nhiệt độ 800°C ÷ 1000°C. Đã xác lập được quy luật biến đổi các tính chất của CKDCN phụ thuộc vào lượng PGKNM, vào nhiệt độ tác dụng: khi tăng lượng phụ gia thì lượng nước tiêu chuẩn tăng và thời gian đông kết cũng kéo dài hơn với mọi tỷ lệ dùng phụ gia khi bị đốt nóng từ 100°C đến 400°C, cường độ nén của đá CKDCN tăng, từ 400°C đến 800°C cường độ nén giảm dần, lượng dùng PGKNM S với PCB Chinfon là XM/PG = 4 ở 800°C và XM/PG = 1 ở 1000°C.

Việc nghiên cứu CKDCN ở các cấp nhiệt độ cho phép xác định được lượng dùng PGKNM thích hợp ở mỗi cấp nhiệt độ. Từ các kết quả nghiên cứu hóa lý cho phép xác lập chế độ công nghệ chế tạo và sử dụng ban đầu BTNCN-CC.

- Đã xác định được thành phần BTNCN-CC dùng XMPCB Chinfon với PGKNM S ; chất kết dính chịu nhiệt: 636kg/m³ (tỷ lệ XM/PG = 4); lượng dùng nước theo tỷ lệ N/CKDCN = 0,53, chất tạo rỗng: 0,4 kg/m³; chất hoạt hóa kiềm hữu cơ: 2,5kg/m³.

- Đã nghiên cứu xác định được các tính chất của BTNCN-CC dùng XMPCB Chinfon với PGKNM S ở các cấp nhiệt độ: cường độ nén, khối lượng thể tích, độ dẫn nhiệt. Qua các số liệu nghiên cứu ở trên đã khẳng định được khả năng sử dụng XMPCB Chinfon chế tạo BTNCN-CC, loại vật liệu này có thể sử dụng rộng rãi trong các công trình xây dựng dân dụng và công nghiệp trong các kết cấu tường, sàn, mái của nhà; trong các buồng đốt, lò nung, các kết cấu chịu nhiệt và cách nhiệt các thiết bị của các ngành công nghiệp luyện kim, hóa dầu, vật liệu xây dựng, cơ khí,... ở nước ta.

Tài liệu tham khảo

1. Vũ Minh Đức (1998), *Bê tông nhẹ kerazit chịu nhiệt*. Báo cáo Hội nghị Khoa học Công nghệ lần thứ 12 Trường Đại học Xây dựng, Hà Nội.
2. Vũ Minh Đức (2002), *Nghiên cứu chế tạo bê tông chịu nhiệt - cách nhiệt*, đề tài KHCN trọng điểm cấp Bộ Giáo dục và Đào tạo, mã số B98-34-22 TĐ, Hà Nội.
2. Bùi Thị Hoa (2010), *Nghiên cứu chế tạo chất kết dính chịu nhiệt từ các nguyên liệu địa phương và các phế liệu, phế thải để chế tạo vữa và bê tông chịu nhiệt sử dụng cho các công trình xây dựng chịu tác động của nhiệt độ cao*, đề tài KHCN cấp Bộ Giáo dục và Đào tạo, mã số B2008-03-37, Hà Nội.
3. Vũ Minh Đức (2006), *Nghiên cứu chế tạo chất kết dính chịu nhiệt dùng xi măng pooc lăng hỗn hợp*, đề tài KHCN cấp Trường Đại học Xây dựng, mã số 08-2006/KH XD, Hà Nội.
4. TCVN 2682-99, *Xi măng pooc lăng - yêu cầu kỹ thuật*.
5. TCXDVN 316-04, 317-04, *Bloc bê tông nhẹ - yêu cầu kỹ thuật; phương pháp thử*.
6. *Cellular Concrete for Road Construction* - 2009.