

Nguyễn Thành Đoàn

Nghiên cứu bê tông gốm hệ alumô-silicat sử dụng chất kết dính huyền phù gồm nồng độ cao từ nguyên liệu mulit và thạch anh điện chảy

2015

LỜI CAM ĐOAN

Tôi xin cam đoan đây là đề tài nghiên cứu của riêng tôi. Các số liệu kết quả nêu trong luận án là trung thực và chưa từng được công bố trong bất kỳ công trình nghiên cứu nào khác.

Hà Nội, tháng 4 năm 2015

Tập thể hướng dẫn

Nghiên cứu sinh

PGS.TS Đào Xuân Phái

TS. Tạ Ngọc Dũng

Nguyễn Thành Đoàn

LỜI CẢM ƠN

Tôi xin chân thành cảm ơn Trường Đại học Bách khoa Hà Nội, Viện Đào tạo sau đại học, Viện Kỹ thuật Hóa học và Bộ môn Công nghệ Vật liệu silicat đã cho phép em thực hiện luận án tại Trường Đại học Bách khoa Hà Nội. Xin cảm ơn Viện Đào tạo sau đại học và Viện Kỹ thuật Hóa học về sự hỗ trợ và giúp đỡ trong suốt quá trình tôi thực hiện nội dung luận án.

Xin chân thành cảm ơn PGS.TS Đào Xuân Phái và TS Tạ Ngọc Dũng đã hướng dẫn hết sức tận tình và chu đáo về mặt chuyên môn để em thực hiện và hoàn thành luận án.

Xin chân thành biết ơn Quý thầy, cô Bộ môn Công nghệ Vật liệu silicat – Trường Đại học Bách khoa Hà Nội luôn giúp đỡ và tạo điều kiện một cách thuận lợi nhất để hoàn thành luận án này.

Tôi xin chân thành cảm ơn Lãnh đạo Viện Nghiên cứu Sành sứ thủy tinh Công nghiệp - Bộ Công thương đã tạo điều kiện giúp đỡ để tôi được sử dụng các thiết bị phân tích thực hiện đề tài nghiên cứu, qua đó hoàn thành luận án này.

Tôi xin cảm ơn Ban giám hiệu Trường Đại học Công nghiệp Việt Trì, Lãnh đạo Khoa Công nghệ hóa học cùng các đồng nghiệp Bộ môn Công nghệ Hóa silicat đã giúp đỡ và động viên tôi trong suốt quá trình học tập, nghiên cứu.

Xin bày tỏ biết ơn sâu sắc tới các thầy phản biện, các thầy trong hội đồng chấm luận án đã đồng ý đọc duyệt và đóng góp ý kiến để em có thể hoàn chỉnh luận án này và định hướng nghiên cứu trong tương lai.

Cuối cùng xin gửi lời cảm ơn chân thành đến người thân, bạn bè - những người đã luôn động viên, khuyến khích tôi trong suốt thời gian nghiên cứu và thực hiện công trình này.

Nghiên cứu sinh

Nguyễn Thành Đoàn

MỤC LỤC

DANH MỤC CÁC KÝ HIỆU VÀ CHỮ VIẾT TẮT.....	v
DANH MỤC CÁC BẢNG.....	viii
DANH MỤC CÁC HÌNH ẢNH, ĐỒ THỊ	x
MỞ ĐẦU.....	1
CHƯƠNG 1: TỔNG QUAN.....	3
1.1. Tổng quan về bê tông chịu lửa.....	3
1.1.1. Khái niệm.....	3
1.1.2. Phân loại bê tông chịu lửa.....	3
1.1.3. Bê tông chịu lửa thông thường.....	4
1.1.4. Bê tông chịu lửa ít xi măng (LCC) và siêu ít xi măng (ULCC).....	5
1.1.5. Bê tông chịu lửa không xi măng sử dụng chất kết dính $\rho\text{-Al}_2\text{O}_3$	6
1.1.6. Bê tông gốm.....	7
1.2. Các xu hướng nghiên cứu, phát triển bê tông chịu lửa hiện tại và trong tương lai.....	9
1.2.1. Bê tông chịu lửa ít xi măng tính năng cao.....	9
1.2.2. Bê tông chịu lửa chứa các bon.....	9
1.2.3. Bê tông chịu lửa công nghệ nano.....	11
1.2.4. Bê tông gốm tính năng cao.....	12
1.3. Cơ sở lý thuyết chế tạo HCBS và bê tông gốm.....	13
1.3.1. Thành phần và cấu trúc bê tông gốm.....	13
1.3.2. Chất kết dính huyền phù gốm nồng độ cao.....	15
1.3.3. Tính toán cấp phối và tạo hình bê tông gốm.....	33
1.3.4. Gia cường bán thành phẩm.....	36
1.4. Các công trình nghiên cứu về HCBS và bê tông gốm đã công bố.....	38
1.5. Những vấn đề cần tiếp tục được nghiên cứu làm rõ về bê tông gốm.....	45
CHƯƠNG 2: PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU	47
2.1. Các phương pháp tiêu chuẩn.....	47
2.2. Các phương pháp phi tiêu chuẩn.....	47
2.2.1. Phân tích thành phần hóa học của nguyên liệu, vật liệu.....	47
2.2.2. Xác định độ bền uốn ở nhiệt độ thường của mẫu nghiên cứu.....	47
2.2.3. Xác định tỷ trọng của HCBS.....	48
2.2.4. Xác định độ nhớt của HCBS.....	49

2.2.5. Xác định pH của HCBS	49
2.2.6. Phân tích thành phần hạt HCBS bằng phương pháp tán xạ laser	50
2.2.7. Xác định vi cấu trúc của vật liệu bằng kính hiển vi điện tử quét (SEM)	50
2.2.8. Đo độ chảy của bê tông	51
2.2.9. Phân tích mẫu bằng phổ hồng ngoại IR	51
CHƯƠNG 3: KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN	53
3.1. Lựa chọn nguyên liệu và phụ gia	53
3.1.1. Nguyên liệu để chế tạo HCBS	53
3.1.2. Cốt liệu chịu lửa	54
3.1.3. Phụ gia	54
3.1.4. Phụ gia keo tán	55
3.1.5. Vật liệu ngâm tẩm	56
3.2. Nghiên cứu quá trình đóng rắn và phát triển cường độ của HCBS từ thạch anh điện chảy	56
3.3. Nghiên cứu giải pháp công nghệ chế tạo HCBS	61
3.3.1. Chế tạo HCBS gốc từ mullite – thạch anh điện chảy	61
3.3.2. So sánh tính chất của HCBS từ mullite-thạch anh điện chảy với đất sét 76	
3.4. Nghiên cứu bê tông gốm dựa trên HCBS	82
3.4.1. Tính chất của HCBS từ mullite – thạch anh nóng chảy	82
3.4.2. Tính cấp phối bê tông	82
3.4.3. Độ chảy của bê tông	83
3.4.4. Tính chất cơ lý của bê tông sau sấy và sau nung	84
3.4.5. Nghiên cứu vi cấu trúc của bê tông gốm	87
3.5. Nghiên cứu, so sánh các tính chất của bê tông gốm với bê tông chịu lửa ít xi măng	88
3.6. Tăng bền bán thành phẩm	92
KẾT LUẬN	100
NHỮNG ĐIỂM MỚI CỦA LUẬN ÁN	101
TÀI LIỆU THAM KHẢO	102
DANH MỤC CÁC CÔNG TRÌNH ĐÃ CÔNG BỐ CỦA LUẬN ÁN	111
PHỤ LỤC	113

DANH MỤC CÁC KÝ HIỆU VÀ CHỮ VIẾT TẮT

1. Chữ viết tắt

A	Al_2O_3
BTCL	Bê tông chịu lửa
C	CaO
CMOR	Độ bền uốn ở nhiệt độ thường
CAC	Xi măng cao nhôm
CCS	Độ bền nén nguội
F	Fe_2O_3
FG	Graphit vảy
FV	Độ chảy khi rung bê tông
H	H_2O
HCBS	Kết dính huyền phù gồm nồng độ cao
HMOR	Độ bền uốn ở nhiệt độ cao
IP	Thế ion
IR	Phổ hồng ngoại
KLTT	Khối lượng thể tích
LCC	Bê tông chịu lửa ít xi măng
MS	Silica fume hoặc microsilica
PCE	Poly Carboxylate Ethers
RC	Bê tông chịu lửa thông thường
RKB	Bô xít nung bằng lò quay
RUL	Nhiệt độ biến dạng dưới tải trọng
S	SiO_2
SHMP	Sodium Hexametaphosphate
STPP	Sodium Tripolyphosphate
SEM	Kính hiển vi điện tử quét

UNITECR	Hội nghị quốc tế về vật liệu chịu lửa
ULCC	Bê tông chịu lửa siêu ít xi măng
XRD	Nhiễu xạ tia X
XRF	Huỳnh quang tia X

2. Ký hiệu

C_v	Hệ số nồng độ thể tích pha rắn trong hệ phân tán
$C_{v_{cr}}$	Hệ số nồng độ thể tích pha rắn tới hạn trong hệ phân tán
C_w	Hệ số nồng độ thể tích pha lỏng trong hệ phân tán
C_{w_k}	Nồng độ thể tích của môi trường phân tán động
C_{w_s}	Nồng độ thể tích của môi trường liên kết động
C_{w_f}	Nồng độ thể tích của môi trường liên kết lý - hóa
C_{w_m}	Nồng độ thể tích của môi trường liên kết cơ học
d	Tỷ trọng của nước thủy tinh
σ_u	Độ bền uốn
$\dot{\epsilon}$	Tốc độ cắt
L_c	Độ co dài sau khi sấy
L_v^c	Độ co thể tích sau khi sấy
η	Độ nhớt
η_{min}	Độ nhớt nhỏ nhất của HCBS
η_ω	Độ nhớt của HCBS tại tốc độ khuấy trộn ω
ρ_d	Tỷ trọng của HCBS
ρ_s	Khối lượng riêng của pha rắn trong HCBS
ρ_w	Tỷ trọng của môi trường phân tán
ρ_{rel}	Độ đặc tương đối của vật liệu sau khi sấy khô
ρ_{cast}	Độ rỗng của vật liệu sau khi sấy khô
$\rho\text{-Al}_2\text{O}_3$	Rho - alumina

P	Ứng suất trượt
P_{cast}	Độ xốp
τ	Thời gian nghiền HCBS
τ_n	Thời gian khuấy trộn
T_{bd}	Nhiệt độ bắt đầu biến dạng dưới tải trọng
T_4	Nhiệt độ biến dạng dưới tải trọng 4%
ω	Tốc độ quay khi ổn định HCBS bằng khuấy trộn
V_d	Thể tích pha rắn trong HCBS
V_w	Thể tích pha lỏng trong HCBS
w	Độ ẩm tương đối
X_{bk}	Độ xốp biểu kiến

DANH MỤC CÁC BẢNG

Bảng 1.1: Phân loại các nhóm HCBS	18
Bảng 1.2: Nguyên liệu, phương pháp sản xuất và tính chất của HCBS dựa trên vật liệu silic.....	21
Bảng 1.3: Nguyên liệu, phương pháp sản xuất và tính chất của HCBS dựa trên vật liệu hệ aluminosilicate	22
Bảng 1.4: Sự thay đổi của các thông số HCBS trong quá trình nghiền ướt	24
Bảng 1.5: Đặc tính của các vật liệu gốm không nung và bê tông gốm	38
Bảng 1.6: Tóm lược các giai đoạn nghiên cứu và phát triển HCBS và bê tông gốm	41
Bảng 2.1: Tiêu chuẩn cần xác định và phương pháp thử.....	47
Bảng 3.1: Thành phần và tính chất của thạch anh điện chảy.....	53
Bảng 3.2: Thành phần và tính chất của mullite tổng hợp	54
Bảng 3.3: Thành phần và tính chất của microsilica.....	55
Bảng 3.4: Loại và nguồn gốc phụ gia keo tán	55
Bảng 3.5: Tính chất của thủy tinh lỏng.....	56
Bảng 3.6: Tính chất và thành phần hạt của huyền phù thạch anh điện chảy	57
Bảng 3.7: Phối liệu chế tạo HCBS mullite - thạch anh điện chảy	62
Bảng 3.8: Tính chất huyền phù sau 28 h nghiền với các phụ gia khác nhau.....	63
Bảng 3.9: Tính chất của HCBS mullite – thạch anh điện chảy sau 28 h nghiền ...	65
Bảng 3.10: Thành phần hạt ứng với phối liệu M90Q10 sau 12h nghiền.....	66
Bảng 3.11: Thành phần hạt ứng với phối liệu M90Q10 sau 18h nghiền.....	67
Bảng 3.12: Thành phần hạt ứng với phối liệu M90Q10 sau 28h nghiền.....	68
Bảng 3.13: Ảnh hưởng của phụ gia PCE đến độ nhớt và pH của HCBS	70
Bảng 3.14: Ảnh hưởng của phụ gia SHMP đến độ nhớt và pH của HCBS	71
Bảng 3.15: Tính chất của HCBS mullite – thạch anh điện chảy theo phối liệu M90Q10.....	76
Bảng 3.16: Thành phần hạt của đất sét Trúc Thôn.....	77
Bảng 3.17: Yêu cầu và các kết quả đạt được khi nghiên cứu chế tạo HCBS	81
Bảng 3.18: Thành phần của bê tông nghiên cứu sử dụng cốt liệu mullite	82
Bảng 3.19: Độ bền nén nguội của bê tông cốt liệu mullite.....	84
Bảng 3.20: Độ xốp biểu kiến, khối lượng thể tích và độ co của mẫu 32 % HCBS theo nhiệt độ nung	86

Bảng 3.21: Thành phần hóa học của bê tông gốm và bê tông ít xi măng.....	89
Bảng 3.22: Độ bền nén nguội (CCS) của bê tông gốm và bê tông chịu lửa ít xi măng	89
Bảng 3.23: Kết quả thử tính chất cơ nhiệt ở nhiệt độ cao	91
Bảng 3.24: Độ bền uốn theo thời gian ngâm tẩm mẫu tại các mật độ thủy tinh lỏng khác nhau	93
Bảng 3.25: Độ bền nén theo thời gian ngâm tẩm mẫu tại các mật độ thủy tinh lỏng khác nhau	93
Bảng 3.26: Độ xốp của mẫu nghiên cứu.....	97
Bảng 3.27: Độ tăng khối lượng Δm của mẫu theo thời gian tại các mật độ.....	98
Bảng 3.28: Độ co của mẫu sau sấy và sau nung.....	99
Bảng 3.29: Độ bền cơ học của bê tông gốm sau khi gia cường	99