

ĐÁNH GIÁ HOẠT TÍNH CỦA TRO BAY THEO PHƯƠNG PHÁP TRỰC TIẾP VÀ GIÁN TIẾP

Nguyễn Văn Hường¹

Tóm tắt: *Tính chất hóa học và vật lý của tro bay phụ thuộc vào nguồn gốc của than đá cũng như công nghệ đốt của nhà máy nhiệt điện. Do vậy, việc đánh giá tính chất hóa học, thành phần khoáng, tính chất vật lý và độ hoạt tính của tro bay là cần thiết. Trong nghiên cứu này, đánh giá độ hoạt tính của tro bay theo hai phương pháp (phương pháp trực tiếp và phương pháp gián tiếp) đã được thực hiện cũng như xem xét mối liên hệ giữa kết quả của hai phương pháp. Phương pháp trực tiếp là xác định lượng canxi hydroxit phản ứng với tro bay bằng thiết bị phân tích nhiệt trọng lượng và phương pháp gián tiếp là xác định chỉ số hoạt tính cường độ nén. Kết quả đạt được cho thấy: các chỉ tiêu thí nghiệm của tro bay nghiên cứu thỏa mãn yêu cầu là loại phụ gia khoáng hoạt tính theo TCVN 10302:2014; đồng thời kết quả của phương pháp trực tiếp là cơ sở để giải thích hiệu quả của tro bay trong phát triển cường độ nén theo phương pháp gián tiếp thông qua hiệu ứng puzolanic.*

Từ khóa: Tro bay, phụ gia khoáng, puzolanic, nhiệt trọng lượng, bê tông.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Tro bay là bụi khí thải mịn sinh ra do quá trình đốt cháy nhiên liệu than đá trong các nhà máy nhiệt điện. Tro bay được thu gom từ bụi thải qua ống khói nhà máy bằng bộ lắng tĩnh điện hoặc túi lọc, nó có thể tái sử dụng hoặc thải bỏ. Dưới dạng đồ đồng tro bay nhìn giống như xi măng, tuy nhiên chúng khác nhau về thành phần hóa học. Tùy theo nguồn gốc than đá, công nghệ đốt và mục đích sử dụng mà tro bay có thể sử dụng trực tiếp chưa tuyển hoặc đã qua công nghệ xử lý tuyển khô hoặc tuyển ướt để loại bớt thành phần không mong muốn, nhằm nâng cao thành phần và chất lượng hữu ích trong sử dụng.

Theo TCVN 10302:2014 (Hội công nghiệp bê tông Việt Nam, 2014), tùy thuộc vào chỉ tiêu chất lượng, tro bay có thể được xác định là loại phụ gia khoáng hoạt tính dùng cho bê tông, vữa xây và xi măng; cũng theo tiêu chuẩn này, tro bay được phân thành hai loại là tro bay loại F (tro axit - acid ash) và tro bay loại C (tro bazơ - base ash). Ngoài ra, nếu tro bay dùng cho bê

tông đầm lăn thì tính chất của nó phải phù hợp với TCVN 8825:2011 (Hội Công nghiệp Bê tông Việt Nam, 2011). Khác với tro bay loại C có hàm lượng CaO cao nên ngoài thuộc tính puzolanic nó còn có thuộc tính xi măng, còn đối với tro bay loại F do có hàm lượng CaO thấp nên nó có thuộc tính puzolanic là chủ yếu, do đó việc đánh giá độ hoạt tính puzolanic (pozzolanic reactivity) là cần thiết đối với tro bay loại F để có thể sử dụng hiệu quả của tro bay loại này dùng cho bê tông (Das, S. K, 2006).

Đặc tính quan trọng của tro bay loại F là khả năng tác dụng với Ca(OH)_2 theo phản ứng puzolanic ($2\text{SiO}_2 + 3\text{Ca(OH)}_2 \rightarrow 3\text{CaO} \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$) tạo thành canxi silicat hydrate thứ cấp (C-S-H: $3\text{CaO} \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$). Do đó, khi thay thế một phần xi măng bằng tro bay trong bê tông sẽ dẫn đến sự gia tăng cường độ sau cùng (Isaia, G. C. et al, 2003); giảm độ rỗng và tăng độ bền của bê tông (Leklou, N. et al, 2017); ngoài ra, nó cũng mang lại các hiệu quả đáng kể khác như tăng tính công tác, giảm tách nước, phân tầng và giảm nhiệt hydrat hóa của hỗn hợp bê tông tươi (Sarker, P. & McKenzie, L, 2009).

Độ hoạt tính puzolanic của tro bay phụ thuộc

¹ Trung tâm Nghiên cứu Tài nguyên nước, Trường Đại học Bách Khoa – Đại học Đà Nẵng

vào loại và lượng của pha vô định hình (amorphous phases), độ mịn và lượng mất khi nung. Các nghiên cứu của (Dhir, R. K. et al, 1981) và (Joshi, R. C & Lohita, R. P, 1997) đã xây dựng mối quan hệ giữa cường độ nén mẫu vữa và bê tông của hỗn hợp chất kết dính xi măng – tro bay với thành phần hóa học và độ mịn của tro bay, kết quả nghiên cứu của họ chỉ ra rằng: các tính chất về lượng mất khi nung, độ mịn và lượng của pha vô định hình có ảnh hưởng đến cường độ nén tuy nhiên đã không chỉ ra được mối quan hệ rõ ràng nào giữa cường độ nén với một trong ba tính chất nêu trên.

Hiện nay, có nhiều phương pháp để đánh giá độ hoạt tính của vật liệu puzolan (tro bay, mê-ta-cao-lanh, muối silic, tro trấu) đã được đề xuất và có thể phân thành hai nhóm là nhóm phương pháp thực tiếp và nhóm phương pháp gián tiếp. Phương pháp thực tiếp là xác định quá trình khả năng phản ứng của vật liệu puzolan với $\text{Ca}(\text{OH})_2$ thông qua các thiết bị thí nghiệm như nhiễu xạ tia X (X-ray diffraction: XRD), phân tích nhiệt trọng lượng (thermo-gravimetric analysis: TGA) hay chuẩn độ hóa học (chemical titration). Phương pháp gián tiếp là xác định đặc tính vật lý của mẫu thử như cường độ nén, độ dẫn điện hay xác định sự phát triển nhiệt bằng thiết bị đo nhiệt lượng (calorimetry) sinh ra.

Trong bài báo này, tác giả phân tích thành phần hóa học của tro bay bằng phương pháp nhiễu xạ tia X, sau đó đánh giá độ hoạt tính của tro bay theo phương pháp phân tích nhiệt trọng lượng và phương pháp xác định cường độ nén

của mẫu. Kết quả đạt được cho thấy: các chỉ tiêu thí nghiệm của tro bay nghiên cứu thỏa mãn yêu cầu là loại phụ gia hoạt tính theo TCVN 10302:2014; đồng thời kết quả của phương pháp thực tiếp là cơ sở để giải thích hiệu quả của tro bay trong phát triển cường độ nén theo phương pháp gián tiếp thông qua hiệu ứng puzolanic.

2. NGHIÊN CỨU THỰC NGHIỆM

2.1 Vật liệu thí nghiệm

- Tro bay: nghiên cứu dùng loại tro bay lấy trực tiếp chưa tuyển ở một nhà máy nhiệt điện ở miền Trung được cung cấp bởi Công ty Cổ phần Xuất nhập khẩu Vật liệu xanh có độ ẩm 2.8% và thành phần hóa học của tro bay như ở Bảng 1. Các chỉ tiêu ở Bảng 1 cho thấy loại tro bay nghiên cứu phù hợp với tro bay hoạt tính loại F dùng cho bê tông, vữa xây và xi măng theo TCVN 10302:2014.

- Xi măng: xi măng dùng thí nghiệm là loại xi măng Pooclang PC40 phù hợp với TCVN 2682:2009 (Viện Vật liệu xây dựng, 2009) và ISO 9001-2008.

- Canxi hydroxit $\text{Ca}(\text{OH})_2$: dạng bột mịn màu trắng với hàm lượng $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 98% được dùng để chế bị mẫu hồ tro bay – vôi để xác định độ hoạt tính theo phương pháp nhiệt trọng lượng.

- Cát: là loại cát tiêu chuẩn Beltech dùng để thử nghiệm xác định cường độ của xi măng, loại cát này phù hợp theo TCVN 6227:1996 (Viện Vật liệu xây dựng, 1996) và ISO 679.

- Nước: Nước dùng để bảo dưỡng mẫu, trộn vữa và hồ phù hợp với TCVN 4506: 2012 (Viện Khoa học Công nghệ Xây dựng, 2012).

Bảng 1. Thành phần hóa học của tro bay

Thành phần	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	SO_3	Na_2O	K_2O	Cl ⁻	CaO_{td}	LOI
% theo khối lượng	56.3	22.62	5.91	0.49	0.15	0.19	0.007	0.0	2.94

2.2 Thiết bị thí nghiệm

Nghiên cứu đã sử dụng các thiết bị gồm: máy nhiễu xạ tia X, máy phân tích nhiệt trọng lượng và các thiết bị xác định cường độ nén mẫu vữa.

- Máy nhiễu xạ tia X (X-ray diffraction: XRD): thành phần khoáng của tro bay được xác định bằng nhiễu xạ tia X loại Rigaku SmartLab, điều khiển thực hiện thí nghiệm với bức xạ

$\text{CuK}\alpha$, cường độ dòng điện 30 mA, hiệu điện thế 40 kV và góc nhiễu xạ $2\theta = 10^\circ - 70^\circ$ (bước 0.01°).

- Máy phân tích nhiệt trọng lượng (thermo-gravimetric analysis: TGA): thiết bị TGA loại PerkinElmer STA 6000, phân tích mẫu được thực hiện trong môi trường khí ni tơ, tốc độ gia tăng nhiệt độ $5^\circ\text{C}/\text{phút}$ từ 25°C đến 600°C .

- Các thiết bị xác định cường độ mẫu vữa gồm: máy trộn vữa dung tích 5 lít, khuôn đúc vữa (4x4x16)cm, máy xác định cường độ nén và uốn vữa loại Matest E160-01D phù hợp với TCVN 3121:2003 (Viện Khoa học Công nghệ Xây dựng, 2003).

2.3 Chương trình thí nghiệm

Để đánh giá độ hoạt tính của tro bay theo thời gian (3 ngày, 7 ngày, 14 ngày và 28 ngày), nghiên cứu này đã tiến hành theo cả phương pháp trực tiếp và gián tiếp:

- **Phương pháp trực tiếp:** dựa trên nguyên tắc giảm khối lượng của mẫu (ghi nhận được do máy phân tích nhiệt trọng lượng PerkinElmer STA 6000) do $\text{Ca}(\text{OH})_2$ chưa phản ứng phân hủy trong khoảng nhiệt độ từ $400^\circ\text{C} \div 500^\circ\text{C}$ thành CaO và H_2O (bốc hơi), từ đó xác định chỉ số hoạt tính I_L tính bằng phần trăm của tỷ số của lượng vôi đã phản ứng với tro bay so với lượng vôi ban đầu. Mẫu hồ tro bay – vôi được tạo thành với tỷ lệ giữa (tro bay: vôi) là 1:1 và tỷ lệ nước trên tổng lượng tro bay và vôi là 0.55 (Pourkhorshidi, A. R. et al, 2010). Mẫu hồ được cho vào bốn bình nhựa dung tích 15 ml có nắp đậy để ngăn trao đổi ẩm và quá trình cacbonat hoá, bình đựng mẫu đặt trong phòng thí nghiệm có nhiệt độ $(27 \pm 1)^\circ\text{C}$.

Bảng 2. Cấp phối mẫu hồ tro bay – vôi xác định độ hoạt tính I_L , đơn vị (g)

Tro bay	$\text{Ca}(\text{OH})_2$	Nước
140.0	138.97	139.9

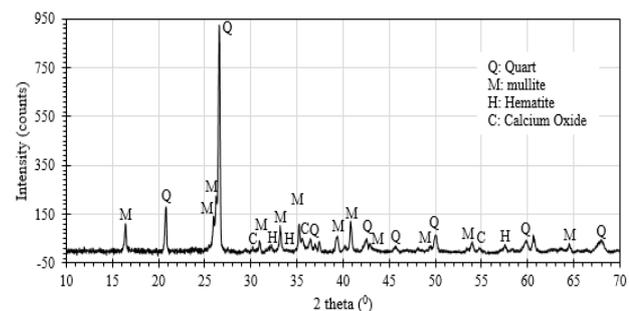
- **Phương pháp gián tiếp:** xác định chỉ số hoạt tính cường độ (I_R) với xi măng poóc lăng sau n ngày theo TCVN 6882 : 2001 (Viện Khoa học Công nghệ Vật liệu xây dựng, 2001). I_R tính bằng phần trăm của tỷ số giữa độ bền nén của mẫu xi măng poóc lăng pha 20% tro bay sau n ngày (R_B) và độ bền nén của mẫu xi măng poóc lăng nền (không pha phụ gia) sau n ngày (R_A). Về cơ bản cách xác định chỉ số hoạt tính cường độ của tro bay theo TCVN 6882 : 2001 là tương đồng với tiêu chuẩn ASTM C618 (Standard, 2008).

Bảng 3. Cấp phối mẫu vữa xác định chỉ số hoạt tính cường độ I_R , đơn vị (g)

Mẫu	Xi măng	Tro bay	Cát	Nước
A(0 % tro)	450	0	1350	225
B(20% tro)	360	90	1350	225

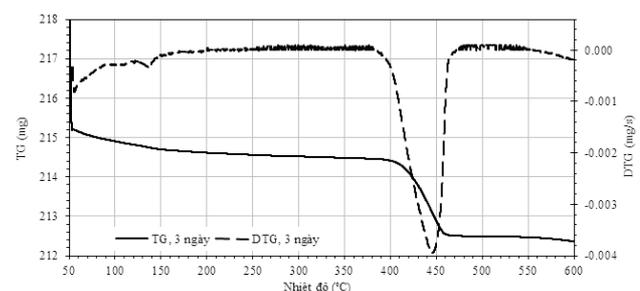
3. KẾT QUẢ VÀ NHẬN XÉT

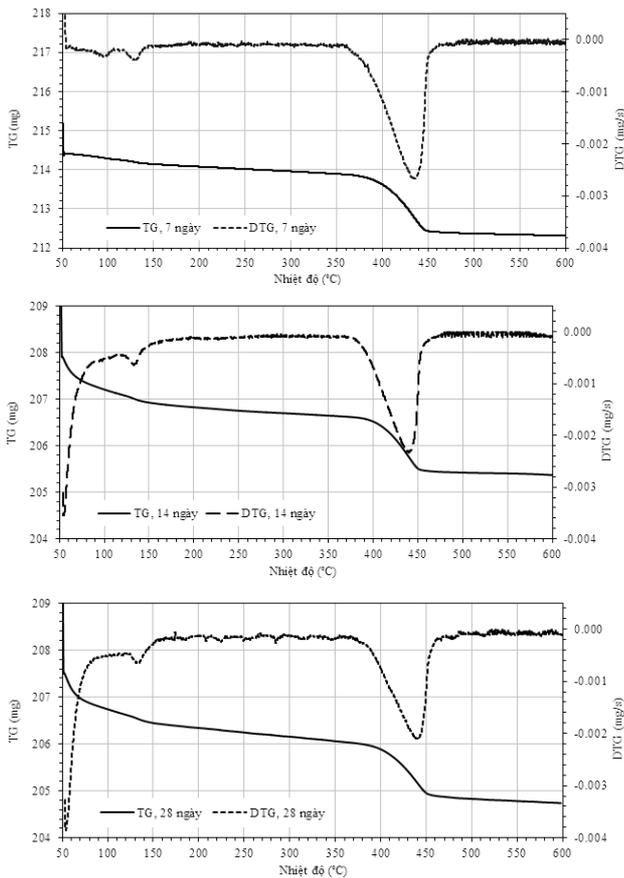
Kết quả phân tích thành phần khoáng của tro bay bằng nhiễu xạ tia X được biểu diễn như ở Hình 1. Kết quả thu được cho thấy: tro bay nghiên cứu chứa các thành phần chủ yếu gồm silica (quartz: SiO_2), mullite ($\text{Al}_6\text{Si}_2\text{O}_{13}$) và một lượng nhỏ hematite và canxi ôxít. Phổ nhiễu xạ thể hiện các đỉnh cao nhất tại $2\theta = 20^\circ \div 30^\circ$ được xác định bởi các khoáng vô định hình silica chiếm chủ yếu và mullite.



Hình 1. Kết quả phổ nhiễu xạ tia X của tro bay

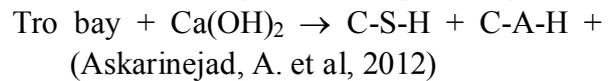
Kết quả phân tích nhiệt trọng lượng được thể hiện dưới dạng thay đổi khối lượng TG (giảm khối lượng) và tốc độ thay đổi khối lượng (derivative thermogravimetric: dm/dt) của các mẫu hồ tro bay – vôi ở các thời điểm phân tích 3 ngày, 7 ngày, 14 ngày và 28 ngày bằng thiết bị PerkinElmer STA 6000 được trình bày như ở Hình 2.





Hình 2. Kết quả phân tích nhiệt trọng lượng của mẫu hồ tro bay – vôi ở các thời điểm phân tích 3, 7, 14 và 28 ngày

Theo (Askarinejad, A. et al, 2012) phản ứng puzolanic giữa các thành phần của tro bay như silica, alumina và oxit sắt với Ca(OH)_2 tạo thành các gel C-S-H (calcium silicate hydrate), C-A-H (calcium aluminate hydrate) theo phản ứng:



Do vậy, lượng Ca(OH)_2 phản ứng tại các thời điểm phân tích là thông số thể hiện độ hoạt tính của tro bay hay các loại vật liệu puzolan khác. Kết quả ở Hình 2 cho thấy: các đường biểu diễn TG thể hiện một sự giảm khối lượng nhanh trong khoảng nhiệt độ từ 400°C – 500°C và các đường DTG đều xuất hiện các đáy sâu tại nhiệt độ khoảng 450°C , kết quả này là do sự phân hủy của Ca(OH)_2 thành CaO và H_2O (bốc hơi làm giảm khối lượng mẫu). Kết quả cũng chỉ ra lượng vôi còn dư (chưa phản ứng với tro bay) giảm dần theo các thời điểm phân tích từ 3 ngày đến 28 ngày. Từ kết quả phân tích bởi thiết bị PerkinElmer STA 6000 như ở Hình 2, cấp phối mẫu tro bay – vôi ở Bảng 2, khối lượng mẫu thí nghiệm ban đầu (khối lượng mẫu ở 25°C ở Bảng 4) và phương trình phân hủy vôi ($\text{Ca(OH)}_2 \rightarrow \text{CaO} + \text{H}_2\text{O}\uparrow$) thì lượng vôi phản ứng (hay độ hoạt tính) được xác định như ở Bảng 4 và biểu diễn như ở Hình 3.

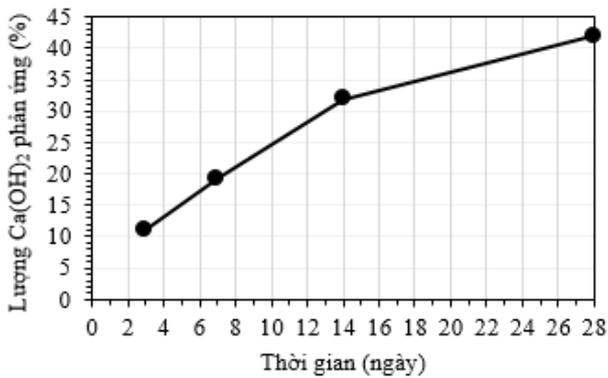
Bảng 4. Kết quả tính toán độ hoạt tính của tro bay theo phương pháp nhiệt trọng lượng

Thời gian (ngày)	Khối lượng (mg)							Lượng Ca(OH)_2 phản ứng $I_L(\%)$
	Mẫu (25°C)	Tại 400°C	Tại 500°C	Δm 400- 500°C	Ca(OH)_2 dư	Ca(OH)_2 ban đầu	Ca(OH)_2 Phản ứng	
3	27.850	214.413	212.489	1.924	7.913	8.893	0.98	11.02
7	23.203	213.720	212.266	1.454	5.980	7.409	1.429	19.29
14	20.721	206.519	205.423	1.096	4.508	6.617	2.109	31.88
28	23.415	205.887	204.830	1.057	4.347	7.477	3.130	41.86

Kết quả xác định cường độ nén vữa của mẫu nền (A), mẫu thay 20% xi măng poóc lăng bằng tro bay (B) và chỉ số hoạt tính I_R theo cường độ nén của loại tro bay nghiên cứu ở các thời điểm 3, 7, 14 và 28 ngày như ở Bảng 5 và biểu diễn dưới dạng biểu đồ như ở Hình 4. Kết quả cho thấy ở thời điểm 3 ngày mẫu có tro bay chỉ đạt cường độ nén bằng 77.4% so với cường độ của

mẫu nền; tuy nhiên, sau 3 ngày thì tốc độ phát triển cường độ của nó nhanh hơn (do đó chỉ số hoạt tính cường độ tăng dần) điều này được minh chứng bằng độ dốc của đường quá trình phát triển cường độ nén theo thời gian của R_b lớn hơn R_a như ở Hình 4; ở thời điểm hai 28 ngày, chỉ số hoạt tính cường độ của tro bay nghiên cứu đạt 98.11%, do vậy nó thỏa mãn

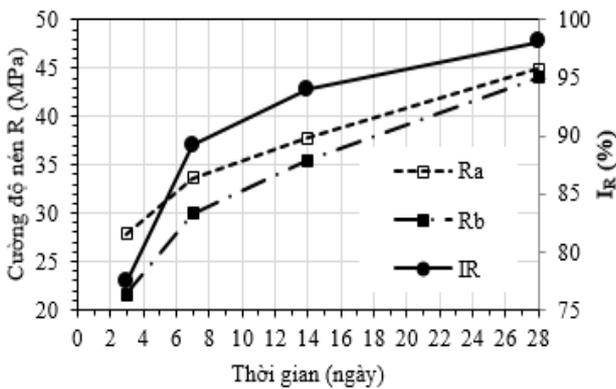
yêu cầu kỹ thuật là tro bay hoạt tính loại F dùng cho xi măng.



Hình 3. Kết quả xác định lượng Ca(OH)₂ phản ứng ở các thời điểm phân tích 3, 7, 14 và 28 ngày

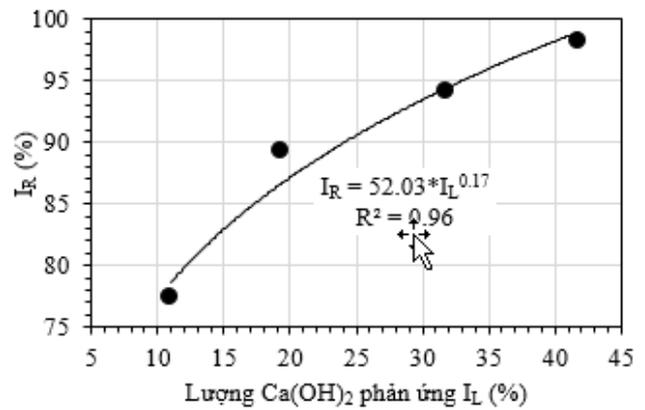
Bảng 5. Kết quả tính toán chỉ số hoạt tính cường độ I_R

Thời gian (ngày)	R _A (MPa)	R _B (MPa)	I _R (%)
3	27.87	21.57	77.40
7	33.59	29.96	89.19
14	37.76	35.50	94.01
28	44.95	44.10	98.11



Hình 4. Quá trình phát triển cường độ và chỉ số hoạt tính cường độ I_R

Ngoài ra, tác giả đã thể hiện tương quan giữa phát triển cường độ và lượng Ca(OH)₂ phản ứng để xem xét hiệu quả của phản ứng puzolanic (độ hoạt tính của tro bay thông qua tác dụng với vôi) đến sự phát triển cường độ nén của mẫu vữa chứa tro bay như ở Hình 5.



Hình 5. Tương quan giữa phát triển cường độ I_R và lượng Ca(OH)₂ phản ứng I_L

Kết quả ở Hình 5 cho thấy khi lượng vôi phản ứng (I_L) càng tăng thì chỉ số hoạt tính cường độ (I_R) cũng tăng theo và quan hệ giữa hai đại lượng này được biểu diễn bằng hàm lũy thừa (I_R=52.03*I_L^{0.17}). Kết quả này là phù hợp bởi vì khi lượng Ca(OH)₂ phản ứng càng tăng đồng nghĩa với lượng phản ứng puzolanic xảy ra càng nhiều do đó các gen C-S-H thứ cấp sinh ra càng nhiều sẽ góp phần cải thiện cường độ của mẫu chứa tro bay dẫn đến chỉ số hoạt tính cường độ cũng tăng theo thời gian.

4. KẾT LUẬN

Từ các kết quả thí nghiệm xác định lượng vôi phản ứng với tro bay theo phương pháp phân tích nhiệt trọng lượng và xác định chỉ số hoạt tính cường độ đối với xi măng. Nghiên cứu này đưa ra một số kết luận như sau:

- Lượng Ca(OH)₂ phản ứng trong mẫu tro bay - vôi theo thời gian được xác định bằng phương pháp nhiệt trọng lượng (thermo gravimetric analysis) được xem là thông số quan trọng để xác định độ hoạt tính của tro bay nói riêng và các loại vật liệu puzolanic khác nói chung thông qua hiệu ứng puzolanic (pozzolanic effect). Thông số này ảnh hưởng trực tiếp đến việc hình thành các gen C-S-H và C-A-H thứ cấp ảnh hưởng quan trọng đến sự phát triển cường độ và độ đặc của vật liệu sử dụng hỗn hợp chất kết dính xi măng – tro bay;
- Kết quả phân tích độ hoạt tính của tro bay nghiên cứu theo phương pháp trực tiếp và gián tiếp chỉ ra mối tương quan giữa phần trăm lượng

vôi phản ứng với tro bay (I_L) và chỉ số hoạt tính cường độ đối với xi măng (I_R) theo hàm lũy thừa ($I_R=52.03*I_L^{0.17}$);

- Các chỉ tiêu thí nghiệm được đối với loại tro bay nghiên cứu lấy trực tiếp từ nhà máy nhiệt điện không qua tuyển đều thỏa mãn là loại phụ gia khoáng hoạt tính tro bay loại F dùng

cho bê tông, vữa xây và xi măng theo TCVN 10302:2014.

Lời cảm ơn: "Nghiên cứu này được tài trợ bởi Quỹ Phát triển Khoa học và Công nghệ Đại học Đà Nẵng trong đề tài mã số B2017-ĐN02-26"

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- Hội công nghiệp bê tông Việt Nam. (2014). *TCVN 10302:2014 Phụ gia hoạt tính tro bay dùng cho bê tông, vữa xây và xi măng*. Bộ Khoa học và Công nghệ.
- Hội Công nghiệp Bê tông Việt Nam. (2011). *TCVN 8825:2011 Phụ gia khoáng cho bê tông đầm lăn*. Bộ Khoa học và Công nghệ.
- Viện Khoa học Công nghệ Vật liệu xây dựng. (2001). *TCVN 6882: 2001 Phụ gia khoáng cho xi măng*. Bộ Khoa học, Công nghệ và Môi trường.
- Viện Khoa học Công nghệ Xây dựng. (2003). *TCVN 3121:2003 vữa xây dựng - phương pháp thử, phần 11: xác định cường độ uốn và nén của vữa đã đông rắn*. Bộ Khoa học và Công nghệ.
- Viện Khoa học Công nghệ Xây dựng. (2012). *TCVN 4506: 2012 Nước cho bê tông và vữa - yêu cầu kỹ thuật*. Bộ Khoa học và Công nghệ.
- Viện Vật liệu xây dựng. (1996). *TCVN 6227:1996 Cát tiêu chuẩn iso để xác định cường độ của xi măng*. Tổng cục Tiêu chuẩn Đo lường chất lượng.
- Viện Vật liệu xây dựng. (2009). *TCVN 2682:2009 Xi măng pooc lăng - Yêu cầu kỹ thuật*. Bộ Khoa học và Công nghệ.
- Askarinejad, A., Pourkhorshidi, A. R., & Parhizkar, T. (2012). *Evaluation the pozzolanic reactivity of sonochemically fabricated nano natural pozzolan*. Ultrasonics Sonochemistry, 19(1), 119–124.
- Das, S. K. (2006). *A simplified model for prediction of pozzolanic characteristics of fly ash, based on chemical composition*. Cement and Concrete Research, 36(10), 1827–1832.
- Dhir, R. K., Munday, J. G. L., & Ong, L. T. (1981). *Strength variability of OPC/PFA concrete*. Concrete, 15(6).
- Isaia, G. C., GASTALDI, A. L. G., & Moraes, R. (2003). *Physical and pozzolanic action of mineral additions on the mechanical strength of high-performance concrete*. Cement and Concrete Composites, 25(1), 69–76.
- Joshi, R. C., & Lohita, R. P. (1997). *Fly ash in concrete: production, properties and uses (Vol.2)*. CRC Press.
- Leklou, N., Nguyen, V.-H., & Mounanga, P. (2017). *The effect of the partial cement substitution with fly ash on Delayed Ettringite Formation in heat-cured mortars*. KSCE Journal of Civil Engineering, 21(4), 1359–1366.
- Nath, P., & Sarker, P. (2011). *Effect of fly ash on the durability properties of high strength concrete*. Procedia Engineering, 14(2011), 1149.
- Pourkhorshidi, A. R., Najimi, M., Parhizkar, T., Jafarpour, F., & Hillemeier, B. (2010). *Applicability of the standard specifications of ASTM C618 for evaluation of natural pozzolans*. Cement and Concrete Composites, 32(10), 794–800.
- Sarker, P., & McKenzie, L. (2009). *Strength and hydration heat of concrete using fly ash as a partial replacement of cement*. In Proceedings of the 24th Biennial Conference of the Concrete Institute Australia. Concrete Institute of Australia.

Standard, A. (2008). *C618-08a: Standard Specification for Coal Fly Ash and Raw or Calcined Natural Pozzolan for Use in Concrete*. Annual Book of ASTM Standards.

Abstract:

EVALUATION OF POZZOLANIC ACTIVITY OF FLY ASH BY DIRECT AND INDIRECT METHODS

Physical and chemical characteristics of fly ash depend on the origin of the coal as well as its combustion technology in the power plant. Thus, chemical, mineralogical, physical and activity characterizations of the fly ash were considered to evaluate. In this research, two test methods (direct method and indirect method) have been used to assess the pozzolanic activity of fly ash, and the results from each test is correlated with each other. The direct method was the thermogravimetric analysis test by measuring reacted calcium hydroxide content and the indirect method used was the compressive strength activity index test. The obtained results showed that, experimental criterias of the fly ash studied conforming to the requirements of activity mineral admixture - fly ash for concrete, mortar and cement according to standard TCVN 10302: 2014; Contemporaneously, results of the direct method are the basis for explaining the effect of fly ash in the development compressive strength by indirect method through the pozzolanic effect.

Keywords: Fly ash, Mineral admixture, Pozzolan, Thermogravimetric analysis, Concrete.

Ngày nhận bài: 16/10/2018

Ngày chấp nhận đăng: 08/11/2018