

Nghiên cứu sử dụng tro nhiệt điện đốt than tầng sôi tuần hoàn có khử khí sunfua (CFBC) của Nhà máy Nhiệt điện Cao Ngạn cho sản xuất vật liệu xây dựng

> TS. Lương Đức Long > ThS. Nguyễn Văn Đoàn > ThS. Lưu Thị Hồng
> ThS. Lê Việt Hùng > ThS. Nguyễn Mạnh Tường

Viện Vật liệu xây dựng

Đốt than tầng sôi có khử khí sunfua của nhà máy phát điện được cho là công nghệ đốt phổ biến nhất trên thế giới. Công nghệ đốt này có thể sử dụng than chất lượng kém, sử dụng các phế thải khai thác than, khí thải ra môi trường sạch, và chi phí đầu tư thấp.

Tuy nhiên, chất thải rắn trong công nghệ đốt này là tro, xỉ có hàm lượng cacbon chưa cháy hết lớn, hàm lượng vôi tự do (CaOtd) cao và hàm lượng SO_3 lớn. Ba chỉ tiêu trên vượt mức quy định trong các tiêu chuẩn chất lượng tro bay sử dụng làm phụ gia cho xi măng và bê tông. Mặc dù vậy, nếu khắc phục được các nhược điểm trên thì tro CFBC là phụ gia tốt cho sản xuất VLXD.

Đề tài đã nghiên cứu chi tiết đặc tính kỹ thuật, biện pháp xử lý và các ứng dụng của tro CFBC trong công nghệ sản xuất VLXD.

1. MỞ ĐẦU

Tro, xỉ nhiệt điện là sản phẩm phụ của các nhà máy nhiệt điện sử dụng nhiên liệu rắn là than. Tùy theo công nghệ đốt, lượng tro, xỉ thải ra ở các nhà máy nhiệt điện có khác nhau. Tuy nhiên, thống kê cho thấy, lượng tro, xỉ thải ra tương ứng với 1 MW điện vào khoảng 1200 – 1800 tấn/năm. Việc tích chứa và nghiên cứu tái sử dụng tro, xỉ nhiệt điện được cả thế giới quan tâm.

Ở Việt Nam, theo quy hoạch của ngành điện thì sản lượng điện từ các nhà máy nhiệt điện đốt than từ nay đến năm 2020 vẫn liên tục tăng, và theo đó lượng tro, xỉ thải ra hàng năm cũng không ngừng tăng lên. Năm 2008 có 2,27 triệu tấn tro xỉ nhiệt điện, trong đó tro đốt tầng sôi là 0,61 triệu tấn.

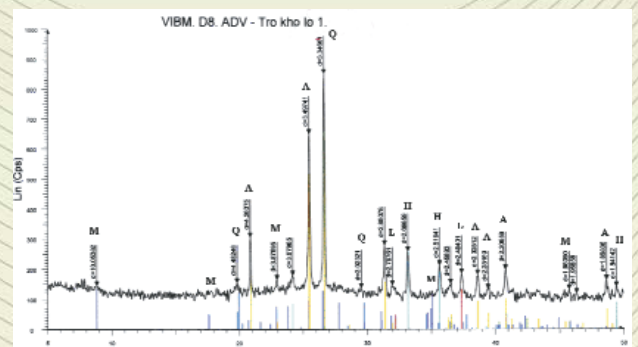
Tro, xỉ nhiệt điện nhận được trong công nghệ đốt nhiệt độ cao được nghiên cứu và sử dụng phổ biến ở trên thế giới và Việt Nam. Ngược lại tro, xỉ nhiệt điện nhận được trong công nghệ đốt than khử khí sunfua trên thế giới đã nghiên cứu và sử dụng trong một vài lĩnh vực VLXD. Ở Việt Nam tro, xỉ nhiệt điện đốt than tầng sôi khử khí sunfua CFBC chưa được nghiên cứu đầy đủ.

Do đó, Công ty nhiệt điện Cao Ngạn đã phối hợp cùng Viện Vật liệu xây dựng thực hiện đề tài “Nghiên cứu sử dụng tro xỉ nhiệt điện đốt than tầng sôi tuần hoàn có khử khí sunfua (CFBC) của nhà máy nhiệt điện Cao Ngạn sản xuất VLXD”.

2. NỘI DUNG NGHIÊN CỨU VÀ CÁC KẾT QUẢ ĐẠT ĐƯỢC

2.1. Các tính chất của tro nhiệt điện Cao Ngạn

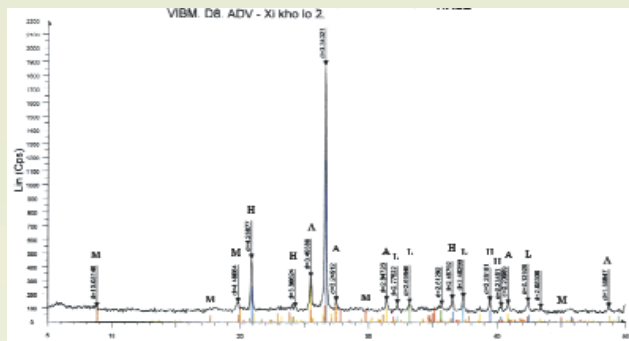
* Tro thu được trong lọc bụi tĩnh điện gọi là tro bay (FA), tro thu được ở đáy của quá trình đốt tầng sôi gọi là tro đáy (BA). Thành phần hoá học của tro CFBC thể hiện trong bảng 1 dưới đây.



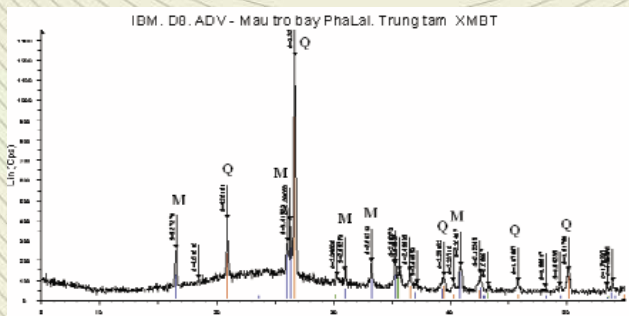
Hình 1. Phân tích X-Ray tro bay Cao ngạn (Q- quartz; L- CaO, M- khoáng sét Muscovite $KAl_3Si_3O_{10}(OH)_2$, A- anhydrite $CaSO_4$, H- Hematite Fe_2O_3)

Bảng 1. Thành phần hoá học trung bình của tro đáy, tro bay Cao Ngạn và tro bay Phả Lại

STT	Thành phần hoá học	Tro CFBC Cao Ngạn				Phả Lại
		Tro đáy lò 1	Tro đáy lò 2	Tro bay lò 1	Tro bay lò 2	
1	MKN	1,72	2,09	26,53	26,58	20-29
2	SiO ₂	53,03	52,06	21,19	24,24	48- 58,38
3	Fe ₂ O ₃	3,9	3,43	12,14	9,74	4- 7,01
4	Al ₂ O ₃	14,15	14,91	12,11	11,79	12- 25,12
5	CaO	14,0	15,82	13,86	14,42	<1,0
6	MgO	1,91	1,51	1,41	1,31	<1,0
7	SO ₃	7,44	6,55	10,44	9,86	<1,0
8	K ₂ O	2,36	2,22	1,23	1,06	1 -4,0
9	Na ₂ O	0,0	0,0	0,0	0,0	<1,0
10	TiO ₂	0,66	0,62	0,41	0,41	-
11	CaOtd	5,69	5,94	2,40	1,83	-
12	CaSO ₄	12,64	11,14	17,75	16,76	-
Tổng		99,17	99,21	99,32	99,41	



Hình 2. Phân tích Ronghen tro đáy Cao Ngạn (Q- quartz; L- CaO, M- khoáng sét Muscovite KAl₃Si₃O₁₀(OH)₂, A- anhydrite CaSO₄, H- Hematite Fe₂O₃)



Hình 3. Phân tích Ronghen tro bay Phả Lại (Q- quartz; M- khoáng sét Muscovite KAl₃Si₃O₁₀(OH)₂)

Chất lượng của tro phụ thuộc rất nhiều và thành phần các bon chưa cháy hết, trong các tiêu chuẩn, nó được giới hạn ở hàm lượng lớn nhất là 12% (ASTM C618). Trên hình 1, 2 và 3 chỉ ra các giản đồ phân tích X- ray của tro Cao Ngạn và tro bay Phả Lại.

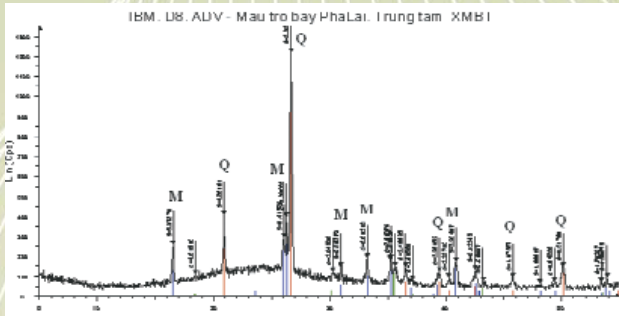
Phân tích X- ray, hình 1 và 2, cho thấy tro bay và tro đáy CFBC ngoài các pic đặc trưng của SiO₂ vô định hình còn thấy xuất hiện các pic của CaO, một lượng lớn anhydrite, quartz và một lượng nhỏ hơn hematite và các khoáng sét. Trên hình 3, tro bay Phả Lại do được đốt ở nhiệt độ cao có thành phần chủ yếu là pha SiO₂ vô định hình, ngoài ra còn có khoáng Mustcovit và quartz với hàm lượng rất nhỏ. Nguyên nhân sự khác nhau cơ bản của hai loại tro bay này là do công nghệ đốt khác nhau.

*** Thành phần hạt của tro bay CFBC và tro bay Phả Lại** được xác định bằng phương pháp Laze trên máy COULTER của Viện Vật liệu Xây dựng. Biểu đồ phân tích thành phần hạt của tro bay Cao Ngạn và tro bay Phả Lại được trình bày trong hình 4 và 5.

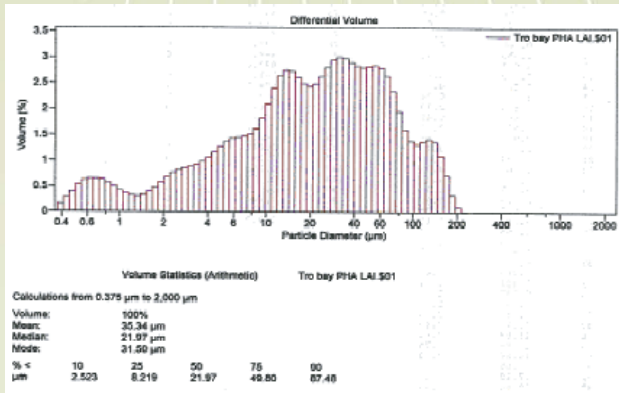
Hình 4 và 5 cho thấy cỡ hạt của tro bay CFBC mịn hơn tro bay Phả Lại rất nhiều.

*** Hoạt độ phóng xạ của tro bay và tro đáy**

Mức phóng xạ tự nhiên giới hạn trong VLXD là mức phóng xạ của các hạt nhân phóng xạ tự nhiên Radi – 226, Thori -



Hình 4. Biểu đồ phân tích thành phần hạt tro bay Cao Ngạn



Hình 5. Biểu đồ phân tích thành phần hạt tro bay Phả Lại

232 và K - 40, được thiết lập trên cơ sở liều hiệu dụng đối với dân chúng do VLXD gây ra không vượt quá 1 mSv/năm, thông qua chỉ số hoạt độ phóng xạ an toàn (I). Mức độ hoạt độ phóng xạ an toàn của VLXD sử dụng được đánh giá thông qua chỉ số hoạt độ phóng xạ (I) theo quy định trong TCXDVN 397:2007.

Trong bảng 3 nêu kết quả xác định hoạt độ phóng xạ tự nhiên của tro bay và tro đáy CFBC

Bảng 3. Hoạt độ phóng xạ tự nhiên của tro bay và tro đáy CFBC

TT	Chỉ tiêu	ĐVT	Kết quả	
			max	min
1	Tro bay			
	²³⁸ U	Bq/kg	305,9	293,7
	²³² Th	Bq/kg	29,1	21,5
	⁴⁰ K	Bq/kg	223,9	189,5
2	Tro đáy			
	²³⁸ U	Bq/kg	118,9	112,1
	²³² Th	Bq/kg	34,6	28,4
	⁴⁰ K	Bq/kg	314,2	280,6

Chỉ số hoạt độ phóng xạ (I) của VLXD được tính theo TCXDVN 397:2007 .

Từ công thức trên sẽ tính được giá trị chỉ số hoạt độ phóng

xạ tự nhiên lớn nhất của tro bay và tro đáy CFBC. Trong bảng 4 nêu chỉ số hoạt độ phóng xạ của tro nhiệt điện Cao Ngạn.

Bảng 4. Chỉ số hoạt độ phóng xạ của tro bay và tro đáy CFBC.

TT	Tên vật liệu	I1	I2	I3
1	Tro bay	1,2398	0,5232	0,1835
2	Tro đáy	0,6741	0,2783	0,0982

Kết quả bảng 4 cho thấy: Tro bay có chỉ số I1 >1, ở đây giá trị tro bay được tính là 100%. Tuy nhiên, khi sử dụng trong VLXD thì tro bay sử dụng tối đa là 30 -35%. Do vậy, chỉ số hoạt độ phóng xạ sẽ giảm đáng kể và thoả mãn tiêu chuẩn quy định. Các chỉ số hoạt độ phóng xạ của tro đáy nhỏ hơn tiêu chuẩn TCXDVN 397:2007 quy định.

*** Chất lượng tro CFBC khi sử dụng để sản xuất VLXD**

Trong bảng 5 trình bày kết quả kiểm tra chất lượng của tro bay Cao Ngạn, tro bay Phả Lại và yêu cầu của tiêu chuẩn ASTM C618 và TCVN 6882:2001 đối với các loại tro bay.

Các giá trị trên bảng 5 chỉ ra rằng: Tro bay CFBC có hàm lượng mất khi nung vượt quá tiêu chuẩn cho phép, đồng thời tổng thành phần hoá học của 3 ôxit (Fe₂O₃+Al₂O₃+SiO₂) không thuộc nhóm nào theo cách phân loại của tiêu chuẩn ASTM C618. Tro đáy có hầu hết các chỉ tiêu kỹ thuật đạt loại tro F theo phân loại của tiêu chuẩn ASTM C618 (trừ chỉ tiêu hàm lượng SO₃). Cả tro bay và tro đáy đều có thành phần SO₃ lớn hơn rất nhiều tiêu chuẩn cho phép. Tuy nhiên, hoạt tính cường độ của cả tro bay và tro đáy CFBC đều cao hơn so với tro bay Phả Lại, nhất là hoạt tính cường độ ban đầu.

Để đánh giá chất lượng của tro bay người ta thường sử dụng các chỉ số kiểm (M_k) để đánh giá, phân loại tro. Chỉ số kiểm được tính theo công thức:

$$M_k = \frac{CaO + MgO}{SiO_2 + Al_2O_3}$$

Căn cứ vào chỉ số kiểm, người ta chia tro bay thành các loại sau:

Loại kiềm khi M_k>0,9; Loại axit khi M_k=0,6 - 0,9; Loại siêu axit khi M_k<0,6

Trong bảng 6 trình bày kết quả tính và đánh giá hoạt tính của tro bay và tro đáy Cao Ngạn.

Bảng 5. Các chỉ tiêu chất lượng của tro bay, theo yêu cầu của ASTM C618.

STT	Tên chỉ tiêu	Tro bay Phả Lại	Cao Ngạn		Yêu cầu của ASTM 618:99		
			Tro đáy	Tro bay	Loại N	Loại F	Loại C
1	Tổng hàm lượng các ôxit SiO ₂ , Al ₂ O ₃ , Fe ₂ O ₃ , %	80,51	71,08	≈ 45,77	Min 70	Min 70	Min 50
2	Hàm lượng SO ₃ , %	0,14	≈ 8,0	≈ 10,0	Max 4	Max 5	Max 5
3	Độ ẩm,%	0,0	0,0	0,0	Max 3	Max 3	Max 3
4	Hàm lượng MKN, %	23,0	<3,0	26,58	Max 10	Max 6	Max 6
5	Độ mịn trên sàng 45µm,%	23,2	-	13,4	Max 34	Max 34	Max 34
6	Thời gian đông kết của vữa vôi, giờ phút	24h-00	13h-30	16h-00	-	-	-
7	Độ bền của vữa vôi	Đạt	Đạt	Đạt			
8	Chỉ số hoạt tính cường độ,% - ở tuổi 7 ngày - ở tuổi 28 ngày	80,4	97,5	91,7	Min 75	Min 75	Min 75
		84,2	104	87,5	Min 75	Min 75	Min 75
9	Lượng nước yêu cầu, %	105	100	115	Max 115	Max 105	Max 105
10	Độ nở Autoclave, %	0,028	0,02	0,01	Max 0.8	Max 0.8	Max 0.8
11	Độ thải kiềm,% K ₂ O Na ₂ O	0,23	0,41	0,38	0,35	0,75	
		0,02	0,02	0,03	0,02	0,03	

Bảng 6. Các chỉ tiêu chất lượng của tro bay và tro đáy Cao Ngạn

STT	Chỉ tiêu	Tro đáy và tro bay Cao Ngạn		Tro bay Phả Lại
		Tro đáy	Tro bay	
1	Chỉ số kiềm	0,24	0,46	0,02
2	Tổng hàm lượng (CaO + MgO)	15,91	15,27	1,54
3	Chỉ số hoạt tính, Ma = Al ₂ O ₃ /SiO ₂	0,27	0,57	0,43

Đánh giá theo chỉ số hoạt tính kiềm cho thấy: cả tro bay và tro đáy đều là tro siêu axit. Mặt khác, giá trị Mk nằm trong khoảng 0,1 - 0,5 thuộc loại tro ít hoạt tính. Tuy nhiên, hoạt tính cường độ của tro đáy và tro bay ở tuổi 7 ngày và 28 ngày thể hiện trong bảng 7 và 8 lại cho thấy những loại tro này có hoạt tính rất cao. Nguyên nhân của hiện tượng này được giải thích bằng hàm lượng lớn CaO, SO₃ và Al₂O₃ hoạt tính trong tro.

Các VLXD chẳng hạn gạch, bê tông, vữa trát... sử dụng tro

Bảng 7. Độ ổn định thể tích của tro đáy CFBC

STT	Cỡ sàng, mm	Tro đáy	
		CaOtd	Độ nở Lechatelier (tỷ lệ xi măng /tro đáy = 1/3)
1	>5	0,00	0,00
2	>2,5	1,01	0,2
3	>1,25	3,47	4,5
4	>0,63	6,64	56
5	>0,315	8,41	87
6	<0,315	13,34	142

CFBC có hiện tượng nứt vỡ do không ổn định thể tích. Nguyên nhân của tính không ổn định thể tích là do sự có mặt của vôi tự do trong tro CFBC. Theo thành phần phân tích hoá học của tro đáy Cao Ngạn trong bảng 1 thì: Các mẫu tro có hàm lượng MgO nhỏ và CaOtd lớn. Tuy nhiên, ở từng cỡ hạt khác nhau thì tro có chứa hàm lượng CaOtd khác nhau. Bảng 7 là kết quả xác định độ ổn định thể tích của các tro đáy ở các kích thước hạt khác nhau.

Trên bảng 7 cho thấy: Tro đáy có cỡ hạt càng nhỏ thì hàm lượng CaO_d càng nhiều và tính bất ổn định càng lớn. Trên bảng 9 phân tích cỡ hạt của tro đáy nhận được hàm lượng cỡ hạt <0.63mm chiếm 80,11%. Do vậy, với % cỡ hạt không ổn định thể tích lớn sẽ làm cho tro đáy mất tính ổn định khi sử dụng làm phụ gia cho xi măng, bê tông và vật liệu khác.

2.2. Nghiên cứu sử dụng tro CFBC chế tạo xi măng nê

Xi măng nê, yêu cầu về cường độ không cao như xi măng poóc lăng thông dụng nhưng lại yêu cầu thêm chỉ tiêu khả năng giữ nước của xi măng. Chỉ tiêu đánh giá khả năng giữ nước của xi măng nê có vai trò rất quan trọng. Nếu xi măng nê không giữ nước, tức là sự tách nước lớn, sẽ làm cho vữa xi măng không dẻo, khó trát, không bám dính. Các tiêu chuẩn của các nước như: Tiêu chuẩn Châu Âu ENV 413-1:1994 "Masonry cement - Part 1: Specification" và BS EN 413-2:1995 "Masonry cement - Part 2: Test methods" hoặc tiêu chuẩn Anh BS 5224 : 1995 "Specification for Masonry Cement" đều quy định các chỉ tiêu và phân loại tương tự tiêu chuẩn Mỹ C91.

Kết quả nghiên cứu các tỷ lệ thay thế của tro CFBC làm phụ gia cho xi măng và chế tạo xi măng nê.

a/ Các cấp phối sử dụng trong nghiên cứu

* Nguyên liệu dùng trong nghiên cứu bao gồm:

- Clinker xi măng poóc lăng Bút Sơn, ký hiệu CLK 01,
- Clinker trộn với 4% thạch cao ký hiệu là CLK 0.
- Tro bay CFBC chia thành hai nhóm
 - + Nhóm I - Tro bay nguyên khai chưa xử lý: ký hiệu FAN.
 - + Nhóm II - Tro bay được xử lý qua đốt: ký hiệu FAĐ
- Tro đáy CFBC chia thành hai nhóm
 - + Nhóm I - Tro đáy chưa xử lý, ký hiệu BAN.
 - + Nhóm II - Tro đáy được xử lý, ký hiệu BAX

* Các cấp phối nghiên cứu

- Clinker CLK 01 nghiền mịn ký hiệu là M01.
- Xi măng chế tạo từ clinker xi măng Bút Sơn pha 4% thạch

Bảng 13. Các tính chất cơ lý của xi măng

STT	Ký hiệu mẫu	Nước tiêu chuẩn, %	Thời gian đông kết, phút		Độ ổn định thể tích, mm	Cường độ nén, N/mm ²		
			Bắt đầu	Kết thúc		3 ngày	28 ngày	90 ngày
1	M01	-	-	-	-	-	-	-
2	M0	28,3	1h-05	2h-45	0,0	17,58	43,01	51,5
3	M0-10FAN	36,0	1h-15	3h-45	0,0	23,48	40,38	48,41
4	M0-20FAN	37,5	1h-20	4h-25	0,01	15,92	38,78	46,32
5	M0-30FAN	39,28	1h-47	4h-42	0,02	11,90	33,74	43,20
6	M0-40FAN	40,0	2h-10	5h-30	0,02	8,78	29,70	39,61
7	M0-10FAĐ	34,5	1h-15	3h-05	0,0	24,64	41,45	50,11
8	M0-20FAĐ	35,8	1h-30	3h-30	0,01	17,6	39,56	48,83
9	M0-30FAĐ	37,19	1h-48	3h-58	0,013	14,45	34,95	43,02
10	M0-40FAĐ	38,0	2h-15	4h-5	0,023	12,97	31,39	41,86
11	M01-10FAN	39,0	1h-45	5h-55	0,0	18,1	38,9	46,31
12	M01-20FAN	39,5	2h-05	6h-45	0,01	15,91	36,5	42,42
13	M01-30FAN	40,5	2h-25	7h-10	0,01	12,4	30,55	41,06
14	M01-40FAN	41,5	2h-55	7h-55	0,02	8,4	24,71	35,84
15	M01-10FAĐ	35,0	0h-55	3h-45	0,0	21,96	40,64	48,51
16	M01-20FAĐ	36,5	1h-05	4h-55	0,01	16,56	38,74	44,65
17	M01-30FAĐ	37,25	1h-30	6h-00	0,01	12,6	34,32	42,84
18	M01-40FAĐ	38,73	2h-10	6h-27	0,02	8,1	30,16	41,41

Bảng 14. Kết quả xác định độ nở của các mẫu xi măng – tro bay

Tên mẫu	Độ nở trong nước, %		Tên mẫu	Độ nở trong nước, %	
	7 ngày	28 ngày		7 ngày	28 ngày
Bảo dưỡng mẫu trong môi trường tiêu chuẩn (27°C)					
M0-10FAN	0,110	0,121	M01-10FAN ủ nước	0,010	0,014
M0-20FAN	0,124	0,143	M01-20FAN ủ nước	0,014	0,017
M0-30FAN	0,147	0,167	M01-30FAN ủ nước	0,018	0,022
M0-40FAN	0,153	0,183	M01-40FAN ủ nước	0,02	0,025
M01-10FAN	0,09	0,115	M0-10FA ủ nước đốt	0,019	0,024
M01-20FAN	0,105	0,137	M0-20FA ủ nước đốt	0,023	0,028
M01-30FAN	0,114	0,142	M0-30FA ủ nước đốt	0,025	0,033
M01-40FAN	0,123	0,153	M0-40FA ủ nước đốt	0,029	0,034
M0-10FAN ủ nước	0,011	0,023	M01-10FA ủ nước đốt	0,013	0,019
M0-20FAN ủ nước	0,017	0,026	M01-20FA ủ nước đốt	0,019	0,023
M0-30FAN ủ nước	0,021	0,031	M01-30FA ủ nước đốt	0,022	0,028
M0-40FAN ủ nước	0,027	0,032	M01-40FA ủ nước đốt	0,026	0,030
Bảo dưỡng trong môi trường nhiệt ẩm (nhiệt độ 38±2°C, độ ẩm >90%)					
M0-10FAN	0,01	0,017	M01-10FAN ủ nước	0,002	0,005
M0-20FAN	0,014	0,023	M01-20FAN ủ nước	0,003	0,009
M0-30FAN	0,02	0,03	M01-30FAN ủ nước	0,006	0,011
M0-40FAN	0,024	0,032	M01-40FAN ủ nước	0,009	0,014
M01-10FAN	0,005	0,010	M0-10FA ủ nước đốt	0,007	0,013
M01-20FAN	0,01	0,021	M0-20FA ủ nước đốt	0,011	0,015
M01-30FAN	0,013	0,025	M0-30FA ủ nước đốt	0,014	0,018
M01-40FAN	0,015	0,026	M0-40FA ủ nước đốt	0,017	0,021
M0-10FAN ủ nước	0,009	0,013	M01-10FA ủ nước đốt	0,004	0,008
M0-20FAN ủ nước	0,013	0,017	M01-20FA ủ nước đốt	0,006	0,010
M0-30FAN ủ nước	0,015	0,021	M01-30FA ủ nước đốt	0,009	0,012
M0-40FAN ủ nước	0,017	0,024	M01-40FA ủ nước đốt	0,012	0,017

Bảng 15. Các tính chất cơ lý của xi măng

STT	Ký hiệu mẫu	Nước tiêu chuẩn, %	Thời gian đông kết, phút		Độ ổn định thể tích, mm	Cường độ nén, N/mm ²		
			Bắt đầu	Kết thúc		3 ngày	28 ngày	90 ngày
1	M01	-	-	-	-	-	-	-
2	M0	28,3	1h-05	2h-45	0,0	17,58	43,01	51,5
3	M0-10BAN	39,0	1h-05	2h-45	3,0	29,56	43,24	50,22
4	M0-20BAN	39,0	1h-25	2h-55	7,3	28,55	41,15	47,89
5	M0-30BAN	40,0	1h-30	3h-0	9,0	25,65	37,37	46,19
6	M0-40BAN	40,2	1h-50	3h-10	12,5	18,69	34,81	43,32
7	M0-10BAX	28,0	1h-20	2h-50	0,0	29,01	43,02	49,53
8	M0-20BAX	28,7	1h-30	2h-55	0,01	27,09	40,95	46,80
9	M0-30BAX	29,3	1h-40	3h-00	0,15	23,31	35,68	44,99
10	M0-40BAX	30,0	1h-55	3h-00	0,3	15,47	34,86	42,09
11	M01-10BAX	28	1h-40	3h-15	0,0	23,56	42,3	49,2
12	M01-20BAX	28	2h-0	3h-30	0,00	21,79	39,84	47,85
13	M01-30BAX	29	2h-5	4h-10	0,1	19,57	37,32	44,92
14	M01-40BAX	29,7	2h-35	4h-20	0,2	17,52	34,71	43,46

cao (CLK 0), ký hiệu M0.

- Xi măng pha tro được chế tạo bằng cách nghiền chung clinker (CLK 01 hoặc CLK 0) với tro bay hoặc tro đáy với tỷ lệ: 10, 20, 30, 40% được ký hiệu là M0 - 10, M0 - 20,... M01 - 10, M01 - 20,....

b/ Kết quả nghiên cứu

Kết quả thí nghiệm tính chất cơ lý của xi măng được trình bày trong bảng 13; 14 ; 15; 16 ; 17

* Ảnh hưởng của tro bay CFBC đến thời gian đông kết, ổn định thể tích và cường độ nén của xi măng thể hiện trong bảng 13.

* Ảnh hưởng của tro bay CFBC đến độ nở của xi măng trong môi trường nước theo tiêu chuẩn ASTM C1038 thể hiện trong bảng 14.

Kết quả nghiên cứu tính chất của xi măng cho ta nhận xét sau:

- Khi hàm lượng tro bay thay thế xi măng tăng thì lượng nước tiêu chuẩn của xi măng tăng, thời gian bắt đầu và kết thúc đông kết của xi măng kéo dài. Do thành phần của tro bay có cỡ hạt rất mịn nên tổng diện tích bề mặt lớn, nhu cầu nước tăng. Mặt khác, khi tăng tro thì hàm lượng CaSO₄ trong hỗn hợp cũng tăng, một phần thạch cao chưa được no nước hoàn toàn cần nước để hydrat hoá, các sản phẩm thuỷ hoá dạng ettringit tăng khi tăng hàm lượng thạch cao cũng làm tăng nhu cầu nước.

- Khi sử dụng tro bay thì R3 của các mẫu xi măng dùng 10% tro cao hơn so với R3 của mẫu đối chứng. Ở các tỷ lệ dùng lớn hơn 10%, R3 giảm cùng với việc tăng hàm lượng tro. Đối với R28, ở tất cả các tỷ lệ sử dụng, khi tăng hàm lượng tro thì cường độ xi măng giảm. Quy luật này đúng với cả tro xử lý

và không xử lý, đối với cả xi măng có dùng thêm thạch cao và xi măng không dùng thạch cao.

- Mẫu xi măng sử dụng tro bay được bảo dưỡng trong điều kiện tiêu chuẩn 27°C trong môi trường ẩm >90% có độ nở thử theo ASTM C1038 ở tuổi 7 và 28 ngày tương đối lớn. Dấu hiệu nở mạnh nhất ở tro bay nguyên khai. Tuy nhiên, đối với tro bay nguyên khai hoặc tro đốt đã qua ủ nước đều có độ nở thấp hơn rất nhiều và ở tỷ lệ 20% tro bay thay thế xi măng nhận được mẫu xi măng có độ nở đạt tiêu chuẩn yêu cầu. Mẫu xi măng được bảo dưỡng ở điều kiện 38°C trong môi trường ẩm > 90% có độ nở thấp hơn rất nhiều so với các mẫu được bảo dưỡng trong điều kiện tiêu chuẩn. Có thể pha tới 30% tro nguyên khai hoặc 40% tro ủ nước đều đạt mức quy định của tiêu chuẩn về độ nở.

* Ảnh hưởng của tro đáy CFBC đến thời gian đông kết, ổn định thể tích và cường độ của xi măng thể hiện trong bảng 15.

* Ảnh hưởng của tro đáy CFBC đến độ nở của xi măng, thử theo ASTM C1038 thể hiện trong bảng 16.

*** Từ kết quả nghiên cứu có thể đưa ra các nhận xét sau:**

- Xi măng có lượng nước tiêu chuẩn tăng khi tỷ lệ tro đáy thay thế xi măng tăng.

- Ở cùng tỷ lệ tro đáy thay thế xi măng, xi măng không sử dụng thạch cao có thời gian đông kết dài hơn so với mẫu xi măng có thạch cao. Tuy nhiên, thời gian bắt đầu và kết thúc đông kết thoả mãn điều kiện tiêu chuẩn.

- Cường độ R3 ngày của mẫu xi măng thay thế đến 30% tro đáy cao hơn cường độ mẫu xi măng ban đầu, kể cả các mẫu xi măng không sử dụng thạch cao.

- Cường độ 28 ngày ở tỷ lệ tro đáy thay thế xi măng 10%, có

Bảng 16. Kết quả xác định độ nở của các mẫu xi măng – tro đáy.

Tên mẫu	Độ nở trong nước, %		Tên mẫu	Độ nở trong nước, %	
	7 ngày	28 ngày		7 ngày	28 ngày
Bảo dưỡng mẫu trong môi trường tiêu chuẩn (27°C)					
M0-10BAN	0,09	0,12	M0-10BAX	0,003	0,009
M0-20BAN	0,145	0,21	M0-20BAX	0,007	0,012
M0-30BAN	0,173	0,254	M0-30BAX	0,01	0,017
M0-40BAN	0,187	0,284	M0-40BAX	0,015	0,021
M01-10BAN	0,10	0,11	M01-10BAX	0,002	0,005
M01-20BAN	0,123	0,21	M01-20BAX	0,007	0,011
M01-30BAN	0,154	0,241	M01-30BAX	0,01	0,015
M01-40BAN	0,162	0,247	M01-40BAX	0,013	0,02

Bảng 17. Khả năng giữ nước của xi măng sử dụng tro bay và tro đáy CFBC.

Ký hiệu mẫu	Khả năng giữ nước, %	Ký hiệu mẫu	Khả năng giữ nước, %
M01	-	M01-40FAN	82,11
M0	76,1	M01-10FAĐ	80,0
M0-10FAN	80,14	M01-20FAĐ	80,06
M0-20FAN	80,96	M01-30FAĐ	80,47
M0-30FAN	81,64	M01-40FAĐ	80,69
M0-40FAN	81,96	M0-10BAX	82,1
M0-10FAĐ	81,12	M0-20BAX	82,16
M0-20FAĐ	81,26	M0-30BAX	82,55
M0-30FAĐ	81,49	M0-40BAX	82,97
M0-40FAĐ	81,76	M01-10BAX	82,13
M01-10FAN	80,11	M01-20BAX	82,56
M01-20FAN	82,00	M01-30BAX	83,15
M01-30FAN	82,06	M01-40BAX	83,65

sử dụng thạch cao, cao hơn so với mẫu xi măng đối chứng. Cường độ ở tuổi 28 ngày của các mẫu xi măng giảm khi tỷ lệ tro đáy thay thế xi măng tăng. Các mẫu xi măng sử dụng tro đáy nguyên khai không qua xử lý có độ nở đo theo phương pháp Lechaterlier lớn. Ở tỷ lệ tro đáy thay thế xi măng lên tới 40%, độ nở của xi măng vượt tiêu chuẩn.

- Tro đáy nguyên khai có sử dụng thạch cao hoặc không sử dụng thạch cao đều nhận được độ nở ở tuổi 28 ngày vượt tiêu chuẩn cho phép rất nhiều. Tro đáy sau khi đã được xử lý có thể pha tới tỷ lệ 40% thay thế xi măng nhận được độ nở nằm trong tiêu chuẩn giới hạn cho phép.

* Khả năng giữ nước của hồ xi măng sử dụng tro CFBC.

Kết quả thí nghiệm khả năng giữ nước của hồ xi măng được thể hiện trong bảng 17.

Từ kết quả nghiên cứu bảng 17 cho thấy khi hàm lượng tro bay thay thế xi măng tăng nhận được khả năng giữ nước của mẫu xi măng tăng.

3. KẾT LUẬN

Qua các kết quả nghiên cứu, phân tích, đánh giá và xử lý tro bay và tro đáy có thể kết luận như sau:

1. Tro bay có hàm lượng MKN và hàm lượng SO_3 lớn. Vì vậy để sử dụng tro bay làm phụ gia cho xi măng và bê tông cần phải xử lý để làm giảm hàm lượng MKN và giảm tác dụng

xấu của hàm lượng SO_3 . Nếu sử dụng tro bay làm cốt liệu mịn chế tạo gạch và bê tông thì không cần xử lý giảm hàm lượng MKN.

2. Tro đáy có hàm lượng CaOtd và SO_3 tương đối lớn và hàm lượng MKN nhỏ. Vì vậy chỉ với tác dụng ủ ẩm đã có thể giảm tác động bất lợi của hai nhân tố này đến tính chất của xi măng và bê tông. Tro đáy có hoạt tính cường độ cao, có hoạt tính puzolannic lớn, đặc biệt cũng dễ nghiền và tùy theo lượng SO_3 trong tro đáy mà có thể không cần sử dụng thạch cao khi sử dụng nó làm phụ gia cho xi măng. Có thể xử lý và sử dụng tro đáy làm phụ gia cho xi măng và bê tông.

3. Khi sử dụng tro đáy và tro bay đã qua xử lý làm phụ gia cho xi măng thì lượng nước yêu cầu, thời gian đông kết của xi măng tăng. Cường độ của xi măng có sử dụng tro giảm đồng biến với việc tăng hàm lượng tro trong xi măng.

4. Có thể sử dụng đến 20% tro bay hoặc đến 40% tro đáy trong xi măng mà hỗn hợp xi măng – tro vẫn có độ nở thử theo ASTM C1038 đạt yêu cầu. Tuy nhiên, do cường độ xi măng giảm khi tăng lượng dùng tro, nên cần chú ý lựa chọn chất lượng clinker để cường độ của hỗn hợp xi măng – tro đạt yêu cầu đặt ra

5. Khi sử dụng tro làm phụ gia, có thể không cần dùng thạch cao điều chỉnh thời gian đông kết của xi măng (cần thí nghiệm cho những trường hợp cụ thể).

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1] Caslos Leira F. et al "Influence of the type of ash on the insulating capacity mortar used for passive protection against fire", Paper No. 58, International Ash Utilizations Symposium 2003, www.flyash.info.

[2] Francois Botha Illinois, "Overview of the fluidized bed combustion process and material", Clean Coal Institute Carterville, Illinois, US.

[3] Burwell, S.M., R.K. Kissel, A.E. Bland, and D.M. Golden, 1993, "Fluidized Bed Combustion Ash Concrete." Proc., 12 International Conference on Fluidized Bed Combustion, Jolla, CA, May 1993, pp 847-858

[4] C.S Poon et al, " Activation of fly ash /cement systems using calcium sulfate anhydrite (CaSO₄)", Cement and Concrete research 31 (2001), p.837-881.

[5] KNOLL K. L. (1); BEHR-ANDRES C. "Fluidized-bed-combustion ash for the solidification and stabilization of a metal-hydroxide sludge", Journal of the Air & Waste Management Association , vol 48, No1,1998, pp. 35-43.

[6] Bennett G.F, "Waste Materials Used in Concrete Manufacturing ", Journal of Hazardous Materials, Volume 59, Number 1, March 1998 , pp. 97-98(2)

[7] ASTM C618-03, "Standard Specification for Coal Fly Ash and Raw or Calcined Natural Pozzolan for Use in Concrete".

[8] E. E. Berry, "Performance characteristics of concrete produced with fluidized bed combustion residue", Waste management, Vol.136, 1989.

[9] Gribat, A.G. et al. "VGB Power station technique Essen BRD", Proceedings of Conference on fluidized bed combustion, 1990.

[10] J. Havlica, J. Brandstetr and I. Odler, "Possibilities of Utilizing Solid Residues from Pressured Fluidized Bed Coal Combustion (PSBC) for the Production of Blended Cements", Cement and Concrete Research, Volume 28, Issue 2, February 1998, Pages 299-307

[11] T. Sebok, J. Simonik, K. Kilisek, "The compressive strength of samples containing fly ash with high content of calcium sulphate and calcium oxide", Cement and concrete research, Vol. 31 (2001), p. 1101-1107.

[12] 22 TCN 334:2006 "Quy trình kỹ thuật thi công và nghiệm thu lớp móng cấp phối đá dăm trong kết cấu áo đường ô tô".

[13] AASHTO M147-04 "Standard Specification for Materials for Aggregate and Soil-Aggregate Subbase, Base, and Surface



Nhà Máy Nhiệt điện Cao Ngạn

Courses".

[14] U.S. Environmental Protection Agency (EPA), "Using Coal Ash in Highway Construction-A Guide to Benefits and Impacts", April 2005.

[15] Miguel Pando and Sangchul Hwang "Possible applications for circulating fluidized bed coal combustion by-products from Guayama AES Power plant" Department of Civil Engineering and Surveying University of Puerto Rico at Mayagüez, Puerto Rico, US, March 2006.

[16] "Fly ash facts for highways engineers" Technical report of American Coal ash Association and The Federal Highway Administration (FHWA)-U.S. Department of Transportation, June 2003.

[17] ASTM C593, "Standard Specification for Fly Ash and Other Pozzolans for Use With Lime".

[18] Joel H. Beeghly, "Recent experience with lime-fly ash in stabilization of subgrade soil, base, recycled asphalts", paper No. 46, International Ash Utilizations Symposium 2003, www.fly-ash.info.

[19] ŞENOL, A., et al. "Use of Class C Fly Ash For Stabilization of Soft Subgrade", Fifth International Congress on Advances in Civil Engineering, 25-27 September 2002 Istanbul Technical University, Istanbul, Turkey.

[20] Technical guidance No TM 5-822-14/AFJMAN 32-1019 "Soil stabilization for pavements" Department of the Army, The Navy and the Air Force, October 1994.

[21] 22TCN 81-84: Quy trình sử dụng đất gia cố bằng chất kết dính vô cơ trong xây dựng đường. ❖