

Nghiên cứu công nghệ đồng xử lý chất thải rắn sinh hoạt trong lò nung clanhke xi măng

Trịnh Thị Châm^{1*}, Trần Thanh Bình¹, Phạm Hữu Thiên¹

¹ Viện Vật liệu xây dựng, 235 Nguyễn Trãi, phường Thanh Xuân Trung, quận Thanh Xuân, TP. Hà Nội

TỪ KHOÁ

Đồng xử lý
Nhiên liệu thay thế
Chất thải rắn sinh hoạt
Xi măng

TÓM TẮT

Ngành công nghiệp xi măng tiêu thụ rất nhiều năng lượng so với các lĩnh vực khác. Chi phí năng lượng chiếm phần lớn trong tổng chi phí sản xuất. Do đó, tiết kiệm năng lượng và giảm phát thải khí trong ngành công nghiệp xi măng đã trở thành một trong những lựa chọn cho quá trình phát triển. Lượng CTRSH phát sinh trên thế giới ngày càng tăng cùng với việc tăng dân số toàn cầu cũng như sự phát triển kinh tế. Hầu hết CTRSH xử lý bằng cách chôn lấp, gây tiêu tốn tài nguyên đất, đồng thời cũng gây nhiều ảnh hưởng xấu tới môi trường. Bài báo này trình bày kết quả đánh giá tính chất của CTRSH tại một số bãi xử lý CTRSH tại ba miền bắc, trung, nam. Đồng thời đánh giá thực trạng quá trình sử dụng nhiên liệu thay thế tại các nhà máy xi măng, từ đó đề xuất công nghệ tiền xử lý, đồng xử lý CTRSH trong lò nung clanhke xi măng.

KEYWORDS

Co-processing
Alternative fuel
Municipal solid waste (MSW)
Cement

ABSTRACT

The cement industry consumes a lot of energy compared to other industries. Energy costs make up the bulk of the total cost of production. Therefore, saving energy and reducing gas emissions in the cement industry has become one of the options for the development process. The amount of MSW generated in the world is increasing with the increase of global population as well as economic development. Most of the MSW is disposed in landfill, which consumes land resources, and also causes many negative impacts on the environment. This paper presents the results of assessment of the properties of MSW at dumpsites in the north, central and south regions. At the same time, evaluate the status of using alternative fuel at cement plants, thereby proposing pre-processing and co-processing of MSW in cement industry.

1. Mở đầu

Để giữ cho nhiệt độ toàn cầu trung bình tăng dưới 1,5 ° C, chúng ta cần để lại tới 80 % trữ lượng nhiên liệu hóa thạch trong lòng đất - nhưng trên toàn cầu, sự phụ thuộc của chúng ta vào nhiên liệu hóa thạch ngày càng tăng [1]. Ngành công nghiệp xi măng đang đối mặt với những thách thức chưa từng có liên quan đến năng lượng, khí thải CO₂ và sử dụng vật liệu. Trên thế giới chi phí năng lượng đang tăng lên khi nguồn nhiên liệu ngày một cạn kiệt. Ngoài ra, thuế môi trường liên quan tới lượng khí thải phát sinh có thể làm tăng gấp đôi giá xi măng vào năm 2030 [1]. Theo tính toán, ngành xi măng chiếm xấp xỉ 12 - 15 % tổng năng lượng được sử dụng trong các ngành công nghiệp trên thế giới [2].

Thế giới tạo ra 2,01 tỷ tấn chất thải rắn đô thị hàng năm, trong đó, ít nhất 33 % không được quản lý an toàn với môi trường. Trên toàn thế giới, lượng chất thải phát sinh trên một người mỗi ngày trung bình là 0,74 kg nhưng dao động rất rộng, từ 0,11 đến 4,54 kg [3]

Theo số liệu của Ủy ban năng lượng thế giới (IEA), tỷ lệ sử dụng nhiên liệu thay thế trong sản xuất xi măng sẽ khoảng 11 % vào năm 2030 và tăng lên 23 % vào năm 2050. [4]

Việc sử dụng nhiên liệu thay thế ở các nước khác nhau là khác nhau. Trung bình, trong ngành công nghiệp xi măng sử dụng 4,3 %

nhiên liệu thay thế [5]. Trong khi đó, tại Mỹ, nhiên liệu thay thế có thể lên tới 20 – 70 % tổng năng lượng cần sử dụng cho sản xuất [6]. Tại Châu Âu, Hà Lan là quốc gia sử dụng nhiều nhiên liệu thay thế nhất, với trên 83 % và các quốc gia còn lại sử dụng từ 22 – 62 % [7]. Tại Nhật và Đức, nhiên liệu thay thế sử dụng làm năng lượng nhiệt đạt tới 64,6 % vào năm 2015 [8].

Theo công ước Basel (2011) định nghĩa đồng xử lý là “việc sử dụng các vật liệu phế thải trong các quy trình sản xuất nhằm mục đích tái chế năng lượng và/hoặc tài nguyên và kết quả là giảm thiểu việc sử dụng nhiên liệu và/hoặc nguyên liệu thô thông thường thông qua việc thay thế.” [9]

Chiến lược phát triển Vật liệu xây dựng Việt Nam thời kỳ 2021-2030 đã được Thủ tướng chính phủ phê duyệt thì sử dụng nhiên liệu thay thế lên đến 15 % tổng nhiên liệu dùng để sản xuất clanhke xi măng, định hướng tới năm 2050, việc sử dụng nhiên liệu thay thế lên đến 30 % bằng việc xử lý, sử dụng chất thải rắn sinh hoạt và thải phẩm nông nghiệp, công nghiệp [10].

Trong bối cảnh giá than trên thế giới ngày càng tăng cao, trữ lượng ngày càng khan hiếm, thì áp lực về sử dụng nhiên liệu thay thế từ nguồn chất thải đối với ngành công nghiệp xi măng ngày càng lớn. Trong khi nhiên liệu thay thế từ nguồn chất thải ngày càng nhiều và ổn định, nhiều nước trên thế giới đã có kế hoạch khai thác và tái chế chúng.

*Liên hệ tác giả: chamtt87@gmail.com

Nhận ngày 28/04/2023, sửa xong ngày 26/05/2023, chấp nhận đăng 13/06/2023

Link DOI: <https://doi.org/10.54772/jomc.03.2023.526>

Để có thể đồng xử lý CTRSH trong lò nung xi măng, cần có nghiên cứu về công nghệ cấp/đốt trong hệ thống lò nung xi măng, từ đó làm cơ sở cho việc tiền xử lý, bao gồm: phân loại, gia công, chế biến để có thể đáp ứng các yêu cầu của các cơ sở sản xuất. Và để có thể sử dụng rộng rãi CTRSH làm nhiên liệu thay thế, cần có chỉ dẫn kỹ thuật tiền xử lý và đồng xử lý CTRSH làm nhiên liệu thay thế trong sản xuất clanhke xi măng, làm cơ sở cho các nhà sản xuất xi măng, các cơ sở chế biến CTRSH thực hiện theo.

2. Phương pháp nghiên cứu

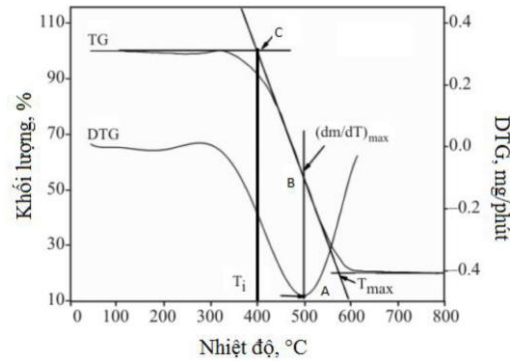
Mẫu CTRSH sau khi thu thập tại các bãi chôn lấp, tại các cơ sở xử lý CTRSH, được đồng nhất, gia công tới kích thước < 1 mm. Sau đó được đem đi thử nghiệm các tính chất như sau:

- Lấy mẫu CTRSH, các chất thải hiện đang sử dụng tại các nhà máy xi măng: TCVN 9466:2012;
- Xác định thành phần CTRSH: theo TCVN 9461:2012;
- Xác định nhiệt trị theo TCVN 200:2011;
- Xác định chất bốc: TCVN 174:2011;
- Xác định độ tro: TCVN 173:2011;
- Xác định lưu huỳnh tổng số: TCVN 175:2015;
- Xác định độ ẩm toàn phần: TCVN 172:2019;
- Xác định hàm lượng clorua: TCVN 141:2008.
- Xác định thành phần hóa của CTRSH, RDF: sử dụng phương pháp XRF
- Xác định tính chất nhiệt, phương pháp phân tích nhiệt vi sai: TG-DTA trên máy TG-DTA 8122 tại phòng thí nghiệm dự án Satreps, trường Đại học Xây dựng Hà Nội.

Quy trình xác định mẫu TG-DTA: Các mẫu được gia nhiệt từ 25 °C đến 105 °C với tốc độ gia nhiệt 10 °C/phút với thời gian giữ mẫu là 10 phút ở 105 °C. Sau đó, tăng tốc độ gia nhiệt là 20 °C/phút. Đối với than, nhiệt độ gia nhiệt tới 1000 °C, còn CTRSH và RDF gia nhiệt tới nhiệt độ 800 °C.

- Xác định nhiệt độ bắt cháy của các loại nhiên liệu được xác định lần lượt qua các bước như sau: [11]
- + Vẽ biểu đồ TG và DTG theo nhiệt độ trên một đồ thị
- + Đầu tiên, vẽ một đường thẳng đứng đi qua đỉnh A của đường cong DTG. Đường này cắt đường cong TG tại điểm B.
- + Vẽ một đường tiếp tuyến với đường cong TG tại điểm C.

- + Vẽ đường nằm ngang đi qua điểm bắt đầu mất khối lượng của đường cong TG. Đường nằm ngang này cắt đường tiếp tuyến tại điểm C.
- + Từ điểm C, vẽ một đường thẳng đứng. Đường này cắt trục hoành tại điểm Ti. Nhiệt độ Ti chính là nhiệt độ bắt cháy của than.



Hình 1. Cách xác định nhiệt độ bắt cháy của các nhiên liệu.

3. Kết quả nghiên cứu và thảo luận

3.1 Tính chất của CTRSH tại Việt Nam

Nhóm thực hiện đã đi khảo sát, lấy mẫu CTRSH tại các bãi chôn lấp, các nhà máy xử lý CTRSH ở Việt Nam.



Hình 2. Khảo sát và lấy mẫu CTRSH.

Bảng 1. Thành phần của CTRSH.

Địa điểm lấy mẫu	Thực phẩm	Giấy	Bông, khẩu trang..., rác hỗn hợp	Nhựa	Vải vụn	Gỗ, rơm rạ	Rác vườn, cành, lá cây	Cao su, da	Các chất khác*
Xuân Sơn	46,07	3,73	12,58	20,27	5,41	0,52	4,04	2,63	4,75
Hải Phòng	47,7	4,52	8,55	23,54	2,57	1,23	2,25	0,63	9,01
Khánh Sơn - Đà Nẵng	49,35	3,82	12,18	9,23	4,63	2,92	6,51	1,54	9,82
Đa Phước - TP.HCM	56,35	3,53	8,54	19,32	4,58	0,36	1,29	0,63	5,4

*Chủ yếu là các chất không cháy: kim loại, sành sứ, thủy tinh, gạch vỡ...

Bảng 2. Thành phần hóa học và các tính chất nhiệt của CTRSH.

Địa điểm lấy mẫu	Khối lượng riêng, kg/m ³	Độ ẩm, %	Chất bốc, %	Độ tro, %	Lưu huỳnh, %	Clo, mg/kg	Nhiệt trị, kcal/kg
Xuân Sơn	280	54,76	53,21	15,53	0,03	0,0117	3.319
Hải Phòng	290	65,4	65,03	25,42	0,17	<10ppm	3.702
Khánh Sơn - Đà Nẵng	310	55,3	33,84	38,65	0,12	0,0197	1.345
Đa Phước - TP.HCM	320	52,15	42,43	54,58	0,12	0,0658	2.077

Bảng 3. Thành phần hóa của mẫu CTRSH Xuân Sơn.

MKN	SiO ₂	Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	CaO	MgO	SO ₃	Ag ₂ O	ZnO	SrO	MnO	Cr ₂ O ₃
62,1	10,7	5,96	<10ppm	13,9	<10ppm	4,52	1,14	0,72	0,6	0,23	0,14

Nhận xét:

- Thành phần chủ yếu của CTRSH là thực phẩm, chất thải hữu cơ và rác thải nhựa;
- Độ ẩm của CTRSH cao, thành phần không đồng đều, có lẫn nhiều vật chất không cháy. Nhiệt trị của CTRSH dao động từ 1345 – 3702 kcal/kg, độ tro cao (15,53-54,58).

3.2 Thực trạng đồng xử lý chất thải tại các nhà máy xi măng ở Việt Nam

Nhóm thực hiện đã khảo sát 4 nhà máy đang thực hiện đồng xử lý chất thải trong lò nung xi măng. Kết quả khảo sát có thể tóm tắt như Bảng 4.

Bảng 4. Tổng hợp các thông tin khảo sát tại các đơn vị sử dụng NLTT tại Việt Nam

TT	Thông tin, số liệu	Đơn vị tính	Nhà máy sản xuất xi măng được khảo sát			
			VICEM Hạ Long	VICEM Hà Tiên - Kiên Lương	VICEM Bút Sơn	INSEE Hòn Chông
1	Thông số của hệ thống lò nung					
	<i>Công suất thiết kế</i>	Tấn/ngày	5500	4000	4000	5000
	<i>Kiểu dạng preheater, calciner</i>		1 nhánh cyclon TĐN (SLC-D)	2 nhánh cyclon TĐN (SLC)	2 nhánh cyclon TĐN	2 nhánh cyclon TĐN
	<i>Hãng cung cấp hệ thống thiết bị lò nung</i>		F.L. Smidth	Polysius	Line1: Tecnip-cle Line2: Kawasaki	Kawasaki
2	Loại rác		Vải vụn	Vải vụn, da vụn	Vải vụn, vỏ bao	Vải vụn, da vụn
	<i>Độ ẩm</i>	%	≤ 7	15 - 25	≤ 5	
	<i>Nhiệt trị</i>	kcal/kg	≥ 4500 - 5100	4700 - 5200	≥ 4800 - 5500	≥ 2500
	<i>Kích thước: 2D</i>	mm	≤ 2 x 100	≤ 2 x 100	≤ 2 x 100	≤ 2 x 100
	<i>Kích thước: 3D</i>	mm	≤ 50 x 50 x 50	≤ 50 x 50 x 50	≤ 50 x 50 x 50	≤ 50 x 50 x 50
	<i>Khối lượng riêng</i>	kg/m ³	100 - 200	100 - 200	100 - 200	100 - 200
	<i>Hàm lượng tro (max)</i>	%	5	-	5	-
	<i>Hàm lượng clorua, sulfua, kiềm (max)</i>	%	0,1	-	0,1	-
3	Kho chứa, phân lô		Không	Có	Có	Có
4	Khu vực gia công, sơ chế		Không	Không	Có	Có
5	Khu vực đồng nhất		Không	Có	Có	Có
6	Hệ thống PCCC		Có	Có	Có	Có
7	Hệ thống vận chuyển cấp liệu		Tời, băng tải	Băng tải	Băng tải	Băng tải túi
8	Vị trí cấp vào lò nung		Calcliner	Calcliner	Calcliner	Calcliner
9	Hệ thống điều khiển tự động hóa		Điều khiển TT	Điều khiển TT	Điều khiển TT	Điều khiển TT
10	Tỷ lệ thay thế nhiên liệu (năm 2021)	%	2,51	5	21,26 (d/c1) 21,34 (d/c2)	27
11	Giấy phép xử lý rác		Có	Có	Có	Có
12	Tiêu chuẩn cơ sở		Có	Có	Có	Có
13	Điều kiện về mặt bằng, đầu nối		Thuận lợi	Thuận lợi	Thuận lợi	Thuận lợi

Nhận xét:

- Hiện nay tại các nhà máy xi măng tại Việt Nam mới chỉ thực hiện sử dụng nhiên liệu thay thế chủ yếu là các phế thải công nghiệp như vôi vụn, da giày. Một số đơn vị có đồng xử lý CTNH nhưng lượng không lớn.

- Đồng xử lý chất thải tại các nhà máy đều thực hiện theo phương thức đốt trực tiếp, với điểm cấp là tại gần cổ thắt calciner ở vị trí thấp nhất nhằm tăng thời gian lưu. Góc trút liệu phù hợp (>60 độ) để đảm bảo có thể nâng trong việc đưa rác thải vào vùng đốt ổn định. Yêu cầu thông gió hệ thống đủ lớn để tăng vận tốc nâng liệu, tránh rơi trực tiếp vào buồng khói, giàu oxy và thời gian lưu của calciner đủ lớn để đốt cháy hoàn toàn rác.

- Hiện nay nguồn cung chất thải công nghiệp còn hạn chế nên các nhà máy xi măng chưa chủ động được nguồn này, phụ thuộc vào thị trường cung cấp cũng như các đơn vị tiền xử lý. Chỉ có 1 số ít các nhà máy đầu tư hệ thống tiền xử lý chất thải để làm NLTT cho sản xuất xi măng. Tại các đơn vị này, tỷ lệ thay thế nhiên liệu truyền thống trong khoảng 21 – 27 %.

- Chưa có nhiều đơn vị cung cấp thiết bị xử lý rác thải cũng như tư vấn, cung cấp giải pháp công nghệ, kỹ thuật về xử lý chất thải cho ngành sản xuất xi măng. bố trí cát rác thành 2 cấp (kích thước 2D cát thô 150 x 250 mm và cát tinh < 100 x 100 mm) để giảm kích thước và ổn định chất lượng khi cấp vào kết chứa và định lượng trước khi cấp vào băng tải, tách kim loại trên băng và cấp lên xử lý tại điểm đốt.

- Yêu cầu của các nhà máy xi măng khi thực hiện đồng xử lý chất thải: kích thước 2D < 100 x 100 mm, 3D < 50 x 50 x 50 mm, độ ẩm < 10 %, nhiệt trị > 4500 kcal/kg. Đây là yêu cầu cao khi so với chất lượng của CTRSH. Trên cơ sở kết quả thử nghiệm giai đoạn thử công tại các đơn vị, tỷ lệ thay thế nhiên liệu tối thiểu ở mức 5 % mới đạt hiệu quả kinh tế do phải trả các chi phí thuê thiết bị xử lý; chi phí bốc xúc, vận chuyển chất thải; chi phí nhân công thực hiện...

- Hệ thống kết định lượng, thiết bị vận chuyển, thiết bị cát phải đảm bảo không tắc, kẹt; tách được các loại rác thải kích thước lớn, không đồng nhất; tách kim loại và các chất gây cháy nổ...

3.3. Đề xuất công nghệ tiền xử lý, đồng xử lý CTRSH trong lò nung clanhke xi măng

3.3.1. Đề xuất công nghệ tiền xử lý, đồng xử lý CTRSH trong lò nung xi măng

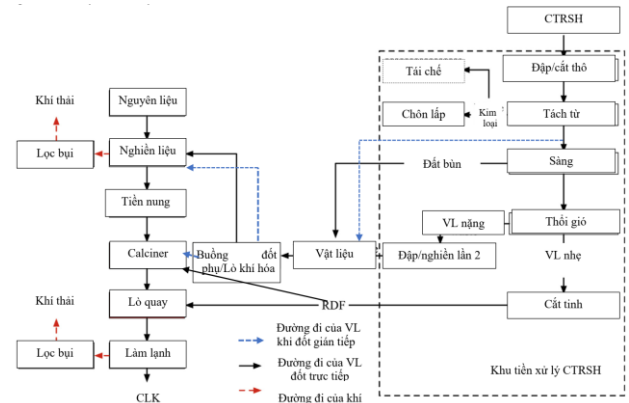
Trước khi thực hiện đồng xử lý CTRSH, nhà máy xi măng cần xác định được loại rác thải mục tiêu để lựa chọn đồng xử lý trong nhà máy xi măng. Việc xác định và lựa chọn được chất thải để sản xuất RDF là một điểm mấu chốt và có khả năng tạo ra các chất lượng RDF khác nhau phù hợp với các điểm cấp khác nhau trong lò xi măng.

So sánh các giá trị nhiệt trị của các mẫu CTRSH của nhóm thu thập được và các yêu cầu RDF cho các vị trí cấp khác nhau có thể thấy rằng:

- Đối với loại CTRSH có nhiệt trị ≤ 2077 kcal/kg, bao gồm tại: Cầu Diễn, Nam Sơn, Khánh Sơn, Đa Phước. Các mẫu CTRSH này cần được

tiền xử lý nhằm mục đích làm tăng nhiệt trị, giảm kích thước để có thể cấp cho buồng đốt phụ, calciner hoặc vôi đốt chính.

- Đối với CTRSH có nhiệt trị ≥ 3319 kcal/kg, bao gồm tại: Xuân Sơn, Minh Tân. Các mẫu CTRSH này đã đáp ứng yêu cầu nhiệt trị cho buồng đốt phụ, calciner nhưng chưa thỏa mãn cho vôi đốt chính. Ngoài ra, khi cấp vào buồng đốt phụ, calciner, vôi đốt chính vẫn cần giảm độ ẩm, giảm kích thước để đáp ứng các yêu cầu đầu vào tại các vị trí cấp CTRSH.



Hình 3. Sơ đồ công nghệ tiền xử lý, đồng xử lý CTRSH trong lò nung xi măng.

Từ nhận xét trên, nhóm thực hiện đề xuất công nghệ tiền xử lý, đồng xử lý CTRSH tại Việt Nam có nhiệt trị < 10 kJ/kg (tương đương 2389 kcal/kg) như Hình 3 dưới đây. CTRSH được thu gom và vận chuyển về khu tiền xử lý. Tiền xử lý thông thường được thực hiện bên ngoài nhà máy xi măng, tại các cơ sở có chức năng thu gom, vận chuyển và xử lý CTRSH.

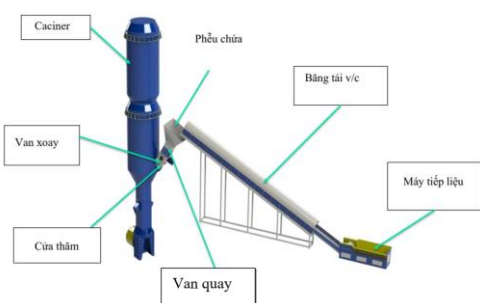
a) Tiền xử lý RDF cho calciner và cho vôi đốt chính

CTRSH sau khi được thu gom, vận chuyển về trạm tiền xử lý sẽ được đập thô lần 1. Có thể sử dụng máy nghiền/đập búa. Sau đó, CTRSH ra băng tải, vận chuyển tới khu vực tách từ. Kim loại chứa sắt được tách tại đây. Sắt kim loại được đưa đi tái chế tiếp. CTRSH khi tách từ được đưa sang máy sàng. Có thể sử dụng máy sàng quay, sàng trống hoặc sàng rung. Vật liệu dưới sàng như bùn, đất được băng tải vận chuyển tới khu chứa vật liệu không cháy, vật liệu trên sàng được đưa sang khu vực phân tách có thổi gió. Dựa trên khối lượng riêng khác nhau, sẽ tách được các loại vật liệu nhẹ, có khả năng cháy như các loại vật liệu hữu cơ: nilon, chai nhựa, lá cây, cao su... Các loại vật liệu này được đưa vào máy cắt tinh. Có thể sử dụng máy cắt tốc độ thấp, momen xoắn cao để làm giảm kích thước của các loại vật liệu này. Sau khi cắt tinh sẽ thu được RDF. Phần nhiên liệu thay thế này có thể đưa vào đốt trong calciner hoặc đốt trong vôi đốt đa kênh. Khi đó, chất lượng của RDF cần đảm bảo như sau:

- ✓ RDF cho vôi đốt chính:
 - Nhiệt trị: 20 -25 GJ/t (4.778 – 5.972 kcal/kg);
 - Độ ẩm: < 15 %;
 - Hàm lượng kim loại nặng: 2.000 - 5.000 ppm;
 - Clo: 0,5 % - 1,5 %;

- Kích thước 2D: 20 - 30 mm.
- Kích thước 3D: ≤ 20 x 20 x 20 mm
- ✓ RDF cho calciner:
- Nhiệt trị: 13 - 15 GJ/t (3105 – 3583 kcal/kg);
- Độ ẩm: 15 % đến 25 %;
- Hàm lượng kim loại nặng: 2000 - 5000 ppm;
- Clo: 0,5 %- 1,5 %;
- Kích thước 2D: 50 - 80 mm.
- Kích thước 3D: ≤ 50 x 50 x 50 mm

Qua kết quả khảo sát các nhà máy tại Việt Nam cho thấy do có mặt bằng rộng, đa phần các nhà máy sử dụng hệ thống băng tải cấp liệu từ kho chứa lên lò. Do băng tải là thiết bị vận chuyển phù hợp, vận hành ổn định, có chi phí đầu tư và vận hành thấp.



Hình 4.1. Sơ đồ công nghệ hệ thống cấp RDF lên calciner.

b) Tiền xử lý cho buồng đốt phụ, lò khí hóa

Đối với phương pháp đốt gián tiếp sử dụng buồng đốt phụ hoặc lò khí hóa, CTRSH sau khi thu gom, vận chuyển về trạm xử lý cũng sẽ được đập sơ bộ lần 1, bằng máy nghiền/đập búa. Sau đó, CTRSH ra băng tải, vận chuyển tới khu vực tách từ. Kim loại chứa sắt được tách tại đây. Sắt kim loại được đưa đi tái chế tiếp. CTRSH khi tách từ được đưa vào buồng đốt phụ hoặc lò khí hóa. Khi đó, sau khi sàng các phần không cháy như thủy tinh, gạch vỡ, đất đá, phần còn lại có thể đưa trực tiếp vào buồng đốt phụ. Phần không cháy có thể đưa vào máy nghiền làm nguyên liệu sản xuất xi măng, hoặc cũng có thể đưa vào buồng đốt phụ. Tùy theo công nghệ của từng buồng đốt phụ, khí cháy sẽ đưa vào calciner còn tro sẽ quay lại máy nghiền liệu hoặc đưa trực tiếp vào trong calciner. Để không ảnh hưởng tới chất lượng clanhke, quá trình này cần được nghiên cứu thử nghiệm trước đó để đảm bảo tính ổn định của phối liệu.

Mục tiêu của quá trình tiền xử lý CTRSH

- ✓ RDF cho buồng đốt phụ hoặc lò khí hóa
- Nhiệt trị: 10 - 13 GJ/t (2389 – 3105 kcal/kg);
- Độ ẩm: 20 % đến 40 %;
- Kích thước: 100 - 300 mm.

- Kích thước 3D: ≤ 200 x 200 x 200 mm.

Tùy theo tỷ lệ mong muốn thay thế CTRSH trong lò nung xi măng mà các nhà máy xi măng có thể lựa chọn phương pháp đốt trực tiếp hoặc gián tiếp.

Bảng 4.1. Các mốc để tăng mức nhiên liệu thay thế trong lò nung xi măng.

Tỷ lệ thay thế nhiệt, %	< 9	9 - 25	25 - 60	60 - 90
Mua NLTT có sẵn hoặc bổ sung thiết bị tiền xử lý tại chỗ: máy cắt, nghiền..	+	+	+	+
Cần bổ sung hệ thống bypass	-	-	+	+
Cải tạo calciner	-	+/-	+	-
Bổ sung buồng đốt phụ	-	-/+	+	+
Cải tạo vôi đốt chính	-	-	-	+

Từ bảng trên có thể thấy rằng, từ khi bắt đầu quyết định đồng xử lý CTRSH, nhà máy xi măng có thể sử dụng RDF trên thị trường hoặc bổ sung thiết bị tiền xử lý tại chỗ như: máy cắt, máy nghiền. Khi mong muốn đồng xử lý được tỷ lệ 9 – 25 %, tại đây, ngoài bổ sung thiết bị tiền xử lý cần cải tạo calciner để có thể đốt trực tiếp CTRSH tại calciner. Tuy nhiên, cũng có thể lựa chọn bổ sung buồng đốt phụ, khi đó sẽ không cần thiết phải cải tạo calciner.

Tại giai đoạn thứ 3, khi nâng tỷ lệ thay thế nhiệt từ 25 – 60 %, thì các nhà máy xi măng cần bổ sung thêm hệ thống bypass, có thêm buồng đốt phụ. Và trong giai đoạn cuối cùng, với tỷ lệ thay thế trong khoảng 60 – 100 %, thì cần thực hiện đồng thời: có hệ thống tiền xử lý, bổ sung bypass, bổ sung buồng đốt phụ và vôi đốt chính.

3.3.2 Thử nghiệm các tính chất cháy của RDF thu được từ CTRSH

Nhóm thực hiện đề tài đã thử nghiệm phân tách phần RDF từ CTRSH, sử dụng biện pháp thủ công và sàng để loại bỏ một phần chất hữu cơ và phần không cháy trong CTRSH. Kết quả thu được RDF có tính chất được đưa ra ở Bảng 5 dưới đây.

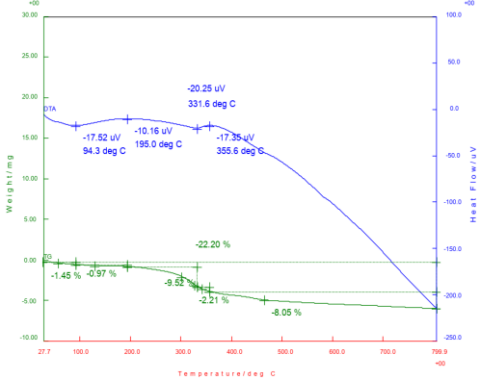


Hình 4. RDF chế tạo từ CTRSH.

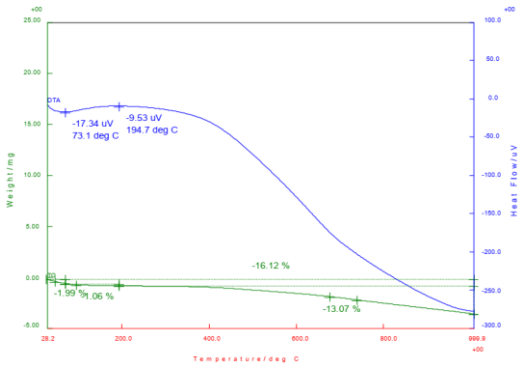
Bảng 5. Tính chất của RDF sau khi tiền xử lý.

Tên mẫu	Nhiệt trị, kcal/kg	Độ tro, %	Chất bốc, %	S tổng số, %	Clorua, mg/kg
RDF 4 (Xuân Sơn)	4005	15,53	62,62	0,35	< 10ppm
RDF 6 (Đa Phước)	5360	24,06	75,29	0,32	1842

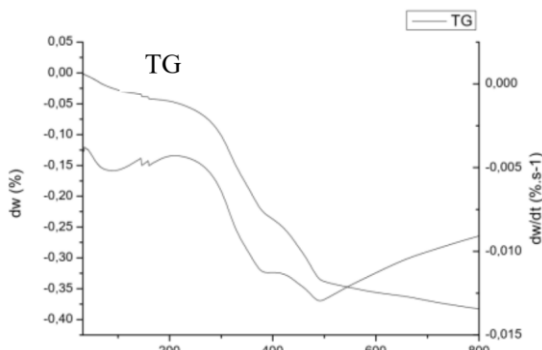
Phân tích nhiệt vi sai của các mẫu RDF và CTRSH như sau:



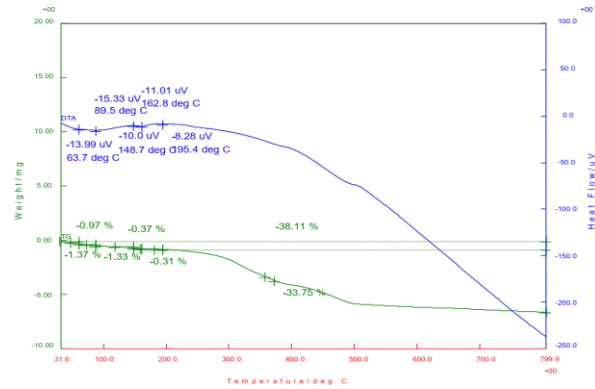
Biểu đồ TG-DTA mẫu CTRSH Xuân Sơn



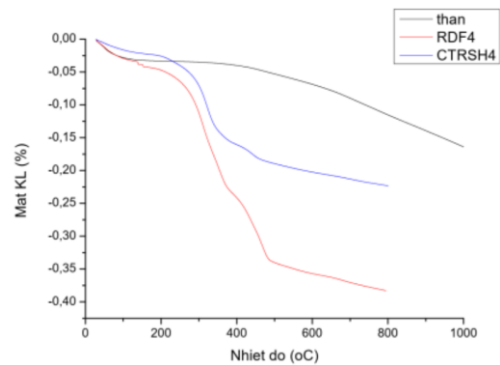
Biểu đồ TG-DTA của than



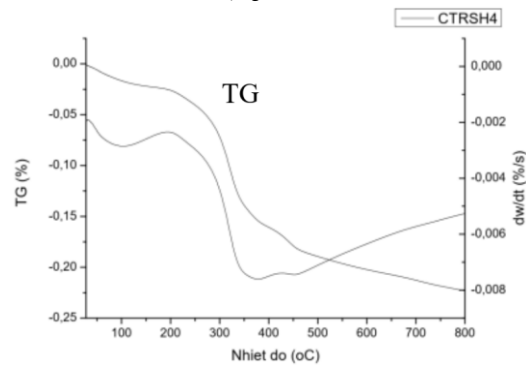
Biểu đồ xác định nhiệt độ bắt cháy của RDF4



Biểu đồ TG-DTA mẫu RDF Xuân Sơn



Biểu đồ mất khối lượng của RDF, CTRSH và than



Biểu đồ xác định nhiệt độ bắt cháy CTRSH4

Nhận xét:

- Ở peak mất khối lượng đầu tiên là giải phóng nước tự do. Vùng giảm khối lượng thứ hai liên quan đến việc giải phóng các chất hữu cơ dễ bay hơi ở nhiệt độ thấp và vùng thứ ba liên quan đến quá trình đốt cháy carbon cố định trong nhiên liệu. Các đường cong TG trong Hình 4.8 trên cho thấy việc giảm trọng lượng ở vùng thứ nhất và thứ ba ít hơn vì tất cả các mẫu đều chứa độ ẩm thấp và cacbon cố định. Sự phân hủy nhiệt của than dẫn đến một đỉnh chính. Đỉnh này liên quan đến việc giải phóng chất dễ bay hơi có chứa carbon.

- Than đá cho thấy giảm trọng lượng chậm so với CTRSH và RDF. 2 loại NLTT này có tỷ lệ giảm trọng lượng cao chủ yếu ở nhiệt độ từ 180 °C đến 495 °C do hoạt tính cao của chúng, trong khi trọng lượng than bị mất đi là từ 420 °C đến khoảng 800 °C. Than giảm trọng lượng

chậm có thể là do hàm lượng tro cao và hàm lượng chất dễ bay hơi thấp. Điều này làm cho quá trình phân hủy của than xảy ra ở nhiệt độ cao hơn như được chỉ ra trong Hình 4.8. Thứ tự phản ứng cháy của 3 loại nhiên liệu là: CTRSH > RDF > than đá.

- Trong các đường cong DTG của CTRSH được thể hiện trong Hình 4.10, hai đỉnh tỏa nhiệt chính được quan sát thấy ở khoảng 220 °C và 440 °C, trong khi ở các đường cong DTG của RDF, hai đỉnh tỏa nhiệt chính thu được ở 240 °C và 420 °C. Sự tồn tại của các vai/đỉnh khác nhau có thể là do tính chất không đồng nhất của chất thải rắn. Ví dụ, sự hiện diện của cellulose và hemi celluloses trong CTRSH dẫn đến quá trình đốt cháy ở nhiệt độ thấp hơn, trong khi sự hiện diện của lignin (vật liệu có khả năng phản ứng thấp) có thể cần nhiệt độ cao hơn để đốt cháy hoàn toàn. Để phân tích sâu hơn, do CTRSH chứa vài vụn, túi

nhựa nylon và cả chai nhựa PET, những thứ tạo ra các đỉnh khác nhau trong quá trình đốt cháy. Khi nhiệt độ đốt cháy và tốc độ đốt cháy của các loại chất dễ bay hơi có trong mẫu chất thải rắn gần nhau, sự chồng chéo của các dải nhiệt độ có thể gây ra ít số lượng peak hơn.

- Để nghiên cứu đặc tính và hành vi nhiệt, cần xác định nhiệt độ bắt cháy và nhiệt độ cháy kiệt thu được từ các giản đồ TG và DTG của các mẫu.

Bảng 6. Nhiệt độ bắt cháy, nhiệt độ cháy kiệt và một số các đặc tính nhiệt của nhiên liệu.

Tên mẫu	Nhiệt độ bắt cháy, °C	Nhiệt độ cháy kiệt, °C	Nhiệt độ ở tỷ lệ mất khối lượng lớn nhất ở peak thứ nhất (T1), °C	Nhiệt độ ở tỷ lệ mất khối lượng lớn nhất ở peak thứ hai (T2), °C	Khối lượng tro, %
Than	443	800	450	-	31,8
CTRSH4	215	450	220	450	28,02
RDF4	280	480	240	420	15,53

Trong số các mẫu thử nghiệm, than đá có nhiệt độ bắt cháy cao nhất (443 °C), trong khi CTRSH và RDF có giá trị nhiệt độ bắt cháy rất gần lần lượt là 215 °C và 280 °C. Mặc dù CTRSH có hàm lượng chất dễ bay hơi thấp so với RDF, nhưng quá trình đốt cháy MSW vẫn bắt đầu sớm hơn so với RDF. Điều này có thể là do sự hiện diện của các chất dễ bay hơi, bao gồm rất nhiều hàm lượng chất hữu cơ từ các chất có thể phân hủy sinh học trong CTRSH. Nhiệt độ cháy kiệt của than (800 °C) cao hơn so với CTRSH (450 °C) và RDF (480 °C), và điều này là do hàm lượng tro cao hơn, đặc trưng hơn nữa cho quá trình đốt cháy. So với CTRSH và RDF, than đá thu được nhiều chất không cháy hơn. Điều này có nghĩa là việc bổ sung CTRSH và RDF trong quá trình đốt than có thể cải thiện đặc tính cháy của than. Các giá trị trung bình DTG của nhiên liệu được chọn được tìm thấy theo thứ tự giảm dần của RDF, MSW và than đá. Chất thải rắn sẽ cháy hết nhanh hơn so với than.

4. Kết luận

Sau khi nhóm thực hiện đi khảo sát, lấy mẫu và đánh giá tính chất của CTRSH, khảo sát tại các nhà máy đồng xử lý chất thải trong sản xuất clanhke xi măng cho thấy:

- CTRSH tại Việt Nam chủ yếu được xử lý bằng cách chôn lấp trong bãi chôn lấp hợp vệ sinh, chỉ có 1 số ít được đốt (có hoặc không thu hồi nhiệt). CTRSH tại các điểm khảo sát cho thấy nhiệt trị dao động từ 1345 – 3702 kcal/kg, độ tro cao (15,53 - 54,58). Hàm lượng clorua, lưu huỳnh tổng số của CTRSH tại Việt Nam thấp, lần lượt nhỏ hơn 0,1 % và 0,2 %.

- Tại các nhà máy xi măng, chỉ mới sử dụng CTR công nghiệp thông thường như vôi vụn, để giày, rác thải nhựa để làm NLTT. Nhiệt trị của các loại nhiên liệu thay thế sử dụng đều lớn hơn 4000 kcal/kg. Các nhà máy đều áp dụng phương pháp đốt trực tiếp, vị trí cấp đốt của các nhà máy là vào calciner. Tỷ lệ thay thế nhiệt của các nhà máy trong năm 2021 dao động lớn từ 2,7 – 27 %, tùy thuộc vào từng nhà máy cũng như việc đầu tư hệ thống tiền xử lý CTR và nguồn cung CTR công nghiệp thông thường.

- Nhóm thực hiện đã đề xuất công nghiệp tiền xử lý, đồng xử lý CTRSH trong sản xuất clanhke. Đối với loại CTRSH có nhiệt trị lớn hơn 3100 kcal/kg, có thể cấp vào trong calciner sau khi gia công kích thước phù

hợp. Còn loại RDF sau khi tiền xử lý có kích thước 2D < 20 - 30 mm, 3D < 20 x 20 x 20 mm, nhiệt trị lớn hơn 4700 kcal/kg thì có thể đốt trong vôi đốt chính đa kênh. Đối với loại CTRSH có nhiệt trị thấp hơn 3100 kcal/kg, cần được tiền xử lý và có thể cấp vào lò khí hóa hoặc buồng đốt phụ. Tùy theo mặt bằng, điều kiện kinh tế, vị trí cũng như các điều kiện liên quan, các nhà máy có thể lựa chọn các tỷ lệ thay thế nhiệt mong muốn, các phương pháp đồng xử lý trực tiếp hoặc gián tiếp. Từ lựa chọn này để đưa ra được yêu cầu của RDF phục vụ cho quá trình đồng xử lý. Đây là điều kiện quan trọng để lựa chọn các thiết bị tiền xử lý phù hợp.

- Theo đánh giá của nhóm thực hiện: CTRSH và RDF có nhiệt độ bắt cháy và nhiệt độ cháy kiệt thấp hơn so với than, độ tro cũng thấp hơn. Điều này có nghĩa là việc bổ sung CTRSH và RDF trong quá trình đốt than có thể cải thiện đặc tính cháy của than.

Tài liệu tham khảo

- [1]. <https://www.ecotricity.co.uk/our-green-energy/energy-independence/the-end-of-fossil-fuels>
- [2]. Aranda-Usón, A., Ferreira, G., López-Sabirón, A.M., Sastresa, E.L., de Guínoa, A.S., 2012, *Characterisation and environmental analysis of sewage sludge as secondary fuel for cement manufacturing*, Chem. Eng. Trans. 29, 457–462
- [3]. Trends in Solid Waste Management, The World Bank.
- [4]. IEA, Technology Roadmap – Low carbon transtition in cement industry, 2018
- [5]. World Business Council for Sustainable Development and International Energy Agency, 2013
- [6]. Portland Cement Association, 2009
- [7]. Aranda Uson, A., Lopez-Sabiron, A.M., Ferreira, G., Llera Sastresa, E., 2013. *Uses of alternative fuels and raw materials in the cement industry as sustainable waste management options*. Renew. Sustain. Energy Rev. 23, 242-260
- [8]. Hong, G.-B., Huang, C.-F., Lin, H.-C., Pan, T.-C., 2018. *Strategies for the utilization of alternative fuels in the cement industry*. Carbon Manag. 9, 95-103
- [9]. Công ước Basel, 2011
- [10]. Chiến lược phát triển VLXD VN thời kỳ 2021-2030, định hướng tới 2050, 2021
- [11]. Nguyễn Thị Thục Phương, Hoàng Thị Tuyền, Phạm Tuấn Anh, Viện Công nghệ xạ hiếm, “Nghiên cứu ảnh hưởng của chất phụ gia đa nguyên tố chứa Na, De, Al, Ca đến hiệu quả đốt than, thông tin khoa học và công nghệ hạt nhân, số 66- tháng 3/2021, trang 31-36