

# NGHIÊN CỨU QUÁ TRÌNH XỬ LÝ KHÍ THẢI VÀ XỬ LÝ TRO RÁC CỦA Lò ĐỐT CHẤT THẢI RẮN SINH HOẠT

STUDY ON THE TREATMENT PROCESS OF AIR POLLUTION AND ASH FROM THE SOLID WASTE INCINERATOR

Phạm Thị Mai Hương\*, Nguyễn Quang Tùng, Nguyễn Hùng Ngạn,  
Đỗ Thị Cẩm Vân, Hoàng Văn Huy, Phạm Thị Thanh Yên

## TÓM TẮT

Các phương pháp xử lý rác thải chủ yếu ở Việt Nam là chôn lấp hợp vệ sinh, thiêu đốt, sinh học, nhưng phương pháp thiêu đốt được sử dụng nhiều nhất bởi phương pháp này thì lượng rác thải được xử lý nhiều hơn. Tuy nhiên, phương pháp thiêu đốt tự do (không lò đốt đủ nhiệt độ) chính là nguyên nhân sinh ra các khí thải rất độc hại như dioxin, furan, CO, NO<sub>x</sub>... gây ô nhiễm môi trường không khí, gây ra các bệnh về đường hô hấp, thậm chí các bệnh ung thư. Việc thiết kế hệ thống xử lý rác thải theo phương pháp thiêu đốt được nghiên cứu với các hệ thống đốt ở nhiệt độ cao (900 - 1100°C) đảm bảo chất thải rắn cháy hoàn toàn và không sinh ra các khí độc. Lò đốt ở quy mô phòng thí nghiệm có công suất 5kg/h được thử nghiệm và đánh giá chất lượng khí thải. Khí thải sau khi đốt được khảo sát với các dung dịch hấp thụ, với nồng độ NaOH 0,5N thì nồng độ các khí thải NO<sub>2</sub>, CO, SO<sub>2</sub>, đạt yêu cầu theo QCVN61-MT:2016/BTNMT. Tro rác, bụi thu được sau khi đốt đem xử lý phối trộn với nguyên liệu cao lanh làm gạch không nung, cường độ chịu nén sản phẩm đóng rắn đạt 5,8MPa tương ứng với gạch bê tông M5 theo tiêu chuẩn TCVN 6477:2016.

**Từ khóa:** Chất thải rắn (CTR), lò đốt, khí thải, hấp thụ, xử lý tro rác.

## ABSTRACT

Solid waste in Vietnam is treated in three form: burning, burial and composting but the solid waste is currently thermal treated. However, the method of burning is not suitable (not ensuring the furnace's burning temperature) may also give rise to substances toxic waste such as doxin, furan, CO, NO<sub>x</sub>... caused the pollution environment, the respiratory illnesses and cancers. The incinerator who uses the high temperature (900 - 1100°C) the solid waste burn completely and non poison syngas. The small incinerator as 5kg/hour was tested in the laboratory, the syngas NO<sub>2</sub>, CO, SO<sub>2</sub> were absorbed in NaOH 0.5N solution, the quality of the syngas is good for the environment and meeting the QCVN standard (QCVN61-MT:2016/BTNMT). The ashes, dust were generated during burning which was mixed with kaolin to make adobe bricks, the value of compressive strength is reached 5.8MPa, the quality of production equivalent to concrete bricks at TCVN 6477:2016 standard.

**Keywords:** Solid waste, burning, ashes, absorbed.

Khoa Công nghệ Hóa, Trường Đại học Công nghiệp Hà Nội

\*Email: phamthimaihuong76@yahoo.com.vn

Ngày nhận bài: 20/10/2019

Ngày nhận bài sửa sau phản biện: 25/11/2019

Ngày chấp nhận đăng: 24/6/2020

## 1. MỞ ĐẦU

Chất thải rắn sinh hoạt được thải ra từ các hoạt động kinh doanh và thương mại, dịch vụ, chợ dân sinh, trường học, từ các công trình xây dựng và các hoạt động cộng đồng. Với mức sống ngày một tăng cao là một trong những nguyên nhân chính làm gia tăng lượng rác thải. Ở Ấn độ khoảng 80.000 tấn chất thải rắn được tạo ra hàng ngày tại các trung tâm đô thị [1], Việt Nam lượng chất thải rắn sinh hoạt phát sinh ở khu vực đô thị khoảng 38.000 tấn/ngày [2]. Theo kết quả báo cáo hiện trạng môi trường Quốc gia, ở Việt Nam về chất thải rắn năm 2017 cho thấy lượng chất thải rắn sinh hoạt ở các đô thị phát sinh trên toàn quốc tăng trung bình 10 - 16%, trong tổng số chất thải rắn thải ra tại các đô thị thì chất thải rắn sinh hoạt chiếm tới 60 - 70% [3]. Chất thải rắn (rác thải) nếu không được xử lý kịp thời, đúng cách sẽ gây ra ô nhiễm môi trường không khí (mùi và các khí khác như CH<sub>4</sub>, H<sub>2</sub>S, NH<sub>3</sub>, các chất hữu cơ dễ bay hơi,...), môi trường nước (tắc nghẽn sông, hồ, lan truyền dịch bệnh, ảnh hưởng tới sinh vật thủy sinh, thay đổi thành phần các chất có trong nước,...), đất (thay đổi thành phần tính chất của đất, giảm độ phì nhiêu, làm cho đất bị chua,...) và ảnh hưởng tới sức khỏe con người.

Ở các quốc gia phát triển chất thải rắn được phân loại tại nguồn và thực hiện nghiêm ngặt theo nguyên tắc 3RVE (giảm thiểu, sử dụng lại, tái sinh và tái chế). Công nghệ xử lý chất thải rắn chính ở các quốc gia này là làm phân bón, tạo năng lượng (như khí sinh học, tạo nguyên nhiên liệu đốt) [4]. Tuy nhiên ở các quốc gia đang phát triển như Việt Nam việc phân loại chất thải tại nguồn còn nhiều hạn chế, kinh phí dành cho xử lý chất thải rắn không cao nên phương pháp thường sử dụng là chôn lấp, san lấp các chỗ trũng, thiêu đốt không thu năng lượng, làm phân bón. Tuy nhiên, quỹ đất sử dụng để chôn lấp ở Việt Nam ngày càng hạn hẹp, nên việc xử lý chất thải rắn sinh hoạt bằng phương pháp thiêu đốt đang có xu hướng được áp dụng phổ biến tại nhiều tỉnh thành trong cả nước.

Phương pháp thiêu đốt đã làm giảm khối lượng rắn của chất thải ban đầu từ 80 - 85% và thể tích khoảng 95 - 96%, nước rỉ rác gần như không có nhưng sinh ra một lượng lớn khí thải như bụi, SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, CO, các chất hữu cơ dễ bay hơi

(VOCs), khí dioxin/furan,... Các khí này nếu không được xử lý đúng cách sẽ gây ô nhiễm môi trường nghiêm trọng. Trong nghiên cứu này, nhóm tác giả đã tiến hành khảo sát các điều kiện thích hợp để xử lý khí thải  $SO_2$ , CO,  $NO_2$ , từ lò đốt chất thải rắn sinh hoạt quy mô phòng thí nghiệm, công suất 5kg/h đều đạt QCVN 61-MT:2016/BTNMT. Đồng thời lượng tro rác, bụi thu được sau khi đốt được nghiên cứu để xử lý theo phương pháp đóng rắn làm gạch không nung với một số loại khoáng sét tự nhiên như cao lanh, trường thạch...

Hướng nghiên cứu chế tạo vật liệu không nung theo công nghệ bê tông geopolyme đã được các nhà khoa học trong nước quan tâm: Công nghệ chế tạo gạch không nung của công ty Huệ Quang (2009). Nghiên cứu chế tạo gạch không nung bằng công nghệ geopolyme sử dụng tro bay và phế thải bùn đỏ để xây dựng nhà ở vùng Cao nguyên Việt Nam của nhóm nghiên cứu ở Trường Đại học Bách khoa TP Hồ Chí Minh (2010). Vì vậy, trong nghiên cứu này, tro rác sau khi nghiên cứu thành phần tính chất sẽ được tính toán tỷ lệ để phối trộn đồng rắn định hướng làm gạch không nung, nhằm xử lý triệt để chất thải môi trường làm ra những sản phẩm có ích cho con người và đời sống xã hội.

## 2. THỰC NGHIỆM

### 2.1. Hóa chất, thiết bị

#### Hóa chất:

Các hoá chất sử dụng để phân tích các chất khí ô nhiễm gồm sunfanilamit, hydrogen peroxyt, natricacbonat, natri format, đồng sunphat, axit clohydric, diclorua naphtyl etylendiamin, natri nitrit, axit percloric, bari peclorat, axit sulfuric, kali hydro phtalat đạt độ tinh khiết sử dụng trong phân tích (Trung Quốc). Cao lanh, trường thạch nguyên liệu được lấy tại mỏ quặng ở Lào Cai, Yên Bái.

#### Dụng cụ và thiết bị:

Lò đốt rác quy mô phòng thí nghiệm, công suất 5kg/h.

Máy lấy mẫu khí lưu lượng thấp PST-5000 - Staplex - Mỹ; Thiết bị đo và phân tích khí thải ống khói lò cao Testo 350 - Testo - Đức; Máy đo khí cầm tay IBRID MX6-Multigas meter; Máy so màu quang phổ Genesys 10s UV-VIS - Thermo - Mỹ.

### 2.2. Lấy mẫu, bảo quản và đo mẫu khí

Các mẫu khí đo trực tiếp tại miệng xả của ống khói lò đốt trước và sau khi đi vào hệ thống lò đốt rác thải quy mô phòng thí nghiệm được lắp đặt tại nhà B5 cơ sở 2 của Trường Đại học Công nghiệp Hà Nội, với các thông số CO,  $SO_2$ ,  $NO_2$ . Các chỉ tiêu khí  $SO_2$ , CO được thực hiện đo trên thiết bị đo cầm tay. Khí  $NO_2$  được lấy và xác định theo tiêu chuẩn Việt Nam TCVN 7172: 2002 Sự phát thải của nguồn tĩnh - Xác định nồng độ khối lượng nitơ ôxit - Phương pháp trắc quang dùng naphtyletylendiamin.

Lấy mẫu và xác định khí  $SO_2$ , CO bằng thiết bị lấy mẫu cầm tay Máy đo khí cầm tay IBRID MX6-Multigas meter lấy mẫu theo nguyên tắc xác định khí tại nguồn thải cố định, được đặt tại nguồn thải khí trước hấp thụ (khí từ ống khói thải trước khi vào hệ thống xử lý) và ống khói thải ra môi trường sau khi xử lý. Thực hiện lấy mẫu lặp 10 lần, tính toán xử lý số

liệu theo hướng dẫn ĐLVN 265: 2016- Phương tiện đo nồng độ  $SO_2$ , CO,  $CO_2$ ,  $NO_x$  của Tổng cục Đo lường Việt nam.

### 2.3. Chuẩn bị dung dịch hấp thụ cho hệ thống xử lý khí thải

Dung dịch hấp thụ khí thải được sử dụng để khảo sát là NaOH có nồng độ 0,1; 0,5, 1N và dung dịch  $Ca(OH)_2$  0,01N; bão hòa. Dung dịch hấp thụ được nạp vào thùng nhựa dung tích 80 lít ( $\Phi 55x$  cao 57cm). Thực hiện khảo sát khả năng hấp thụ các khí sau khi đốt rác với các dung dịch hấp thụ khác nhau để lựa chọn dung dịch hấp thụ phù hợp.

### 2.4. Thu hồi và xử lý tro rác từ lò đốt rác thải

Tro rác, bụi (thu được ở cyclon) được làm nguội, nghiền nhỏ, sàng kích thước 0,04mm. Thành phần của tro rác được đem đi xác định bằng phương pháp XRF. Tro rác, bụi được nghiên cứu phối trộn với một số loại khoáng tự nhiên như cao lanh, trường thạch cùng vôi, xút (NaOH) với các tỷ lệ khác nhau để đóng rắn, định hướng làm gạch không nung. Chất lượng sản phẩm đóng rắn được đánh giá cường độ chịu nén, xem xét khả năng ứng dụng làm gạch không nung theo TCVN.

## 3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

### 3.1. Quy trình vận hành thử nghiệm lò đốt

#### 3.1.1. Sơ đồ quy trình lò đốt rác thải quy mô phòng thí nghiệm

\* Vỏ và thân lò: Thành lò được xây dựng bằng gạch cách nhiệt, hình chữ nhật. Bên ngoài tường gạch là vỏ bằng thép dày 10mm. Kết cấu lò vững chắc nhằm tránh hiện tượng nứt vỏ lò.

\* Cửa cấp nhiên liệu vào lò: Cấp trực tiếp vào cửa phía trước, cửa lò làm bằng thép và có lớp cách nhiệt.

\* Không khí được cấp vào lò qua các van điều chỉnh lưu lượng khí vào.

\* Thùng chứa bình hấp thụ bằng nhựa plastic có dung tích 80 lít.

\* Sử dụng 01 bơm hút khí, 01 bơm dung dịch.

#### 3.1.2. Thuyết minh quy trình lò đốt

❖ Nạp liệu:

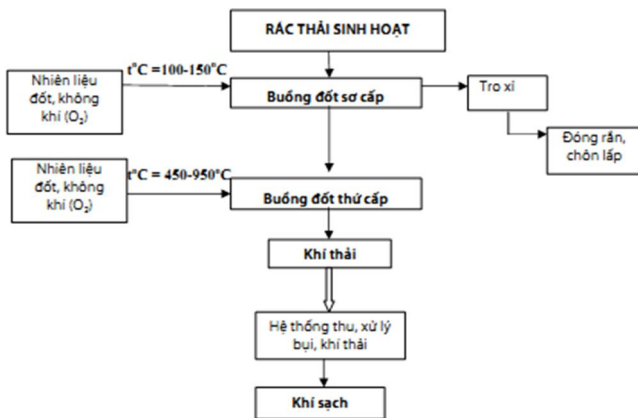
Rác thải sau khi phân loại, rác thải có thể đốt được được nạp vào buồng đốt sơ cấp theo cửa trước của buồng đốt bằng phương pháp thủ công.

Rác thải sinh hoạt đã được lọc các loại rác thải có thể tái chế được (chai nhựa, vỏ chai, lon bia, nilon..., lọc bỏ chất thải nguy hại (nếu có sẽ phân loại để xử lý riêng), rác thải sau khi phân loại bao gồm các loại vỏ bìa hộp, hộp xốp đựng thức ăn, sản phẩm dư thừa sau chế biến thực phẩm, gỗ, giẻ vụn... sẽ được đưa vào buồng đốt.

❖ Buồng đốt sơ cấp:

Vùng đốt chuyển hóa chất thải rắn sinh hoạt thành thể khí và thể rắn (tro xỉ, bụi).

Buồng đốt này đốt bằng dầu DO, chất thải sinh hoạt được môi bằng dầu DO và đốt cháy trong môi trường khí dư ở nhiệt độ từ 300°C trở lên. Ở nhiệt độ này, các chất thải độc hại sẽ bị khí hoá. Khí sinh ra bị dẫn lên buồng đốt thứ cấp.



Hình 1. Sơ đồ quy trình lò đốt rác thải quy mô phòng thí nghiệm

❖ **Buồng đốt thứ cấp:**

Buồng đốt thứ cấp có nhiệm vụ đốt cháy triệt để lượng khí sinh ra từ buồng sơ cấp. Buồng đốt được duy trì nhiệt độ trong khoảng 450 - 950°C, thời gian lưu khí tại buồng này là 2 - 4 giây.

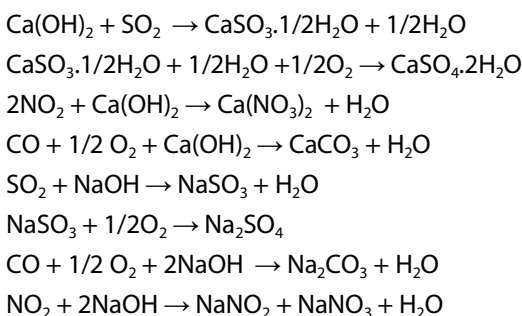
❖ Khí thải từ buồng thứ cấp được đưa tới hệ thống thu bụi cyclon. Còn khí thải ra khỏi khoang sấy trước khi đến ống khói thải sẽ được đưa qua xử lý tại tháp hấp thụ có cấu trúc hình trụ. Bên trong khí thải sẽ được tiếp xúc với dung dịch hấp thụ qua dàn phun bên trong tháp. Dung dịch hấp thụ sẽ được bơm tuần hoàn xuống bình chứa dung dịch hấp thụ. Bên dưới tháp có bố trí van xả cặn.

❖ Tro xỉ sau khi đốt được lấy ra ngoài bằng phương pháp thủ công và chuyển đến bãi tập kết tro thải, xử lý bằng phương pháp đóng rắn.

**3.2. Kết quả khảo sát các điều kiện ảnh hưởng đến quá trình xử lý khí thải lò đốt**

**3.2.1. Khảo sát ảnh hưởng của dung dịch chất hấp thụ**

Để xử lý các khí thải có chứa SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, CO có thể dùng các loại dung dịch kiềm để hấp phụ như NaOH, Ca(OH)<sub>2</sub>. Các dung dịch này có thể hấp thụ các khí ô nhiễm tạo thành các muối, cặn và thu hồi dễ dàng [9]:



Dung dịch hấp thụ được thử nghiệm là NaOH nồng độ 0,1N; 0,5N; 1,0N và dung dịch Ca(OH) 0,01; bão hòa. Tiến hành thu xác định khí thải từ lò đốt trước và sau khi đi qua dung dịch hấp thụ. Kết quả khảo sát được thể hiện ở bảng 1.

Từ kết quả thực nghiệm cho thấy dung dịch NaOH và Ca(OH)<sub>2</sub> đều cho hiệu suất hấp thụ các khí thải cao. Dung dịch NaOH 0,5N có khả năng hấp thụ cao nhất, hiệu suất xử

lý các khí SO<sub>2</sub>, CO, NO<sub>2</sub> đều đạt trên 99%, các chỉ tiêu khí thải ra môi trường đều đạt theo QCVN 61-MT:2016/BTNMT, dung dịch này phù hợp được thực hiện cho nghiên cứu quy mô phòng thí nghiệm. Tuy nhiên trên thực tế để xử lý khí thải bằng phương pháp hấp thụ ướt thì cũng có thể sử dụng dung dịch Ca(OH)<sub>2</sub> đảm bảo tính kinh tế hơn. Nồng độ dung dịch chất hấp thụ được lựa chọn cho bước khảo sát tiếp theo là NaOH 0,5N.

Bảng 1. Kết quả khảo sát ảnh hưởng của dung dịch chất hấp thụ

Dung dịch hấp thụ	Nồng độ trước khi hấp thụ (mg/Nm <sup>3</sup> )			Nồng độ sau khi hấp thụ (mg/Nm <sup>3</sup> )			Hiệu suất xử lý (%)		
	SO <sub>2</sub>	CO	NO <sub>2</sub>	SO <sub>2</sub>	CO	NO <sub>2</sub>	SO <sub>2</sub>	CO	NO <sub>2</sub>
NaOH 0,1N	145,2	1358	44,68	6,9	35,9	2,5	95,25	97,36	94,4
NaOH 0,5N	140,6	1402	41,57	1,2	1,5	0,2	99,15	99,89	99,52
NaOH 1N	143,5	1352	40,76	8,8	34,6	2,8	93,87	97,44	93,13
Ca(OH) <sub>2</sub> 0,01N	134,6	1389	38,9	1,8	18,9	0,5	98,66	98,64	98,71
Ca(OH) <sub>2</sub> bão hòa	142,5	1407	36,98	4,2	28,9	0,5	97,05	97,95	98,65

**3.2.2. Khảo sát ảnh hưởng của chiều cao dung dịch chất hấp thụ**

Dung dịch hấp thụ NaOH 0,5N được nạp vào thùng hấp thụ dung tích 80 lít, chiều cao tối đa của dung dịch hấp thụ là 45cm, tối thiểu là 15cm (ống dẫn khí ngập trong dung dịch). Chiều cao của dung dịch hấp thụ ảnh hưởng đến khả năng hòa trộn, khuếch tán khí vào dung dịch. Chiều cao dung dịch thí nghiệm được khảo sát thay đổi từ 15; 25; 35; 45cm. Kết quả khảo sát được thể hiện ở bảng 2.

Bảng 2. Kết quả khảo sát ảnh hưởng của chiều cao dung dịch chất hấp thụ

Chiều cao dung dịch hấp thụ (cm)	Nồng độ trước khi hấp thụ (mg/Nm <sup>3</sup> )			Nồng độ sau khi hấp thụ (mg/Nm <sup>3</sup> )			Hiệu suất xử lý (%)		
	SO <sub>2</sub>	CO	NO <sub>2</sub>	SO <sub>2</sub>	CO	NO <sub>2</sub>	SO <sub>2</sub>	CO	NO <sub>2</sub>
15	128,6	1390	39,34	6,2	47,5	1,8	95,18	96,58	95,42
25	132,2	1358	40,76	1,2	5,9	0,3	99,09	99,57	99,26
35	134,5	1402	38,76	1,1	4,6	0,3	99,18	99,67	99,23
45	130,6	1389	36,59	1,2	8,9	0,2	99,08	99,36	99,45

Qua kết quả thực nghiệm ta thấy chiều cao dung dịch chất hấp thụ cũng tỷ thuận với hiệu suất xử lý khí thải. Với chiều cao dung dịch là 15cm, hiệu suất xử lý là thấp nhất, do lượng khí thải khuếch tán kém, khả năng hòa tan và hấp thụ hạn chế. Chiều cao từ 25cm đến 45cm lượng chất bị hấp thụ hết, hiệu suất đạt đến hơn 99% và đã ổn định. Nhưng nếu sử dụng quá nhiều dung dịch chất hấp thụ gây lãng phí và khó khăn cho việc thu hồi là làm sạch bình hấp thụ khi tiến hành các bài thí nghiệm, do vậy chiều cao thích hợp để lựa chọn là 25cm.

Như vậy điều kiện thích hợp đối với dung dịch hấp thụ để xử lý khí thải lò đốt rác quy mô phòng thí nghiệm được lựa chọn là dung dịch NaOH nồng độ 0,5N; chiều cao dung dịch hấp thụ là 25cm, các khí thải được xử lý trước khi thải ra môi trường đạt theo QCVN 61-MT:2016/BTNMT.

**3.3. Kết quả nghiên cứu thử nghiệm xử lý tro rác làm gạch không nung**

**Kết quả phân tích thành phần tro rác sau khi đốt**

Thực nghiệm được tiến hành đốt lượng cho rác nhất định, với tỷ lệ 1kg rác khô thu được 0,1 - 0,15kg tro rác, bụi. Tro rác sau khi đốt và bụi lắng từ cyclon, để nguội dùng rây sàng mịn cỡ 0,04mm. Khoáng sét được lựa chọn để phối trộn để đóng rắn với tro rác được lấy ở các mỏ khoáng sản có ở Việt Nam là cao lanh, trường thạch, đây là những nguyên liệu khá phổ biến và giá thành thấp. Mẫu cao lanh được lấy tại Phú Thọ, trường thạch được lấy ở Lào Cai.

Thành phần tro rác và cao lanh, trường thạch nghiên cứu được tiến hành phân tích bằng phương pháp phổ huỳnh quang tia X (XRF). Kết quả được thể hiện ở bảng 3.

Bảng 3. Kết quả phân tích thành phần tro rác, mẫu cao lanh, mẫu trường thạch.

TT	Thành phần	Tro rác (%)	Cao lanh (%)	Trường thạch (%)
1	Mất khi nung MKN)	28,90	13,66	0,0
2	SiO <sub>2</sub>	32,46	46,64	71,28
3	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2,39	0,59	0,29
4	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	3,57	36,00	14,81
5	CaO	16,24	1,05	0,88
6	MgO	3,12	0	0,0
7	SO <sub>3</sub>	0,99	0	0,0
8	K <sub>2</sub> O	6,80	0,79	10,2
9	Na <sub>2</sub> O	1,48	0,07	2,0
10	TiO <sub>2</sub>	0,83	0,27	0,04
11	Cl <sup>-</sup>	1,73		
12	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,93		
13	ZnO	0,16		
14	MnO	0,11		
15	Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	399ppm		
16	CuO	175ppm		

Kết quả phân tích thành phần cho thấy trong các mẫu cao lanh, trường thạch nghiên cứu thì hàm lượng SiO<sub>2</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> khá cao rất phù hợp để nghiên cứu chế tạo chất kết dính theo công nghệ "gelpolyme" để đóng rắn tro rác. Còn đối với tro rác, bụi thì kết quả phân tích cho thấy không xuất hiện các kim loại nặng độc hại như Hg, As, Pb, Cd. Đồng thời hàm lượng SiO<sub>2</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> cũng tương đối cao. Do vậy việc định hướng xử lý theo phương pháp đóng rắn là hoàn toàn có cơ sở và khả thi.

Với vật liệu không nung và công nghệ chế tạo chất kết dính không xi măng hay "công nghệ bê tông polyme", được nghiên cứu dựa trên sự hình thành từ các chất kết dính được tạo ra bởi sản phẩm của phản ứng giữa dung dịch kiềm và các vật liệu có chứa hàm lượng lớn silic (Si) và nhôm (Al) với các chất độn (để làm xương bê tông) [6]. Nhà khoa học người Pháp Davidovits đã có nhiều nghiên cứu về chất kiềm hóa và đã được nhận bằng sáng chế về chất kết dính cao lanh sử dụng kiềm kích hoạt được gọi là Geopolyme. Loại geopolyme này dựa vào quá trình nhiệt hóa các vật liệu tự nhiên như meta cao lanh hoặc các sản

phẩm công nghiệp khác như tro bay, xỉ nhằm cung cấp nguồn silic và nhôm, sau đó nó được hòa tan trong kiềm kích hoạt rồi thực hiện quá trình trùng hợp tạo thành chuỗi phân tử đá của chất kết dính [7,8].

Cơ chế động học phản ứng giải thích quá trình đông kết và rắn chắc của chất kết dính kiềm hóa còn được Glukhovskiy giải thích bằng cơ chế quá trình kiềm hóa bao gồm các phản ứng phân hủy nguyên liệu thành dạng cấu trúc ổn định thấp và phản ứng nội tại. Trước tiên là quá trình bẻ gãy các liên kết cộng hóa trị Si-O-Si tạo ra liên kết Al-O-Si khi pH tăng lên, vì thế nhóm nguyên tố này chuyển sang hệ keo. Sau đó xảy ra sự tích tụ các sản phẩm bị phá hủy bởi phản ứng nội tại giữa chúng tạo cấu trúc ổn định thấp, tiếp theo ở giai đoạn thứ 3 là quá trình tạo cấu trúc đồng đặc [10, 11].

Trong quá trình chế tạo, nước chỉ đóng vai trò là chất kết dính công tác, không tham gia cấu trúc geopolyme, không tham gia phản ứng hóa học mà có thể bị loại ra trong quá trình bảo dưỡng và sấy (không giống như xi măng cần thủy hóa). Do vậy để thử nghiệm quá trình đóng rắn nhóm nghiên cứu đã sử dụng kiềm như NaOH, vôi để phối trộn tro rác với khoáng (cao lanh, trường thạch) theo các tỷ lệ khảo sát khác nhau. Các mẫu sau khi đóng rắn sẽ được để khô trong không khí 28 ngày rồi đem đo cường độ chịu nén. Kết quả khảo sát được thể hiện trong bảng 4.

Bảng 4. Kết quả khảo sát cường độ chịu nén của sản phẩm đóng rắn từ tro rác với cao lanh, trường thạch

Mẫu	Tro rác (g)	Cao lanh (g)	Trường thạch (g)	Xút 0,2N (ml)	Vôi (g)	Đánh giá cảm quan khi đóng rắn	Cường độ chịu nén (MPa)
CV60	500	150		0	90	Mẫu bị dính bết vào khuôn	6,0
CXV10.30	500	150		25	45	Bề mặt mịn, khô	5,8
CXV20.30	500	150		50	45	Phối tự nhiên có mốc	5,5
TV60	500		150	0	90	Có vết rạn nứt sau đóng rắn	5,1
TXV10.30	500		150	25	45	Có vết rạn nứt sau đóng rắn	5,0
TXV20.30	500		150	50	45	Có vết rạn nứt sau đóng rắn	4,8

Kết quả đo cường độ chịu nén của vật liệu đóng rắn đạt từ 4,8 đến 6,0MPa, đáp ứng được độ cứng theo tiêu chuẩn gạch bê tông M5 theo TCVN 6477:2016. Tuy nhiên một số mẫu còn có những lỗi bề mặt cảm quan, và hiện tượng nứt vỡ. Trong các tỷ lệ phối trộn thì chỉ có mẫu phối trộn tro xỉ, cao lanh, xút, vôi tương ứng mẫu CXV 10.30 là đạt yêu cầu, cường độ chịu nén đạt 5,8MPa, đạt tiêu chuẩn tương đương gạch bê tông M5. Như vậy, phương pháp đóng rắn này hoàn toàn phù hợp với định hướng nghiên cứu chế tạo gạch không nung dùng trong xây dựng cơ bản.

**4. KẾT LUẬN**

Hệ thống lò đốt rác quy mô phòng thí nghiệm công suất 5kg/h đã được nghiên cứu điều kiện thử nghiệm để

đảm bảo quá trình xử lý khí thải trước khi ra môi trường đạt theo tiêu chuẩn QCVN 61-MT:2016/BTNMT. Lượng tro rác, bụi sau khi đốt cũng đã được xử lý theo hướng sản xuất gạch không nung bằng phương pháp phối trộn với một số loại khoáng sét tự nhiên như cao lanh, trường thạch, cường độ chịu nén của sản phẩm sau khi đóng rắn có thể đạt đến tiêu chuẩn gạch bê tông M5 theo TCVN 6477:2016. Kết quả thực nghiệm này mở ra một định hướng nghiên cứu mới cho quá trình xử lý rác thải theo phương pháp đốt, giải quyết việc tồn đọng lưu trữ rác thải, giảm thiểu diện tích chứa rác thải, xử lý rác hợp vệ sinh hơn, đảm bảo môi trường xanh, sạch, đẹp.

---

#### TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. Mehta P., 2014. *Municipal Solid Wastes and Waste Remediation Methods: An Indian Context*. Journal Club for Applied Sciences (JCAS), 1(1), pp.38 - 56.
- [2]. Nguyễn Xuân Thành, 2011. *Giáo trình công nghệ sinh học xử môi trường*. NXB Lao động - Xã hội.
- [3]. Bộ Tài nguyên và Môi trường, 2017. *Báo cáo hiện trạng môi trường quốc gia năm 2017*.
- [4]. Juan Hou, Bo Pan, Xuekui Niu, Jianzhong Chen, Baoshan Xing, 2010. *Sulfamethoxazole sorption by sediment fractions in comparison to pyrene and bisphenol A*. Environmental Pollution 158, pp. 2826–2832.
- [5]. BC Environmental Health Policy Advisory Committee, 2012. *Health assessment for Thermal treatment of municipal solid waste in British Columbia*.
- [6]. Tống Tôn Kiên, Phạm Thị Vinh Lanh, Lê Trung Thành, 2013. *Bê tông Geopolymer- Những thành tựu, tính chất và ứng dụng*. Hội thảo khoa học kỷ niệm 50 năm thành lập Viện KHCN Xây dựng.
- [7]. Boutterin C, & Davidovits J, 1998. *Geopolymeric Cross-Link (LTGS) and Building materials*. Geopolymer, 88(1), pp.79-88.
- [8]. Fha, 2010. *In the USA recently published a Technical Briefing on geopolymer concrete*.
- [9]. Nguyễn Xuân Nguyên, 2004. *Giáo trình xử lý khí thải*. Trung tâm chuyên giao công nghệ nước sạch và môi trường.
- [10]. Glukhovskiy Vd, Rostovskaja G, Rumyna Gv, 1980. *High strength slag alkaline cements*. Proceedings of seventh international congress on the chemistry of cement, pp.164-168.
- [11]. Hardijito D, Rangan B.V, 2005. *Development and properties of low calcium fly ash-based geopolymer concrete*. Research Report GC 1.

---

#### AUTHORS INFORMATION

**Pham Thi Mai Huong, Nguyen Quang Tung, Nguyen Hung Ngan,  
Do Thi Cam Van, Hoang Van Huy, Pham Thi Thanh Yen**  
Faculty of Chemical Technology, Hanoi University of Industry