



# NGHIÊN CỨU ĐỀ XUẤT GIẢI PHÁP GIẢM PHÁT THẢI KHÍ NHÀ KÍNH CHO NGÀNH SẢN XUẤT XI MĂNG

NGUYỄN THÀNH ĐÔNG<sup>1</sup>, PHẠM THỊ HUỆ<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup> Trường Hóa và Khoa học sự sống, Đại học Bách khoa Hà Nội

<sup>2</sup> Trường Đại học Công nghệ Giao thông vận tải

## Tóm tắt:

Sản xuất vật liệu xây dựng (VLXD) là ngành sử dụng năng lượng và phát thải khí nhà kính (KNK) đáng kể trong các ngành kinh tế ở Việt Nam, trong đó đóng góp lớn nhất là sản xuất xi măng. Nghiên cứu nhằm đánh giá hiện trạng phát thải KNK của ngành VLXD thông qua nhu cầu tiêu thụ nhiên liệu và hệ số phát thải. Nhu cầu tiêu thụ nhiên liệu được ước tính dựa vào bảng cân đối liên ngành của Việt Nam năm 2007, 2012 và 2018. Ngoài ra, hệ số phát thải của CO<sub>2</sub> phụ thuộc vào loại nhiên liệu sử dụng và được ước tính theo nguồn của Ủy ban Liên Chính phủ về biến đổi khí hậu (IPCC). Kết quả nghiên cứu cho thấy, phát thải CO<sub>2</sub> trong ngành VLXD có xu hướng tăng lên ở giai đoạn 2007-2018, phát thải CO<sub>2</sub> năm 2012 tăng gấp 4 lần và năm 2018 tăng gấp 11,7 lần so với năm 2007. Trên cơ sở đánh giá hiện trạng, nghiên cứu sẽ đề xuất khung giảm phát thải KNK cho ngành VLXD và 6 giải pháp kỹ thuật nhằm giảm phát thải hiệu quả đối với ngành sản xuất xi măng trong thời gian tới.

**Từ khóa:** Vật liệu xây dựng, giảm phát thải khí nhà kính, xi măng.

Ngày nhận bài: 2/6/2024; Ngày sửa chữa: 12/6/2024;

Ngày duyệt đăng: 28/6/2024.

## 1. Đặt vấn đề

Trên thế giới, ngành VLXD đóng góp một lượng lớn KNK phát thải chủ yếu từ quá trình sản xuất (UNEP, 2007). Theo số liệu thống kê của nhóm tác giả Kim and Todorovic vào năm 2013, khoảng ba tỷ tấn nguyên liệu được sử dụng để sản xuất VLXD và các thành phần khác mỗi năm. Vì vậy, ngành sản xuất VLXD được đánh giá là có tiềm năng lớn trong việc giảm phát thải KNK (J.T. Kim and M.S. Todorovic, 2013).

Trong các loại VLXD, xi măng được sản xuất nhiều nhất trên toàn cầu và gây tiêu tốn nhiều năng lượng. Tiêu thụ năng lượng của ngành công nghiệp xi măng ước tính chiếm khoảng 2% mức tiêu thụ năng lượng sơ cấp toàn cầu, hoặc gần 5% tổng lượng năng lượng của ngành công nghiệp (WEC, 1995). Loại nhiên liệu để sản xuất clinker trong quá trình nung thường sử dụng là than có hàm lượng các-bon cao nên phát thải CO<sub>2</sub>

## RESEARCH ON PROPOSED SOLUTIONS TO REDUCE GREENHOUSE GAS EMISSIONS FOR THE CEMENT SECTOR

### Abstract:

Construction materials production is a significant consumer of energy and greenhouse gas (GHG) emissions in economic sectors in Vietnam, of which the largest contribution is cement production. The study aims to evaluate the current status of GHG emissions of the construction materials industry through fuel consumption demand and emission coefficients. Fuel consumption demand is estimated based on Vietnam's inter-sectoral balance sheet in 2007, 2012 and 2018. In addition, the emission coefficient of CO<sub>2</sub> depends on the type of fuel used and is estimated according to the source of Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). Results show that CO<sub>2</sub> emissions in the construction materials sector had tend to increase in the period 2007-2018, CO<sub>2</sub> emissions in 2012 increased 4 times and in 2018 increased 11.7 times compared to 2007. Based on the assessment of the current situation, the study will propose a framework for reducing GHG emissions for the construction materials sector and 6 technical solutions to effectively reduce emissions for the cement production sector in the coming time.

**Keywords:** Construction materials, reducing GHG emissions, cement.

**JEL Classifications:** 013, Q55, Q51.

lớn, chiếm 5% tổng lượng khí thải CO<sub>2</sub> toàn cầu (C. A. Hendriks et al., 2003).

Ở Việt Nam, ngành VLXD đóng vai trò quan trọng và cần thiết đối với sự phát triển kinh tế, xã hội. Cũng như trên thế giới, đây là ngành tiêu thụ nhiều năng lượng và phát thải KNK lớn gây ô nhiễm môi trường. KNK chủ yếu được tạo ra do đốt cháy nhiên liệu hóa thạch như than, dầu và khí gas trong quá trình sản xuất VLXD như sắt thép, xi măng, gạch... Theo Phụ lục I của Quyết định số 01/2022/QĐ-TTg ngày 18/1/2022 của Thủ tướng Chính phủ, các quá trình công nghiệp trong sản xuất VLXD phải thực hiện kiểm kê phát thải KNK theo Nghị định số 06/2022/NĐ-CP ngày 7/1/2022. Do đó, việc giảm nhẹ phát thải KNK trong lĩnh vực sản xuất VLXD không chỉ có ý nghĩa quan trọng đối với sự phát triển bền vững của mỗi cơ sở sản xuất, mà còn rất cần thiết cho từng ngành, từng quốc gia trên thế giới. Trong ngành VLXD ở nước ta, xi măng là ngành tiêu

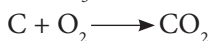
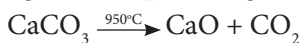
thụ than và phát thải CO<sub>2</sub> lớn nhất. Xét về nhiên liệu, tiêu thụ nhiên liệu trong ngành xi măng chiếm tỷ trọng đáng kể, khoảng 8% tổng năng lượng tiêu thụ trong các ngành công nghiệp, tốc độ tăng trưởng khoảng 15% mỗi năm. Xét về phát thải CO<sub>2</sub>, theo Báo cáo của Hội Xây dựng Việt Nam vào tháng 2/2021, sản xuất xi măng phát thải 47,64 MtCO<sub>2</sub> (năm 2014) và 91,93 MtCO<sub>2</sub> (năm 2022).

Trước tình hình đó, Việt Nam đã ban hành một số chính sách nhằm khuyến khích các doanh nghiệp đổi mới dây chuyền công nghệ và loại bỏ các công nghệ lạc hậu, tiêu tốn nhiều năng lượng và ảnh hưởng môi trường. Đồng thời, để phát triển bền vững ngành xi măng, năm 2017, Bộ Xây dựng đã ban hành Kế hoạch hành động giảm nhẹ phát thải KNK trong công nghiệp xi măng đến năm 2020, định hướng đến năm 2030 với quan điểm: Phát triển ngành công nghiệp xi măng theo hướng tăng trưởng xanh, tiết kiệm tài nguyên và năng lượng, BVMT, góp phần giảm nhẹ tác động của biến đổi khí hậu. Kế hoạch đề ra mục tiêu, đến năm 2020, giảm 20 triệu tấn CO<sub>2td</sub> và đến năm 2030 giảm 164 triệu tấn CO<sub>2td</sub> so với kịch bản phát triển thông thường (BAU); hoàn thiện thể chế, cơ chế chính sách nhằm hỗ trợ, khuyến khích các doanh nghiệp sản xuất xi măng đầu tư cải tiến công nghệ, tăng cường năng lực quản lý sản xuất nhằm giảm phát thải khí gây hiệu ứng nhà kính; nâng cao năng lực quản lý của Bộ Xây dựng về phát thải KNK trong lĩnh vực sản xuất xi măng.

Mặc dù vậy, việc đánh giá xu hướng hiện trạng phát thải đối với ngành VLXD nói chung và sản xuất xi măng nói riêng vẫn còn rất hạn chế. Vì vậy, nghiên cứu nhằm đánh giá hiện trạng phát thải KNK của ngành VLXD, trên cơ sở đó đề xuất khung giảm phát thải KNK cho ngành VLXD và 6 giải pháp kỹ thuật nhằm giảm phát thải hiệu quả đối với ngành sản xuất xi măng trong thời gian tới.

## 2. Đối tượng và phương pháp nghiên cứu

- *Đối tượng*: Đánh giá hiện trạng phát thải CO<sub>2</sub> (thành phần chính của KNK) đối với ngành sản xuất VLXD, xây dựng giải pháp giảm phát thải KNK đối với ngành sản xuất xi măng. Nguồn gốc phát thải KNK là do sự phân hủy của nguyên liệu (đá vôi, thạch cao), sự đốt cháy của nhiên liệu (than cám) và sự tiêu thụ điện năng (phát thải gián tiếp) trong dây chuyền sản xuất xi măng theo các phản ứng hóa học điển hình như sau:



- *Phương pháp nghiên cứu*: Lượng phát thải KNK (CO<sub>2</sub>) được tính toán dựa vào nhu cầu tiêu thụ năng lượng và hệ số phát thải. Nhu cầu tiêu thụ năng lượng được xác định từ các nhiên liệu bao gồm than, xăng dầu và khí đốt. Nhiên liệu tiêu thụ được ước tính căn cứ vào bảng cân đối liên ngành của Việt Nam năm

2007, 2012 và 2018. Để thuận tiện trong tính toán, bảng cân đối liên ngành được gộp thành 41 ngành đối với các năm 2007, 2012, 2018 theo Quyết định phân ngành số 27/2018/QĐ-TTg ngày 6/7/2018, trong đó sản xuất xi măng và các ngành sản xuất vật liệu khác giữ nguyên để đánh giá mức gia tăng về phát thải. Phương pháp cập nhật bảng cân đối liên ngành theo phương pháp RAS (Tổng cục Thống kê, 2015); Phương pháp tính toán mức tiêu thụ năng lượng và phát thải CO<sub>2</sub> như sau:

### \* Xác định tiêu thụ năng lượng

Sử dụng bảng cân đối liên ngành Việt Nam, tổng tiêu thụ của ngành VLXD được xác định theo công thức sau (Nansai K. et al., 2002):

$$E^i = \sum_j EC_j = \sum_{j,k} EC_{j,k} = \sum_{j,k} q_k r_{j,k} m_{j,k} \quad (1)$$

Trong đó: EC<sub>j,k</sub> là tiêu thụ năng lượng của nhiên liệu k trong lĩnh vực j (toe); r<sub>j,k</sub> là tỷ lệ đóng góp thực của nhiên liệu k trong ngành j; m<sub>j,k</sub> là lượng nhiên liệu k theo đơn vị vật lý tiêu thụ trong ngành j (tấn); q<sub>k</sub> là nhiệt trị của nhiên liệu k (toe/tấn); t là năm dương lịch.

### \* Xác định phát thải khí

Trong phần này, các chất khí (CO<sub>2</sub>) được cho là gánh nặng đối với môi trường sẽ được tính toán. Phát thải của mỗi ngành được xác định dựa trên mức tiêu thụ năng lượng của lĩnh vực đó và hệ số phát thải tương ứng. Khi đó, các lĩnh vực VLXD được ước tính theo công thức (Nansai K. et al., 2002; IPCC, 2002) như sau:

$$C_j = \sum_k EF_k EC_{j,k} \quad (2)$$

Trong đó:

C<sub>j</sub> là lượng phát thải của ngành j (kg hoặc tấn).

EF<sub>k</sub> là hệ số phát thải của nhiên liệu k (kg/toe hoặc tấn/toe).

EC<sub>j,k</sub> là tiêu thụ năng lượng của nhiên liệu k trong ngành j (toe).

Các thông số liên quan đến năng lượng được xác định từ các nhiên liệu bao gồm than, xăng dầu và khí đốt cụ thể bao gồm:

$$EC_j^{\text{năng lượng}} = EC_j^{\text{than}} + EC_j^{\text{xăng dầu}} + EC_j^{\text{khí đốt}} \quad (3)$$

$$EI_j^{\text{năng lượng}} = EI_j^{\text{than}} + EI_j^{\text{xăng dầu}} + EI_j^{\text{khí đốt}} \quad (4)$$

$$EEC_j^{\text{năng lượng}} = EEC_j^{\text{than}} + EEC_j^{\text{xăng dầu}} + EEC_j^{\text{khí đốt}} \quad (5)$$

Hệ số phát thải được lựa chọn và tính toán tại nghiên cứu của tác giả Phạm Thị Huế với hệ số phát thải của than, xăng dầu và khí đốt tương ứng là 3,721 tấn/toe; 2,792 tấn/toe; 2,35 tấn/toe (Phạm Thị Huế, 2021).

## 3. Kết quả, thảo luận và đề xuất giải pháp

### 3.1. Đánh giá hiện trạng phát thải của ngành sản xuất VLXD

Ngành VLXD trong nền kinh tế bao gồm ngành thủy tinh và sản phẩm từ thủy tinh; gạch, ngói, đá lát và các sản phẩm xây dựng bằng đất sét nung; sản xuất

**Bảng 1. Thống kê lượng phát thải CO<sub>2</sub> từ ngành sản xuất VLXD và ngành sản xuất xi măng**

Năm	Lượng phát thải CO <sub>2</sub> từ ngành VLXD (MtCO <sub>2</sub> )	Lượng phát thải CO <sub>2</sub> từ ngành sản xuất xi măng (MtCO <sub>2</sub> )
2007	6,1	2,3
2012	24,7	10,4
2018	71,4	32,8

xi măng; sản phẩm từ khoáng phi kim loại (Tổng cục Thống kê, 2010, 2015). Lượng phát thải CO<sub>2</sub> được tính toán dựa vào phương pháp tiếp cận từ trên xuống dưới (top-down), dựa vào nhu cầu tiêu thụ nhiên liệu và hệ số phát thải. Tổng phát thải KNK của các ngành này trong năm 2007, 2012 và 2018 được tính toán lần lượt là 6,1 MtCO<sub>2</sub>, 24,7 MtCO<sub>2</sub> và 71,4 MtCO<sub>2</sub> do mức tiêu thụ năng lượng của lĩnh vực này tương ứng là 1,7 Mtoe, 6,9 Mtoe và 20 Mtoe. Như vậy, tốc độ tiêu thụ năng lượng của ngành VLXD tăng trung bình 25%/năm, trong khi đó phát thải CO<sub>2</sub> năm 2012 tăng gấp 4 lần và năm 2018 tăng gấp 11,7 lần so với năm 2007. Nhiên liệu sử dụng trong lĩnh vực VLXD chủ đạo là than, chiếm từ 86,4-90,7%, còn lại là xăng dầu và khí đốt trong giai đoạn 2007-2018.

Bên cạnh đó, thực trạng tại các đơn vị sản xuất xi măng còn gặp phải một số tồn tại như mức tiêu thụ năng lượng/tấn clinker thường cao hơn so với các nước trong khu vực và trên thế giới; số tầng cyclon đến 5 tầng vẫn chiếm chủ đạo; việc tận dụng khói lò đã phổ biến nhưng chưa triệt để hoặc giải pháp tận dụng chất thải thay thế cho nhiên liệu hóa thạch được áp dụng còn hạn chế ở nước ta.

Kết quả trên cho thấy, mặc dù các doanh nghiệp sản xuất VLXD nói chung và xi măng nói riêng không ngừng cải tiến về công nghệ để giảm suất tiêu hao nhiên liệu riêng và tăng cường áp dụng các biện pháp về pháp lý, tuyên truyền - giáo dục,... nhưng do sản lượng tăng lên hàng năm dẫn đến lượng phát thải KNK cũng tăng theo. Vì vậy, cần tiếp tục đề xuất và thực hiện các giải pháp để từng bước đưa ngành VLXD thực hiện mục tiêu đưa phát thải ròng về "0" vào năm 2050.

Riêng đối với hệ thống lò quay nung clinker xi măng, việc giảm phát thải KNK được cân đối trực tiếp trên các khoản nhiệt thu chi trong đó cần tìm giải pháp để giảm tối đa các khoản nhiệt chi như nhiệt tổn thất theo khí thải, nhiệt tổn thất do clinker ra khỏi lò. Đồng thời, cũng cần tìm giải pháp để tận dụng tối đa các khoản nhiệt dư của hệ thống lò vào các mục đích khác như sấy khô nguyên liệu, làm nóng không khí cho vôi đốt và đun nóng nồi hơi để sản xuất điện.

### 3.2. Đề xuất các giải pháp giảm thiểu phát thải KNK đối với ngành xi măng

#### a. Căn cứ để đề xuất giải pháp giảm phát thải KNK

Ngày 24/7/2020, Thủ tướng Chính phủ đã thông qua nội dung NDC cập nhật của Việt Nam cho Công ước khung của Liên hợp quốc về biến đổi khí hậu tại Văn bản số 1982/VPCP-QHQT và đặt ra mục tiêu sẽ giảm 9% tổng lượng phát thải KNK so với kịch bản phát triển thông thường và tăng đóng góp lên tới 27% khi có hỗ trợ quốc tế thông qua hợp tác song phương, đa phương và thực hiện các cơ chế mới theo Thỏa thuận Paris.

Tại Điều 91 của Luật BVMT năm 2020 đã đưa ra nội dung, quy định thực hiện các hoạt động giảm nhẹ phát thải KNK bao gồm: Tổ chức thực hiện hoạt động giảm nhẹ phát thải và hấp thụ KNK theo lộ trình, phương thức giảm nhẹ phát thải KNK phù hợp với điều kiện của đất nước và cam kết quốc tế; kiểm kê KNK và đo đạc, báo cáo, thẩm định giảm nhẹ phát thải KNK cấp quốc gia, cấp ngành, lĩnh vực và cấp cơ sở có liên quan; kiểm tra việc tuân thủ quy định về kiểm kê KNK, giảm nhẹ phát thải KNK, việc thực hiện cơ chế, phương thức hợp tác về giảm nhẹ phát thải KNK; xây dựng và triển khai cơ chế, phương thức hợp tác về giảm nhẹ phát thải KNK phù hợp với quy định của pháp luật và điều ước quốc tế mà nước Cộng hòa xã hội chủ nghĩa Việt Nam là thành viên; tổ chức và phát triển thị trường các-bon trong nước.

Nghị định số 06/2022/NĐ-CP ngày 7/1/2022 đã quy định các nội dung liên quan đến giảm phát thải KNK cụ thể gồm: Điều 11 yêu cầu về kiểm kê KNK; Điều 13 quy định kế hoạch giảm nhẹ phát thải KNK và từ Điều 16 đến Điều 21 quy định liên quan đến phát triển thị trường các-bon.

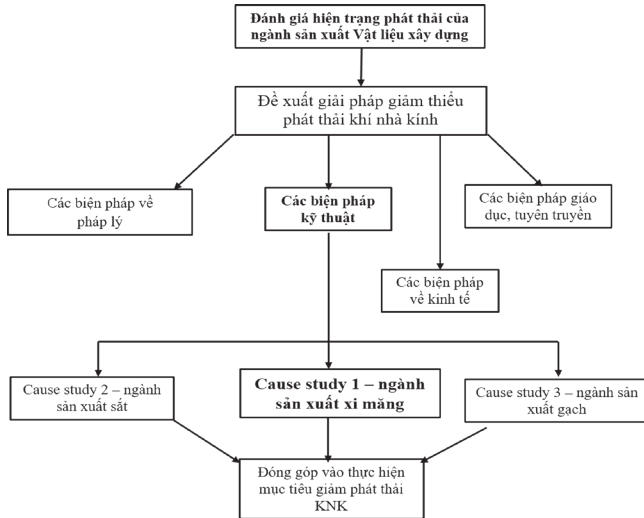
Quyết định số 01/2022/QĐ-TTg ngày 18/1/2022 của Thủ tướng Chính phủ ban hành danh mục lĩnh vực, cơ sở phát thải KNK phải thực hiện kiểm kê KNK, theo đó 50 cơ sở sản xuất xi măng là những đơn vị đầu tiên phải thực hiện nghĩa vụ kiểm kê KNK. Đến năm 2026, bắt đầu xây dựng, triển khai các hành động giảm nhẹ phát thải KNK.

#### b. Sơ đồ đề xuất giải pháp giảm phát thải KNK

Trên cơ sở đánh giá hiện trạng phát thải của ngành sản xuất VLXD, các giải pháp giảm thiểu phát thải được định hướng xây dựng bao gồm các biện pháp về pháp lý, các biện pháp kỹ thuật và biện pháp tuyên truyền, giáo dục. Để xây dựng theo các trường hợp điển hình đối với ngành xi măng, nhóm tác giả tập trung vào các biện pháp kỹ thuật để đề xuất các giải pháp giảm phát thải KNK một cách hiệu quả.

Các biện pháp giảm phát thải KNK cho các nhà máy sản xuất xi măng:

- **Biện pháp 1: Sử dụng hệ thống lò quay công suất lớn**



▲ Hình 1. Giải pháp giảm thiểu phát thải KNK đối với ngành VLXD

Hiện nay, ở nước ta đa số các lò đều ở mức ~ 4.000 tấn/ngày nên tiêu tốn nhiệt thực tế ~ 730 kcal/kg clinke. Trong khi đó, mức tiêu tốn nhiệt để nung clinke trên thế giới có nơi chỉ chiếm 690 kcal/kg cal. Khi sử dụng lò quay đường kính lớn thì số nhánh cyclon trao đổi nhiệt cũng được tăng lên. Tùy thuộc vào năng suất và kích thước của lò quay thì số nhánh cyclon có thể là 1 nhánh, 2 nhánh hoặc 4 nhánh hoặc 6 nhánh. Đứng về mặt nhiệt học, nếu nhiệt độ ngọn lửa như nhau, hệ số đẩy như nhau thì lò quay có đường kính càng lớn sẽ có nhiệt truyền bằng bức xạ cho clinke càng cao. Điều đó cũng có nghĩa là thời gian nung clinke càng rút ngắn và đương nhiên tiêu tốn nhiên liệu cho 1 kg clinke càng giảm đi. Vì vậy, các nhà máy sản xuất xi măng cần ưu tiên đầu tư lò nung công suất lớn 5.000 tấn clinke/ngày. Với công suất lớn lượng nhiệt tiêu tốn để nung clinke chỉ còn một nửa.

**- Biện pháp 2: Sử dụng triệt để nhiệt dư của lò**

Khói lò quay thoát ra từ đỉnh cyclon trên cùng thường dao động từ 330 đến 360°C mang theo một lượng nhiệt rất lớn. Đây là một dạng tổn thất chiếm vị trí hàng đầu trong tổng tổn thất nhiệt của hệ lò nung clinke xi măng. Thực tế chỉ sử dụng một phần để phục vụ cho sấy nghiền bột liệu còn lại thải ra ngoài. Để tận dụng lượng nhiệt này trên thế giới đã có biện pháp cho chạy máy phát điện. Khí thải ra khỏi tháp trao đổi nhiệt, được quạt hút ID tạo sức hút qua hệ thống lò, đưa khí nóng tới máy sấy, nghiền phối liệu và máy sấy, nghiền than. Khí dư trước khi thải ra môi trường được đưa qua lọc bụi tĩnh điện. Hơn 70% khí nóng từ khi làm nguội được thu hồi cho quá trình tạo khoáng trong lò nung và calciner, lượng còn lại được quạt hút qua lọc bụi tĩnh điện và đẩy ra ống khói. Như vậy, chuyển nhiệt dư từ khí thải của hệ thống tháp trao đổi nhiệt và phần làm mát clinker của lò quay xi măng thành điện.

**- Biện pháp 3: Sử dụng cyclon thứ 6**

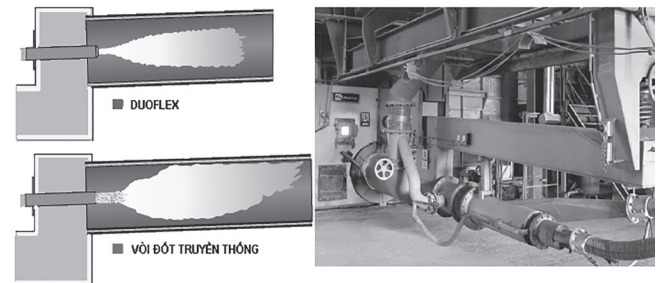
Về nguyên tắc, khi lắp thêm tầng cyclon thứ 6 thì nhiệt độ khói lò thoát ra sẽ giảm đi và tiêu tốn nhiệt cũng giảm đi. Tuy nhiên, thêm cyclon tức trở lực sẽ tăng lên, dẫn đến sự giảm áp lực hút. Khi đó áp suất của quạt hút phải tăng lên đồng thời không khí lạnh lọt vào tháp cyclon cũng tăng lên. Mặt khác nếu dùng cyclon thứ 6 thì nhiệt độ khí thoát ra khá thấp nên cũng phải chú ý đến yêu cầu đảm bảo nhiệt cho công đoạn sấy nghiền phối liệu. Dưới đây ta có bảng so sánh hiệu quả năng lượng các thể hệ, từ đó cho thấy việc lắp thêm tầng cyclon thứ 6 làm giảm tiêu tốn nhiên liệu và khí đốt đồng thời tăng hiệu quả sản xuất.

**Bảng 2. Bảng so sánh hiệu quả năng lượng các tầng Cyclon**

Stages	Sp.Fuel Consumption (Kcal/kg)	Sp.Gas Consumption ( Nm <sup>3</sup> /kg)	Sp.Power Preheater Fan (Kwh/ton)
4	800	1,65	5,75
5	750	1,55	6,05
6	700	1,45	6,3

**- Biện pháp 4: Điều chỉnh vị trí của vòi đốt**

Trên thị trường có nhiều loại vòi đốt kết cấu khác nhau nhưng đều cố gắng để việc hòa trộn gió 2 với than bụi tốt hay quá trình cháy nhiên liệu được tốt.



▲ Hình 2. Điều chỉnh vị trí vòi đốt của lò nung

**- Biện pháp 5: Tăng nhiệt độ gió 2**

Gió 2 là gió đi vào vòi đốt của đầu lò nung. Tăng nhiệt độ của gió 2 là rất quan trọng đối với việc đốt cháy hoàn toàn nhiên liệu và giảm được hệ số không khí dư khi cháy. Hiện nay nhiệt độ này của các lò dao động trong khoảng lớn từ 800 đến 1.050°C. Rõ ràng là với nhiệt độ của gió 2 là 1.050°C thì quá trình cháy nhiên liệu đảm bảo tốt hơn nhiều so với gió 800°C. Nhờ gió 2 có nhiệt độ cao nên nhiệt độ dôn nung dễ đạt được và truyền nhiệt cho clinke tốt hơn, nhiều hơn. Trong trường hợp này tiêu tốn nhiệt để nung clinke sẽ giảm đi. Tiết kiệm chi phí vận hành, tránh lãng phí nhiên liệu, có lợi về kinh tế và BVMT.

**- Biện pháp 6: Phương pháp tận dụng nguồn nguyên nhiên liệu từ chất thải hiệu quả**

Việc đốt phế thải xen kẽ nhiên liệu chính có thể giảm lượng nhiên liệu chính đến 50% tùy theo cách đốt và loại phế thải. Phế thải thường chứa các hợp chất



chứa S, Cl, Fe và nhiều chất khác nữa. Khi cháy chúng sẽ tạo ra các hợp chất ví dụ  $\text{SO}_2$  khi đốt cao su, Cl khi đốt chất dẻo họ PVC... Vì vậy, cần phán đoán các khí có thể sinh ra khi đốt rác hay phế thải để có kế hoạch xử lý hợp lý. Nhiệt trị của phế thải có thể đốt được trong lò quay thường trên 2.500 kcal/kg, độ đồng nhất càng cao càng tốt. Chất thải là loại vật chất luôn có chi phí rẻ hơn so với nhiên liệu tiêu thụ cho quá trình sản xuất xi măng. Việc tận dụng chất thải làm nguồn nguyên nhiên liệu trong sản xuất xi măng không chỉ giảm chi phí đầu vào mà còn giảm chi phí xử lý chất thải để BVMT. Như vậy, hiệu quả đạt được từ giải pháp này là đồng lợi ích. Công trình của tác giả đã đánh giá việc tận dụng chất thải sinh hoạt làm nhiên liệu thay thế cho nhà máy sản xuất xi măng không chỉ mang lại hiệu quả kinh tế, mà còn giảm chất thải đưa đi chôn lấp, đồng thời giảm được 0,4 tấn  $\text{CO}_2$  so với sử dụng 1 tấn than (O. Ekincioglu et al., 2013).

#### 4. Kết luận

Nghiên cứu đã đánh giá được hiện trạng phát thải KNK của ngành sản xuất VLXD nói chung và hoạt động sản xuất xi măng nói riêng. Kết quả cho thấy xu hướng phát thải KNK tăng lên trong giai đoạn 2007-

2018. Nghiên cứu này đã đề xuất được khung giải pháp giảm phát thải KNK cho ngành VLXD và 6 biện pháp cụ thể cho các nhà máy sản xuất xi măng như: Sử dụng hệ thống lò quay công suất lớn; sử dụng triệt để nhiệt dư của lò; sử dụng cyclon thứ 6; điều chỉnh vị trí của vôi đốt; phương pháp tận dụng nguồn nguyên nhiên liệu từ chất thải hiệu quả.

Trong những năm qua, một số doanh nghiệp sản xuất xi măng đã áp dụng các giải pháp giảm phát thải KNK. Tuy nhiên, việc áp dụng các công nghệ vẫn chưa được đồng bộ và chưa có các chính sách khuyến khích, hỗ trợ khi các doanh nghiệp thực hiện các biện pháp giảm phát thải KNK.

Nghiên cứu kiến nghị, các cơ quan quản lý nhà nước cần phối hợp chặt chẽ với các tổ chức, cá nhân để lập kế hoạch, phương án, lộ trình thực hiện và huy động nguồn vốn để áp dụng sớm nhất các công nghệ, trang thiết bị tiên tiến vào quá trình sản xuất xi măng. Đồng thời, đẩy mạnh nghiên cứu giải pháp kỹ thuật, cải tiến thiết bị, dây chuyền sản xuất xi măng (phối trộn phụ gia); cải tiến công nghệ nghiền; áp dụng công nghệ tận dụng nhiệt thải; tham gia thị trường tín chỉ các-bon; tiết kiệm năng lượng và giảm phát thải KNK... ■

#### TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. UNEP *United Nations Environment Program (2007) Buildings and Climate Change, Status, Challenges and Opportunities. Paris.*
2. J.T. Kim and M.S. Todorovic (2013) *Towards sustainability index for healthy buildings—via intrinsic thermodynamics, green accounting and harmony. Energy and Buildings, 62, pp 627-637.*
3. WEC (1995) *Efficient Use of Energy Utilizing High Technology: An Assessment of Energy Use in Industry and Buildings. World Energy Council, London, United Kingdom.*
4. C. A. Hendriks, E. Worrell, D. De Jager, K. Blok, and P. Riemer (2003) *Emission Reduction of Greenhouse Gases from the Cement Industry. Greenhouse Gas Control Technologies Conference Paper. IEA Greenhouse Gas R & D Programme.*
5. *Tổng cục Thống kê (2010) Bảng cân đối liên ngành (Input-Output: I/O) của Việt nam năm 2007. Nhà Xuất bản Tổng cục Thống kê.*
6. *Tổng cục Thống kê (2015) Bảng cân đối liên ngành (Input-Output: I/O) của Việt Nam năm 2012. Nhà Xuất bản Tổng cục Thống kê.*
7. Miller R. and Blair P. (2009) *Input-Output Analysis: Foundations and Extensions (2nd edition). Cambridge University Press, pp. 10-150.*
8. Nansai K., Moriguchi Y. and Tohmo S. (2002) *Embodied Energy and Emission Intensity Data for Japan Using Input-Output Tables. Center for Global Environmental Research, CGER-D031-2002.*
9. IPCC (2006) *Guidelines for National Greenhouse Gas Inventory, vol 2 energy.*
10. Phạm Thị Huế (2021). *Đánh giá mức tiêu thụ năng lượng và phát thải từ hoạt động dịch vụ vận tải đường bộ của Việt Nam. Luận án Tiến sĩ tại Trường Đại học Bách khoa Hà Nội.*
11. O. Ekincioglu, A. P. Gurgun, Y. Engin, M. Tarhan, S. Kumbaracibasi (2013) *Approaches for sustainable cement production – A case study from Turkey. Energy and Buildings, 66, pp. 136-142.*