

Nghiên cứu xây dựng định mức tiêu hao năng lượng cho ngành công nghiệp sản xuất gạch ceramic tại Việt Nam

Cao Thị Tú Mai^{1*}, Nguyễn Thị Tâm¹, Trần Thị Phương Thúy¹

¹ Trung tâm Thiết bị, Môi trường và An toàn lao động, Viện Vật liệu xây dựng, 235 Nguyễn Trãi, phường Thanh Xuân Trung, quận Thanh Xuân, TP. Hà Nội

TỪ KHOẢ

Suất tiêu hao năng lượng (SEC)
Định mức tiêu hao năng lượng
Ngành công nghiệp ceramic
Phát thải ròng bằng “0”
Tiết kiệm năng lượng
Phát triển bền vững

TÓM TẮT

Suất tiêu hao năng lượng (Specific Energy Consumption - SEC) được xây dựng cho nhiều đơn vị sản xuất, trong nhiều ngành công nghiệp khác nhau như một chỉ số hiệu quả năng lượng chính để cải tiến quá trình sản xuất và kiểm soát tiêu thụ năng lượng. Định mức tiêu hao năng lượng là chỉ số SEC được quy định riêng cho từng ngành sản xuất công nghiệp, như một giá trị tham chiếu mà các đơn vị sản phải tuân thủ. Việt Nam đã nghiên cứu và ban hành nhiều quy định về định mức tiêu hao năng lượng trong các ngành công nghiệp như: công nghiệp nhựa, công nghiệp mía đường, công nghiệp giấy, công nghiệp thép, công nghiệp chế biến thủy sản, công nghiệp bia và nước giải khát. Nghiên cứu nhằm xác định suất tiêu hao năng lượng và định mức tiêu hao năng lượng cho ngành công nghiệp sản xuất gạch ceramic của Việt Nam. Chúng tôi đã thu thập và phân tích dữ liệu từ 26 đơn vị sản xuất gạch ceramic trên cả nước, chiếm khoảng 60 % tổng sản lượng gạch ceramic toàn quốc. Kết quả cho thấy, SEC nhiệt trung bình là 1248,4 kcal/kg; SEC điện trung bình là 145,3 kWh/tấn. Kết hợp kết quả tính toán cùng các định hướng, chính sách phát triển ngành của Chính phủ các kịch bản về định mức tiêu thụ năng lượng ngành đã được đưa ra. Việc áp dụng định mức tiêu hao năng lượng có thể giúp giảm khoảng 10,7 % tổng nhu cầu năng lượng toàn ngành nhưng cũng sẽ gây các tác động tới hơn 50 % số lượng các đơn vị sản xuất hiện nay. Đây sẽ là một công cụ quan trọng của Bộ Xây dựng giúp Việt Nam đạt được các mục tiêu tiết kiệm năng lượng, phát triển bền vững và phấn đấu đưa phát thải ròng về “0” vào năm 2050.

KEYWORDS

Specific energy consumption (SEC)
Energy consumption norm
Ceramic industry
Net zero
Energy-saving
Sustainable development

ABSTRACT

Specific energy consumption (SEC) is calculated for many manufacturers, in a variety of industries, as a key energy efficiency indicator for process improvement and energy consumption control. The energy consumption norm is an SEC index that is regulated separately for each industry, as a reference value that manufacturers must adhere to. Vietnam has researched and published many regulations on energy consumption norms in industries such as the plastic industry, sugar industry, paper industry, steel industry, seafood processing industry, and beer and beverage production industry. This study aims to benchmark the specific energy consumption and energy consumption norm for the ceramic industry in Vietnam. We collected and analyzed information from 26 ceramic manufacturers across the country, represents approximately sixty percent of the total ceramic production. The results show that the average specific heat energy consumption is 1248.4 kcal/kg; the average specific electricity energy consumption is 145.3 kWh/ton. Combining the calculation results with the development orientations and policies of the Government, scenarios on Vietnam ceramic industry energy consumption norms have been given. The application of energy consumption norms can reduce about 10.7% of the total energy demand of the ceramic industry, but will also affect more than 50% of the current number of ceramic manufacturers. This will be an important tool for the Ministry of Construction to help Vietnam achieve energy-saving targets, sustainable development, and net zero emissions by 2050.

1. Giới thiệu chung

Định mức tiêu hao năng lượng trong sản xuất công nghiệp được biết đến và quan tâm từ lâu. Việc xác định mức tiêu hao năng lượng

được thể hiện thông qua chỉ tiêu Suất tiêu hao năng lượng (Specific energy consumption – SEC). Theo định nghĩa của Bộ Công thương,

*Liên hệ tác giả: maint93@gmail.com

Nhận ngày 15/09/2022, sửa xong ngày 04/11/2022, chấp nhận đăng 10/01/2023

Link DOI: <https://doi.org/10.54772/jomc.01.2023.430>

suất tiêu hao năng lượng được hiểu là tổng năng lượng tiêu hao của một công đoạn sản xuất được tính bằng đơn vị năng lượng (MJ, J, kcal,...) để sản xuất ra một tấn sản phẩm. Định mức tiêu hao năng lượng là suất tiêu hao năng lượng (SEC) tiên tiến tương ứng với từng giai đoạn của quá trình phát triển của các ngành sản xuất nhất định.

Suất tiêu hao năng lượng được coi là một công cụ quản lý năng lượng quan trọng và hiệu quả, giúp xác định những cải thiện tiềm năng về hiệu suất năng lượng. Ứng dụng phổ biến nhất của SEC là được sử dụng để đánh giá các thay đổi về hiệu quả năng lượng cho các ngành công nghiệp. Tiếp đó, các tiềm năng tiết kiệm năng lượng được đánh giá và từ đó đưa ra tiềm năng khả thi nhất. Bên cạnh đó, SEC cũng được sử dụng làm điểm đo chuẩn trong các tiêu chuẩn nhằm kiểm soát quá trình sản xuất về tiêu thụ năng lượng. SEC của một quốc gia còn được sử dụng cho các đánh giá liên quốc gia và được xem là một trong những chỉ tiêu đánh giá mức độ phát triển ngành công nghiệp của quốc gia đó. Ngoài ra, SEC cũng được sử dụng gián tiếp để tính toán một số chỉ tiêu về hiệu quả năng lượng, tỷ lệ giữa SEC thực tế và SEC tham chiếu dùng để đánh giá các công nghệ được sử dụng [1].

Lĩnh vực sản xuất vật liệu xây dựng nói chung và ngành công nghiệp sản xuất gạch ceramic là một trong những ngành tiêu thụ năng lượng lớn. Do đó, nghiên cứu về suất tiêu hao năng lượng hay định mức tiêu hao năng lượng cho ngành công nghiệp này đã được thực hiện tại một số quốc gia trên thế giới.

Trung Quốc là nước sản xuất gạch gốm lớn nhất thế giới với

hơn 40 % tổng sản lượng toàn thế giới. Nhiều nghiên cứu đã được thực hiện riêng lẻ tại quốc gia này và đã đưa ra nhiều kết quả khác nhau như: tác giả Yi Huang báo cáo mức tiêu hao năng lượng trên mỗi đơn vị sản phẩm gạch ceramic là 322,08 kgce/tấn và 378 kWh/t [2], trong khi các tác giả từ đại học công nghệ Bắc Kinh đưa ra báo cáo mức tiêu hao năng lượng cho sản xuất gạch ốp lát tương ứng là 123,34 MJ/m²; 5,51 kWh/m² khi sử dụng nhiên liệu khí tự nhiên và 107,18 MJ/m²; 5,8 kWh/m² khi sử dụng nhiên liệu than với cùng một dạng công nghệ [3]. Để thống nhất và đưa ra một giá trị định mức chung cho toàn ngành, năm 2007, Chính phủ Trung Quốc đã xây dựng tiêu chuẩn quốc gia công bố Định mức tiêu thụ năng lượng trên một đơn vị sản phẩm gồm xây dựng và sử dụng vệ sinh – GB21252-2007: The norm of energy consumption per unit products of architecture and sanitary ceramics, giá trị định mức quy định đối với sản phẩm gạch cụ thể được trình bày trong Bảng 1.

Tại Ấn Độ, kết quả từ chương trình quản lý và giảm tiêu thụ năng lượng cho 25 ngành công nghiệp lớn của nước này báo cáo kết quả mức tiêu hao năng lượng trong ngành sản xuất gạch gốm là 210 kWh/tấn và 1340 kcal/kg [4]. Kết quả này thu được từ dữ liệu của 422/529 đơn vị sản xuất gạch gốm chiếm hơn 70 % toàn ngành.

Một số quốc gia Châu Âu cũng đưa ra các định mức tiêu hao năng lượng trong ngành công nghiệp sản xuất gạch gốm nhằm khuyến khích việc tiết kiệm và nâng cao hiệu quả năng lượng. Các kết quả báo cáo về mức tiêu hao năng lượng cho quá trình sản xuất gạch gốm ốp lát tại đây được tổng hợp trong Bảng 2 [5].

Bảng 1. Định mức tiêu hao năng lượng cho sản phẩm gạch gốm ốp lát tại Trung Quốc.

Sản phẩm	Đơn vị hiện hữu			Đơn vị xây mới		
	Tiêu thụ nhiệt năng		Tiêu thụ điện năng kWh/t	Tiêu thụ nhiệt năng		Tiêu thụ điện năng kWh/t
	kgce/t	kcal/kg (*)		kgce/t	kcal/kg (*)	
Gạch men độ hút nước E ≤ 0,5%	≤ 340	1700	≤ 400	≤ 330	1650	≤ 380
Gạch men độ hút nước 0,5 < E ≤ 10%	≤ 300	1500	≤ 360	≤ 260	1300	≤ 350
Gạch men độ hút nước E > 10%	≤ 320	1600	≤ 360	≤ 280	1400	≤ 340

Ghi chú: () Quy đổi từ kgce/tấn sang kcal/kg với giá trị nhiệt trị than theo quy định tương ứng*

Bảng 2. Mức tiêu hao năng lượng trong sản xuất gạch gốm ốp lát tại một số quốc gia Châu Âu.

STT	Quốc gia	SEC (GJ/tấn)	Kcal/kg (*)	kWh/tấn
1	Pháp	15,79	3017,10	648,50
2	Ba Lan	12,69	2425,21	521,15
3	Đức	12,07	2306,30	495,71

Ghi chú: () Quy đổi từ đơn vị MJ/tấn sang kcal/kg*

Tại Việt Nam, thực hiện Chương trình quốc gia về sử dụng năng lượng tiết kiệm và hiệu quả, các nghiên cứu và công bố về định mức tiêu hao năng lượng trong sản xuất công nghiệp đang ngày càng

phổ biến hơn. Điều này được chứng minh thông qua nhiều quy định cho các ngành công nghiệp đã được Bộ Công thương ban hành như: Thông tư Số 38/2016/TT-BCT quy định mức tiêu hao năng lượng trong ngành nhựa, Thông tư số 19/2016/TT-BCT quy định mức tiêu hao năng lượng cho các cơ sở sản xuất ngành công nghiệp sản xuất bia và nước giải khát, Thông tư số 39/2019/TT-BCT quy định định mức tiêu hao năng lượng trong ngành công nghiệp sản xuất đường mía, Thông tư số 24/2017/TT-BCT Quy định mức tiêu hao năng lượng trong ngành sản xuất, Thông tư số 52/2018/TT-BCT quy định mức tiêu hao năng lượng trong ngành công nghiệp chế biến thủy sản, Thông tư số 20/2016/TT-BCT quy định định mức tiêu hao năng lượng

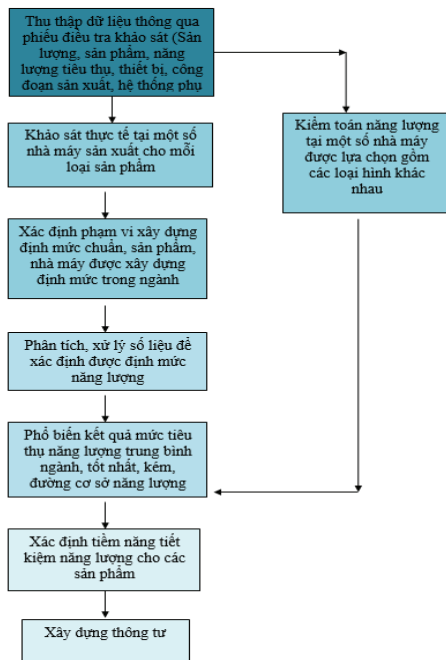
trong ngành công nghiệp thép. Việc thực hiện các quy định mức tiêu hao năng lượng đã ban hành cho thấy các tín hiệu khả quan về giảm tiêu thụ năng lượng, tiết kiệm chi phí, tài nguyên và bảo vệ môi trường.

Chính phủ Việt Nam đang tiếp tục ban hành và thực hiện các chính sách khuyến khích các ngành, lĩnh vực thực hiện xây dựng và ban hành quy định về mức tiêu hao năng lượng nhằm đạt được mục tiêu tiết kiệm năng lượng. Các minh chứng quốc tế và trong nước đã cho thấy được ý nghĩa và lợi ích mang lại từ công cụ quản lý thông qua định mức tiêu hao năng lượng. Sản phẩm gạch ceramic chiếm hơn 70 % sản lượng ngành gạch gốm ốp lát Việt Nam và tiêu thụ nhiều năng lượng bao gồm cả các dạng năng lượng hóa thạch. Đây những yếu tố then chốt cho

thấy việc đi sâu nghiên cứu xây dựng định mức tiêu hao năng lượng cho sản phẩm gạch ceramic của Việt Nam là cấp thiết và ý nghĩa.

2. Cơ sở khoa học và phương pháp nghiên cứu

Việc xác định suất tiêu hao năng lượng, định mức tiêu hao năng lượng cho ngành sản xuất gạch ceramic tại Việt Nam được thực hiện dựa trên phương pháp tiêu chuẩn EN 16231:2012 – Phương pháp benchmarking năng lượng [6]. Các thực hành xây dựng định mức tiêu hao năng lượng cho các ngành công nghiệp trên thế giới cũng như tại Việt Nam đều sử dụng phương pháp này để thực hiện. Do đó, nghiên cứu này cũng đi theo hướng tiếp cận của phương pháp benchmarking. Quy trình nghiên cứu được mô tả trong Hình 1 và Bảng 3.



Hình 1. Quy trình nghiên cứu.

Bảng 3. Mô tả quy trình nghiên cứu.

Công đoạn	Nội dung chính
Phân loại sản phẩm	Phân loại và lựa chọn loại hình sản phẩm thực hiện quá trình thiết lập định mức để xây dựng định mức tiêu hao năng lượng ngành
Xác định ranh giới hệ thống	Các hoạt động sản xuất chính trong từng ngành được xác định. Lựa chọn ranh giới định mức năng lượng
Xác định đối tượng thu thập thông tin	Việc xác định các đơn vị để thu thập thông tin giúp quá trình benchmarking chính xác và đại diện
Thu thập dữ liệu	+ Gửi bảng câu hỏi điều tra + Khảo sát thực tế tại các đơn vị sản xuất + Kiểm toán năng lượng đại diện
Chuẩn hóa dữ liệu	Xác định, giảm các biến và các yếu tố khác có thể ảnh hưởng đến năng lượng sử dụng trong từng lĩnh vực
Phân tích định mức tiêu thụ năng lượng	SEC được tính cho cho từng đơn vị sản xuất. SEC được xác định cho nhiệt và điện riêng biệt SEC ngành được tính toán dựa trên SEC từng đơn vị và trọng số
Các giải pháp giảm thiểu và tiềm năng giảm thiểu	Từ kết quả SEC, các giải pháp tiết kiệm năng lượng được kỳ vọng thực hiện, các kịch bản tiềm năng tiết kiệm năng lượng được xây dựng để đánh giá và đề xuất giá trị định mức
Xây dựng dự thảo thông tư quy định, góp ý và hoàn thiện	Dự thảo thông tư quy định mức tiêu hao năng lượng trong sản xuất gạch ceramic được xây dựng và xin ý kiến từ các đơn vị liên quan để hoàn thiện và hướng tới mục tiêu ban hành, áp dụng thực tiễn

Việc áp dụng các ranh giới năng lượng sẽ đảm bảo dữ liệu cần thu thập liên quan đến mỗi nhà máy là như nhau. Việc này được thực hiện thông qua việc giới hạn các khu vực bao gồm và không bao gồm

trong quá trình xác định. Theo đó, ranh giới xác định năng lượng cho các ngành sản xuất gạch ceramic Việt Nam được mô tả trong Hình 2.

Suất tiêu hao năng lượng cho từng đơn vị sản xuất được tính toán như sau:

$$SEC_i \text{ nhiệt [kcal/kg]} = E_{\text{Nhiệt}} / P * 1000$$

Trong đó:

- $SEC_{\text{Nhiệt}}$: Suất tiêu hao nhiệt năng [kcal/kg sản phẩm]
- $E_{\text{Nhiệt}}$: Tổng nhiên liệu sơ cấp [kcal] được xác định theo dưới đây:

$$E_{\text{Nhiệt}} = \sum F_i * CF_i$$

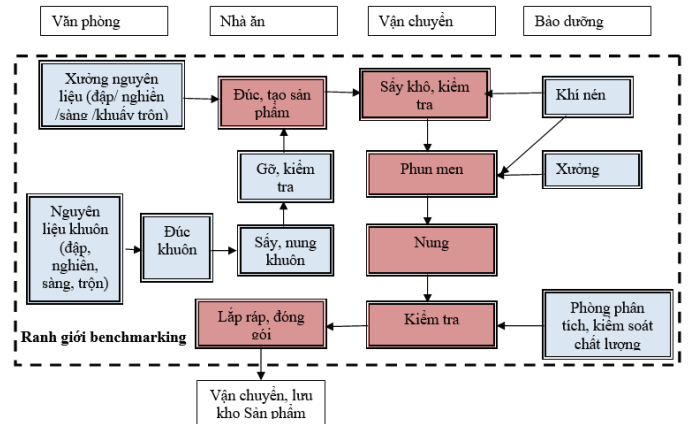
Với:

- F_i : Khối lượng nhiên liệu loại i sử dụng
- CF_i : Nhiệt trị của nhiên liệu loại i sử dụng, kcal/đơn vị khối lượng hoặc kcal/đơn vị thể tích.

- P : Tổng sản phẩm gạch gồm ốp lát sản xuất được trong thời gian xác định suất tiêu hao năng lượng [tấn sản phẩm].

$$SEC_{\text{Điện}} = (E_{\text{Điện lưới}} + E_{\text{Điện phát}} + E_{\text{Điện nội bộ}}) / P$$

- $E_{\text{Điện lưới}}$: Lượng nhiệt loại i sử dụng
- $E_{\text{Điện phát}}$: Điện năng từ hệ thống máy phát điện [kWh]
- $E_{\text{Điện nội bộ}}$: Điện năng từ hệ thống tận dụng nhiệt phát điện nội bộ [kWh]
- P : Tổng sản phẩm gạch gồm ốp lát sản xuất được trong thời gian xác định suất tiêu hao năng lượng [tấn sản phẩm].



Hình 2. Ranh giới xây dựng định mức tiêu hao năng lượng ngành sản xuất gạch ceramic Việt Nam.



Hình 3. Khảo sát và kiểm toán năng lượng tại các nhà máy sản xuất gạch ceramic.

Mức tiêu thụ nhiệt năng và điện năng của ngành là giá trị trung bình có trọng số của tất cả các dữ liệu mức tiêu thụ của các đơn vị xác định được:

$$SEC \text{ điện} = \sum Q_i * SEC_i \text{ điện} / \sum Q_{(i-n)} \text{ [kWh/tấn sản phẩm]}$$

$$SEC \text{ nhiệt} = \sum Q_i * SEC_i \text{ nhiệt} / \sum Q_{(i-n)} \text{ [kcal/kg sản phẩm]}$$

Giá trị trọng số được xác định bằng:

$$Q_i = P_i / \sum P_{(i-n)}$$

Kết quả xây dựng định mức tiêu hao năng lượng sẽ được hiển thị cho ngành công nghiệp thông qua biểu diễn của đường cong phân bố hiệu suất.

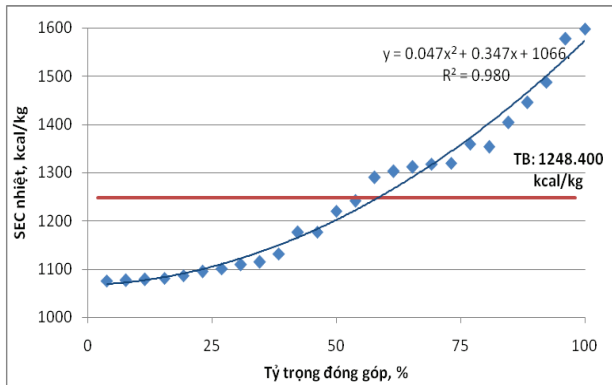
3. Kết quả và thảo luận

3.1. Kết quả tính toán mức tiêu thụ năng lượng ngành

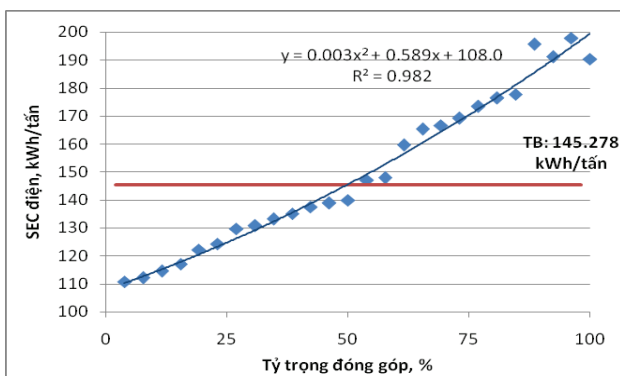
Tổng số 26 đơn vị sản xuất gạch ceramic trên cả nước đã được nghiên cứu, tổng sản lượng gạch đạt hơn 260 triệu m², chiếm khoảng

60 % tổng sản lượng ngành. Các đơn vị được mã hóa tên để đảm bảo tính bảo mật thông tin và tính cạnh tranh trên thị trường. Kết quả tính toán suất tiêu hao năng lượng được chia làm hai thông số gồm suất tiêu hao nhiệt năng - SEC nhiệt và suất tiêu hao điện năng - SEC điện. Kết quả xây dựng đường phân bố suất tiêu hao năng lượng của các đơn vị nghiên cứu được trình bày trong Hình 4 và Hình 5. Các kết quả nghiên cứu cho thấy có sự khác biệt tương đối lớn giữa các đơn vị. Điều này cũng sẽ mang lại nhiều cơ hội về tiềm năng tiết kiệm năng lượng.

Hình 4 cho thấy suất tiêu hao nhiệt năng của các đơn vị tham gia quá trình xây dựng định mức nằm trong khoảng từ 1076 đến 1598 kcal/kg, với giá trị trung bình ngành là 1248,4 kcal/kg. Suất tiêu hao phân đoạn tỷ lệ với công suất của đơn vị sản xuất. Cụ thể, các đơn vị công suất sản xuất < 10 triệu m²/năm có mức tiêu thụ trung bình là 1323 kcal/kg; trong khi các đơn vị công suất lớn hơn 10 triệu m²/năm cho thấy hiệu quả năng lượng tốt hơn với giá trị trung bình nghiên cứu được là 1170 kcal/kg.



Hình 4. Đường phân bố suất tiêu hao nhiệt năng ngành gạch ceramic.



Hình 5. Đường phân bố suất tiêu hao điện năng ngành gạch ceramic.

Đối với các sản phẩm gạch ceramic, điện năng tiêu thụ trong khoảng 111 đến 190 kWh/tấn. Suất tiêu hao trung bình ngành ước tính được là 145,3 kWh/tấn. Đường phân bố suất tiêu hao điện năng thể hiện trong Hình 5. Tương tự với xu hướng về tiêu năng nhiệt năng, nhóm đơn vị công suất lớn cũng cho thấy hiệu quả tiêu thụ điện năng tốt hơn với giá trị trung bình là 137 kWh/tấn, so với các đơn vị công suất nhỏ có giá trị tiêu hao ở mức 166 kWh/tấn.

Bảng 4. Kết quả xây dựng kịch bản về định mức tiêu hao năng lượng cho sản phẩm gạch ceramic Việt Nam.

Kịch bản thấp		Kịch bản cao	
Định mức tiêu hao được lấy theo phân vị thứ 50 là giá trị hiệu quả tiêu thụ năng lượng tại đó nhỏ hơn hoặc bằng 50 % số đơn vị đạt được		Định mức tiêu hao được lấy theo phân vị thứ 25, là giá trị hiệu quả tiêu thụ năng lượng tại đó nhỏ hơn hoặc bằng 25 % số đơn vị đạt được	
Mức tiêu hao nhiệt năng (kcal/kg):	1200	Mức tiêu hao nhiệt năng (kcal/kg):	1100
Mức tiêu hao điện năng (kWh/tấn):	140	Mức tiêu hao điện năng (kWh/tấn):	120
Tiềm năng tiết kiệm năng lượng	5,63 %	Tiềm năng tiết kiệm năng lượng	10,7 %

4. Kết luận

Dựa trên bối cảnh thực tế của Việt Nam, nghiên cứu đã xây dựng được định mức tiêu hao năng lượng đối với sản phẩm gạch ceramic theo phương pháp luận phù hợp với quốc tế. Các kết quả đạt được có độ tương đồng với các kết quả nghiên cứu và công bố của

3.2. Phân tích, đề xuất định mức tiêu hao năng lượng ngành

Các kết quả tính toán hiện trạng mức tiêu hao năng lượng ngành được sử dụng làm cơ sở để phân tích các kịch bản và đề xuất giá trị định mức tiêu hao năng lượng ngành sản xuất gạch ceramic.

Quyết định 1266/QĐ-TTg ngày 18/8/2020 của Thủ tướng Chính phủ phê duyệt Chiến lược phát triển vật liệu xây dựng Việt Nam thời kỳ 2021-2030, định hướng đến năm 2050 đưa ra giá trị về mức tiêu hao năng lượng cho sản phẩm gạch ceramic là ≤ 1100 kcal/kg và ≤ 120 kWh/tấn sản phẩm. Với các kết quả thu được của nghiên cứu, ước tính khoảng 15 % số lượng đơn vị đáp ứng yêu cầu. Kết hợp với dữ liệu nghiên cứu hiện trạng thế giới cho thấy mức tiêu thụ nhiệt năng thấp nhất quy định là 1100 kcal/kg, cao nhất là 1700 kcal/kg, mức tiêu thụ điện năng thấp nhất quy định là 210 kWh/tấn, cao nhất là 320 kWh/tấn. Các kịch bản về định mức tiêu hao năng lượng cho sản phẩm gạch ceramic của Việt Nam đã được thiết lập.

Dựa trên các dữ liệu phân tích các kịch bản định mức năng lượng đã đưa ra, định mức tiêu hao năng lượng ngành và lộ trình thực hiện định mức đối với lĩnh vực sản xuất gạch ceramic được đề xuất như sau:

(*) Đối với các đơn vị đã đầu tư, đã đi vào hoạt động trước 2022:

+ Giai đoạn 2021-2025:

Định mức tiêu hao nhiệt năng: ≤ 1200 kcal/kg

Định mức tiêu hao điện năng: ≤ 140 kWh/tấn

+ Giai đoạn 2026-2030:

Định mức tiêu hao nhiệt năng: ≤ 1100 kcal/kg

Định mức tiêu hao điện năng: ≤ 120 kWh/tấn

(*) Đối với các đơn vị đầu tư mới từ 2022:

Định mức tiêu hao nhiệt năng: ≤ 1100 kcal/kg

Định mức tiêu hao điện năng: ≤ 120 kWh/tấn

một số quốc gia trên thế giới. Từ các kết quả của nghiên cứu, quy định về giá trị định mức tiêu hao năng lượng và lộ trình áp dụng mức quy định đã được đề xuất. Các giải pháp công nghệ, quản lý để thực hiện được định mức tiêu hao năng lượng và mục tiêu tiết kiệm năng lượng đã đề ra hoàn toàn khả thi, để áp dụng dựa trên sự phát triển nhanh chóng của khoa học công nghệ trong tương lai.

Tài liệu tham khảo

- [1]. Philipsen, D.; Blok, K.; Worrell, E.; Beer, J. De Benchmarking the energy efficiency of Dutch industry: An assessment of the expected effect on energy consumption and CO₂ emissions. *Energy Policy* 2002, 30, 663–679.
- [2]. Yi Huang, Jiwen Luo, Bin Xia, Application of cleaner production as an important sustainable strategy in the ceramic tile plant e a case study in Guangzhou, China, *Journal of Cleaner Production* 43 (2013) 113e121.
- [3]. Yanjing Wang, Yu Liu, Suping Cui, Boxue Sun, Xianzheng Gong, Feng Gao, Zhihong Wang, Comparative life cycle assessment of different fuel scenarios and, *Journal of Cleaner Production* 273 (2020) 122846 milling technologies for ceramic tile production: A case study in China.
- [4]. Shakti Sustainable Energy Foundation (SSEF) and The Energy and Resources Institute's (TERI); Widening the coverage of PAT Scheme Sectoral Manual - Ceramic industry, 2012.
- [5]. EIE/06/222/SI2.444565 CERAMIN – Tutorial about Energy Saving - Energy saving concepts for the European ceramic industry CERAMIN - The European Commission.
- [6]. EN 16231:2012 Energy efficiency benchmarking methodology.